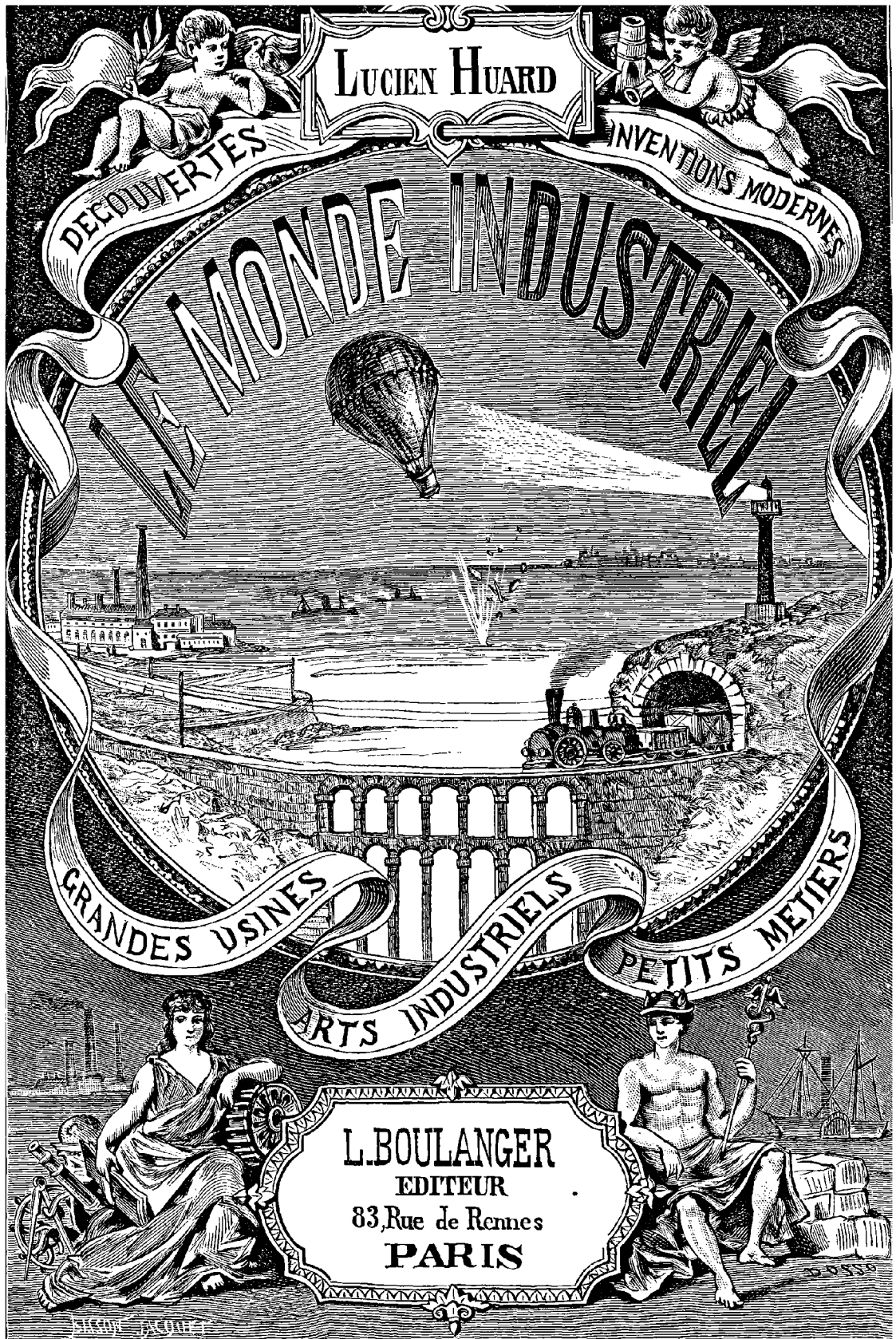
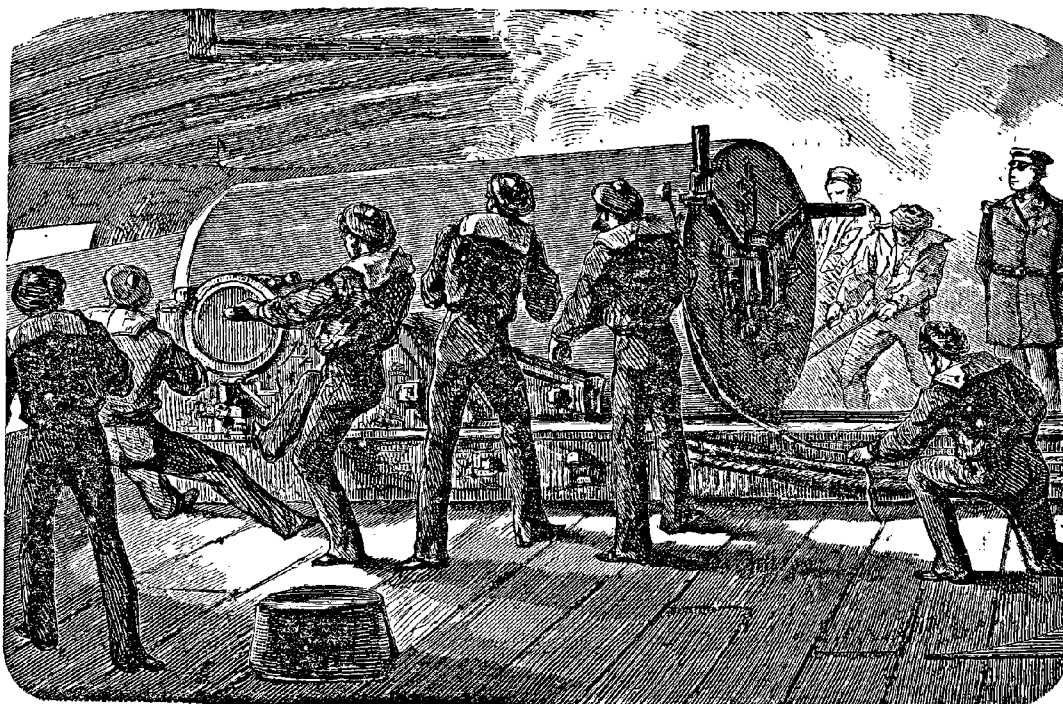


LE
MONDE INDUSTRIEL

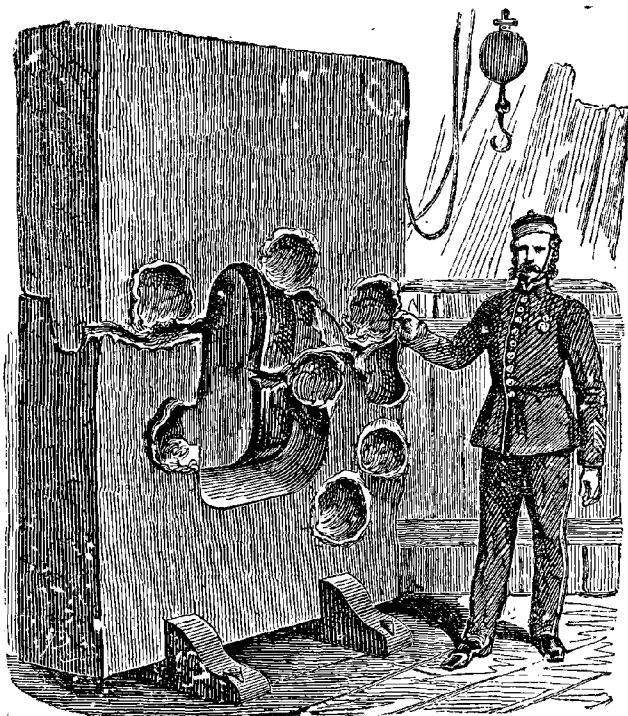
SCEAUX. — IMPRIMERIE CHARAIRE ET-FILS



LE MONDE INDUSTRIEL



Les canons de la marine.



Effet du boulet sur les plaques de blindages.
LIV. 1.

L'ARTILLERIE MODERNE

I

L'ART DE TUER

Par une bizarrerie de notre époque, où chacun cherche à vivre de son mieux et le plus longtemps possible, l'art de tuer son prochain est un de ceux qui préoccupent le plus d'esprits; ce qui s'explique du reste, en ce que c'est peut-être celui qui mène le plus vite aux honneurs et à la fortune.

Cela va même jusqu'à la gloire, quand on le pratique sur une grande échelle envers et contre les gens qu'un hasard géographique a faits d'une autre nationalité.

« Saül en a tué mille, mais David en a tué dix mille, dit la Bible;

et en fait de gloire militaire nous en sommes toujours là.

Pourtant, aucun art n'est plus anti-artistique, on pourrait même, sans y regarder de trop près, dire qu'il est barbare, si ses derniers perfectionnements n'étaient si intimement liés avec nos idées de progrès, qu'il est aujourd'hui permis d'espérer qu'il finira par tuer sa mère.

Littéralement, la besogne est faite, puisque, grâce à lui, la guerre n'est plus un art, qui enfante des héros. C'est toujours une calamité, mais c'est une science qui produit seulement des vainqueurs.

Et une science si exacte, si exclusive que l'aléa, que représentaient jadis la valeur, la tenacité, quelquefois même le hasard, n'existe plus que comme l'équivalent de ce qu'on appelle en mécanique le frottement.

Avec elle, il ne reste plus de place pour la bravoure personnelle, plus de place pour ce courage des officiers, qui électrise les soldats, plus de place pour l'initiative des chefs, plus de place pour le génie militaire qui sait tirer parti de toutes les circonstances.

Il n'est plus besoin de généraux pour commander les armées, il faut des mathématiciens, il n'est plus besoin de soldats pleins d'élan pour gagner les batailles, il faut des soldats très nombreux pour faire de la chair à canon.

Cela est si vrai, que, dans les bulletins militaires, on ne dit plus maintenant des hommes qui ont donné leur sang pour la patrie : « morts au champ d'honneur », on écrit plus prosaïquement « tués à l'ennemi ».

Est-ce meilleur ? est-ce moins bon ? l'un et l'autre.

C'est moins bon, en ce que cela met le monopole de la victoire dans les mains des seules grandes puissances.

C'est meilleur, parce qu'avec le système des gros canons, dont chaque détonation coûte un billet de mille francs, la guerre deviendra si coûteuse qu'il n'y aura bientôt plus de nation assez riche pour la faire.

Ce serait drôle si les peuples, que des considérations mesquines font vivre depuis si longtemps comme des frères ennemis, allaient finir par s'embrasser sur la bouche de leurs canons monstres ?

Mais, point n'est le fait dont ils s'agit. Nous ne sommes pas ici pour faire des prophéties, si consolantes qu'elles puissent être, mais bien pour nous occuper de la fabrication de ces engins destructeurs dont le nom seul fait frissonner les mères.

Il aurait été curieux d'étudier, en guise de préface, les nombreux perfectionnements apportés dans l'art de tuer, qui malheureusement est vieux comme le monde, depuis la massue primitive de ce pauvre Caïn, jusqu'aux foudres formidables de M. Krupp, le Jupiter moderne, qui s'est décerné lui-même le brevet de *Roi du Fer*, sans garantie des gouvernements qu'il a l'avantage d'approvisionner ; mais comme cela nous aurait mené beaucoup trop loin, nous enjambons d'un coup cinq douzaines de siècles pour arriver tout de suite à l'apparition des canons, c'est-à-dire dans la deuxième moitié du xiii^e siècle ; car malgré leurs prétentions, ce ne sont pas les Anglais qui ont inventé la poudre ; elle avait déjà servi bien avant la bataille de Crécy, à lancer des boulets de pierres, de fonte ou de fer, notamment aux Arabes du nord de l'Afrique, et aux Maures de l'Espagne vers 1260, aux Italiens en 1299, aux Allemands en 1313, et même aux Français en 1328. Mais c'était l'enfance de l'art — et l'artillerie ne fit de sérieux progrès qu'après 1350 ; — alors, au lieu des petites pièces qui lançaient des projectiles de 1,500 grammes qu'on appelait *plommées* (parce qu'ils étaient en plomb), on fabriqua des canons monstres qu'on pouvait charger avec des boulets de pierre pesant jusqu'à 225 kilogrammes.

Cela n'était bon naturellement que pour la guerre de siège, et encore cela ne devait pas être très bon, car le système fut bientôt modifié.

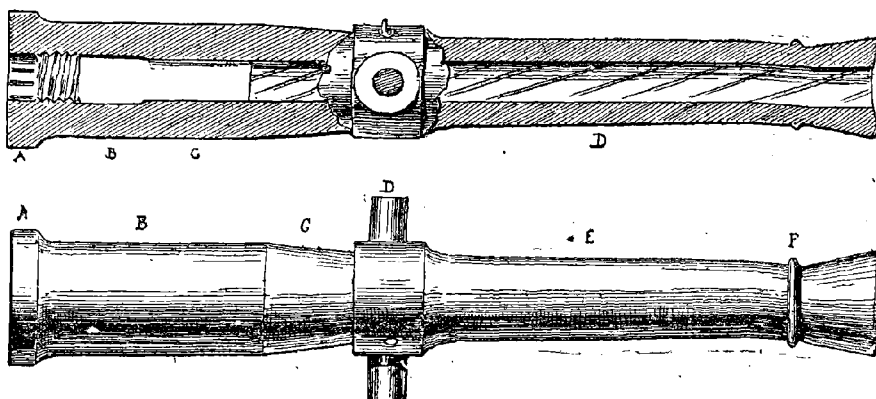
Au commencement du xv^e siècle, toutes les puissances militaires avaient des canons gros et petits de toutes sortes, il y en avait même qui se chargeaient par la culasse, et leur variété leur fit donner des noms divers.

Ainsi les plus grosses pièces s'appelaient *bombardes*; elles se chargeaient par la bouche et lançaient, selon leur calibre, des boulets de pierre, pesant depuis 50 jusqu'à 100 kilogrammes.

Il y avait les *veuglaires* et les *crapaudines*, pièces à peu près du même genre; mais de

dimensions beaucoup moindres, seulement elles se chargeaient par la culasse avec des projectiles de pierre qu'elles lançaient de plein fouet, tandis que les *bombardes* se tiraient sous des angles très prononcés, de même que les *mortiers* qui d'ailleurs étaient assez rares.

Comme pièces de campagne on se servait de *serpentes* et de *couleuvrines* qui lançaient des petits boulets de plomb, et se chargeaient par la bouche; elles étaient en fer forgé et montées sur des affûts, munis quelquefois de petites roues, mais man-



Le canon de sept (système Reffye), intérieur et extérieur.

quaient absolument de mobilité, ce qui rendait le pointage à peu près impossible.

Quant aux *bombardes* et aux pièces de gros calibre, elles étaient fabriquées avec des barres de fer assemblées, cerclées à peu près comme les douves d'un tonneau, et fixées à d'énormes charpentes, si peu maniables qu'elles ne pouvaient rendre des services que pour la défense des places ou des ports.

L'invention du boulet en fonte de fer pour remplacer le projectile de pierre, modifia sensiblement la construction des canons; dès l'année 1461, on essaya des boulets en fonte dans les *bombardes*, mais comme elles n'étaient pas fabriquées assez solidement pour les supporter, on dut les abandonner et l'on arriva progressivement à re-

noncer aux gros calibres et à couler les pièces en bronze.

En 1503, l'artillerie, en France du moins, était complètement transformée, toutes les pièces étaient en bronze et munies de tourillons qui leur donnaient, sur leur affût, la mobilité nécessaire au pointage, on comptait :

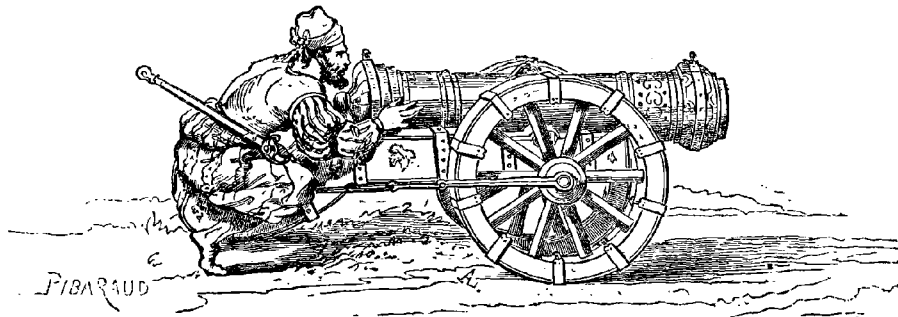
- Le *serpentin* (canon très court) qui lançait un projectile de vingt-quatre livres;
- La *couleuvrine*, vingt-trois livres;
- La *demi-couleuvrine*, dix livres;
- L'*aspic*, canon court, douze livres;
- Le *pélican*, cinq livres;
- Le *sacre*, cinq livres;
- Le *fauconneau court*, trois livres;
- Le *fauconneau long*, deux livres;
- Le *ribaudequin court*, une livre et demie;

Le *ribaudequin* long, une livre un quart;
L'*émérillon* court, douze onces;
Et l'*émérillon* long, dix onces.

Ce système de canon, expérimenté avec succès par Charles VIII lors de sa campagne d'Italie, fut adopté partout en Europe, à peu de modifications près et il n'y eut guère que

l'Allemagne qui ne renonça pas de suite aux pièces se chargeant par la culasse; il est vrai qu'alors elles étaient en bronze et montées à peu près comme les nôtres.

Mais il y avait une trop grande variété de calibres pour que le service en campagne pût être bien fait; l'approvisionnement

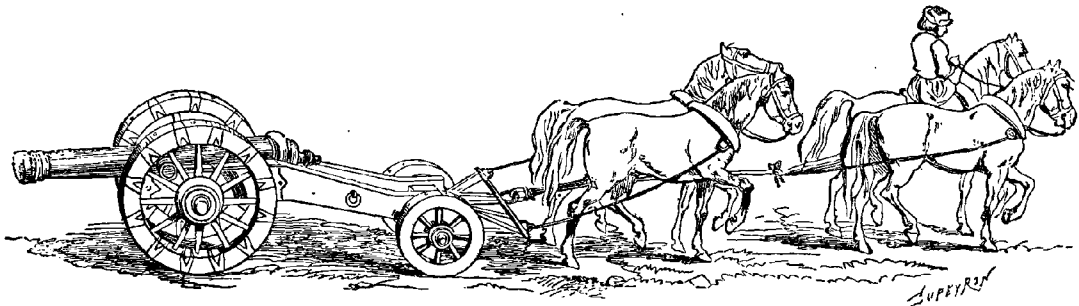


Artilleur du xvi^e siècle. (Pointage du canon.)

nécessaire à chacune des pièces augmentant les embarras des munitionnaires; Charles-Quint le comprit tout d'abord et essaya d'en diminuer le nombre, mais il ne pût y réussir.

Henri II fut plus persévérant et mieux secondé, le grand maître de l'artillerie, Jean d'Estrées, réduisit en 1551 tous les canons à six calibres, savoir :

Le *canon* (c'était la première fois qu'une



Attelage français du xvi^e siècle.

bouche à feu prenait ce nom), dont le boulet pesait 33 livres 4 onces.

La *grande couleuvrine*, 15 livres 4 onces;

La *couleuvrine bâtarde*, 7 livres 4 onces;

La *couleuvrine moyenne*, 2 livres;

Le *faucon*, 1 livre 2 onces;

Et le *fauconneau*, 14 onces.

L'adoption, à peu près générale des six calibres qu'on appelait *calibres de France*, était une grande amélioration; en Hol-

lande on fit mieux encore, mais un siècle plus tard, en ne se servant plus que de quatre calibres : de 48, de 24, de 12 et de 6.

Précisément à la même époque, la France, au lieu de continuer l'œuvre de Henri II, augmentait le nombre de ses modèles.

Sous le ministère de Louvois il y eut dix canons, divisés en trois catégories :

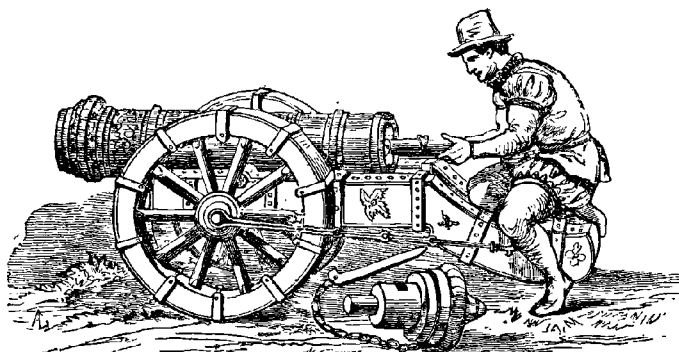
Canons de campagne, aux calibres de 8, de 4, de 2 et de 1.

Canons ordinaires, qui lançaient des boulets sphériques des poids de 32, 24, 16 et 12 livres.

Et canons extraordinaires qui lançaient des projectiles creux de forme cylindrique pesant 60 et 48 livres.

Cela dura ainsi jusqu'à la fin du règne de Louis XIV, où une nouvelle réforme amena le nombre des calibres à six : de 33, 24, 16, 12, 8 et 4.

C'était encore trop; car sous Louis XV le



xvi^e siècle. Canon allemand se chargeant par la culasse.

général de Vallière les réduisit à cinq, de 24, de 16, de 12, de 8 et de 4; il fit plus, du reste, car il fixa la forme des pièces, et en détermina si bien les proportions qu'elles n'ont pas varié depuis.

L'artillerie était donc régularisée, mais elle n'était guère plus maniable qu'auparavant; le général de Gribeauval se chargea bientôt de l'alléger.

Ayant étudié les perfectionnements ap-



Attelage anglais du xvi^e siècle.

portés en Allemagne, en Autriche, et surtout en Suède, dans la fabrication des pièces de campagne, il proposa un nouveau système en raison duquel, affectant chaque modèle de bouche à feu, à un usage particulier, on pourrait ne lui donner que le poids nécessaire au service qu'on en attendait et obtenir ainsi un matériel roulant bien supérieur aux précédents.

Son innovation, appliquée avec succès

dès 1765, ne triompha pourtant de l'esprit de routine qu'en 1772, mais alors elle resta, et toutes les campagnes de la République et de l'Empire furent faites avec un matériel du système Gribeauval. Napoléon, qui se connaissait en artillerie, n'y changea rien, tout au plus y ajouta-t-il une pièce de calibre 6 pour pouvoir utiliser les munitions qu'on prenait à l'ennemi.

L'Empire tombé, la Restauration éprouva

le besoin de constituer un nouveau système d'armement dans lequel on fit entrer toutes les améliorations déjà connues, aussi bien que celles que l'on pourrait encore trouver.

De ce nombre fut l'invention que le général Paixhans fit des canons obusiers de côte et de marine, invention qui eut tout le temps de se perfectionner, puisque le système, dit du comité, ne fut mis en vigueur qu'en 1829; il comprenait canons de campagne de 12 et de 8, canons de siège de 24 et de 16, canons de places et côtes de 25, de 16 et de 12, auxquels on ajouta bientôt un canon de 30, et spécialement pour le service des côtes les canons obusiers à la Paixhans, qui furent le vrai point de départ de la transformation de l'artillerie.

Quant à la marine, elle armait ses vaisseaux avec des pièces de 50, de 30 et de 12.

Rien ne fut changé jusqu'en 1853, époque à laquelle on remplaça les pièces de campagne de 8 et de 12 et les deux obusiers de quinze et de seize centimètres, par une pièce unique qu'on appela canon de l'empereur, et qui n'était autre qu'un perfectionnement du canon obusier du général Paixhans.

Quelques années plus tard, le commandant Treuille de Beaulieu inventa le canon rayé de quatre, qui lançant un projectile à 4,300 mètres, ouvrit la voie à l'artillerie actuelle, que l'on a deux fois raison d'appeler à grande puissance; car elle n'est vraiment accessible qu'aux grandes puissances.

L'artillerie moderne, autant le dire brutalement (il est permis d'être brutal avec un canon) a pour objet de tuer le plus de monde possible à la distance la plus grande, et tous les efforts tentés par les inventeurs depuis trente ans, mais depuis surtout qu'on s'est imaginé de cuirasser les navires de guerre ont été dirigés dans ce sens.

Le problème posé, et qui a coûté des centaines de millions en expériences, à chacune des grandes puissances de l'Europe sans oublier celles de l'Amérique, a été celui-ci : faire des canons qui lancent des projectiles

capables de défoncer les murailles blindées des vaisseaux.

On a donc fait de gros canons, mais les vaisseaux ont perfectionné leur blindage, si bien qu'après des années d'essais la question se trouve encore au même point.

On l'a naturellement reprise, ou pour mieux dire on l'a continuée, car le duel entre la force et la résistance dure toujours et ne cessera jamais tant que, par amour de la paix, on passera son temps à se préparer à la guerre; et l'on a fait de plus gros canons.

C'est de ces gros canons que nous allons suivre les diverses phases de la fabrication, en prenant, pour base d'opération, notre manufacture nationale de Ruelle, d'où sortent tous les jours des pièces d'un calibre fort respectable.

Ce qui ne nous empêchera pas de nous occuper aussi des pièces de campagne, qu'on n'est pas encore arrivé à faire très grosses, parce qu'elles ont besoin d'être portatives; et généralement de tous les systèmes qui, apportant à la question leur contingent d'idées plus ou moins nouvelles, d'applications de procédés plus ou moins ingénieux, ont concouru dans une certaine mesure au perfectionnement de la matière.

Mais pour que notre travail soit clair pour tout le monde, et afin que nos lecteurs connaissent de visu et par leurs noms les différentes parties qui composent un canon, nous avons fait graver deux dessins qui leur donneront tous les renseignements nécessaires.

Le type que nous mettons sous leurs yeux est celui de nos pièces de sept, système de Reffye, mais les dénominations sont les mêmes pour toutes sortes de canons.

Extérieurement, si nous commençons par le gros bout, nous avons d'abord en A. la *plate-bande de culasse*, qu'on appelle aussi l'arrière ou la tranche de culasse, c'est cette partie qui contient et supporte le système de fermeture de la pièce.

Après, vient le *tonnerre B*, divisé généra-

lement en deux parties, la première cylindrique pour renfermer la gargousse (charge de poudre), la deuxième évidée pour contenir le projectile.

D. est le *renfort* qui porte les tourillons au moyen desquels la pièce pourra être fixée sur son affût.

Après le renfort est la base du fût C, puis le fût E terminé par un *bourrelet* précédé d'une astragale F.

Dans les pièces de gros calibre, surtout dans celles de fabrication étrangère, il n'y a ni bourrelet ni astragale, mais à cela près les dispositions sont presque toujours les mêmes; nous noterons d'ailleurs toutes les variations au fur et à mesure qu'elles se présenteront, car nous ne parlerons pas seulement des canons français, nous étudierons aussi toutes les pièces étrangères qu'il est intéressant de connaître.

A l'intérieur, en commençant toujours par le gros bout, nous trouvons A, la *culasse*, destinée à être bouchée par les vis de culasse lorsque la pièce aura été chargée.

B. et C. La *chambre* divisée en deux parties, celle qui doit contenir la gargousse et celle qui reçoit le boulet.

D. L'*âme* qui s'étend jusqu'à la bouche.

C'est l'âme qui sert aujourd'hui à déterminer le calibre de la pièce A, autrefois, les canons étaient classés par le poids de leurs boulets; ainsi on appelait pièce de quatre celle qui lançait un boulet de 4 livres. Maintenant le calibre se compte en centimètres, équivalant à quelques millimètres près, au diamètre de l'âme du canon.

Les pièces que l'on fabrique à Ruelle et qu'on appelle pièces de marine, bien qu'elles servent aussi à l'armement de nos côtes et de nos places de guerre, sont de quatre calibres, dont voici les proportions :

Canon de 16 centimètres, longueur 3^m,385, diamètre à la culasse, 634 millimètres, poids 5,000 kilogrammes, portée extrême à l'angle de 35 degrés, 7,250 mètres, boulet de 45 kilogrammes.

Canon de 19 centimètres, longueur 3^m,80, diamètre à la culasse, 772 millimètres, poids 8,000 kilogrammes, portée 7,000 mètres, boulet de 75 kilogrammes.

Le canon de 24 centimètres a 4^m,56 de longueur, 98 centimètres de diamètre à la culasse, son poids est de 14,000 kilogrammes et il porte à 7,800 mètres, un boulet de 144 kilogrammes poussé par une charge de 20 kilogrammes de poudre.

Le canon de 27 centimètres a 4^m,66 de longueur, un diamètre de culasse de 1^m,133, il pèse 22,000 kilogrammes et porte, avec 30 kilogrammes de poudre un boulet massif de 216 kilogrammes.

Voilà les calibres réglementaires, mais notre grande usine nationale a fondu des canons plus forts que cela, témoin celui de 37,000 kilogrammes qu'elle avait envoyé à l'exposition de 1867.

Il est vrai que celui-là n'était pas dans le mouvement, outre qu'il se chargeait par la bouche, il était à âme lisse et nous n'avons point entendu dire qu'on lui ait fait subir les rayures de la civilisation.

Il faisait d'ailleurs partie de la série des grosses pièces coulées d'après le système que le général Paixhans avait inventé en 1822, et dont l'adoption à peu près universelle (sauf des différences de détail) fut l'un des événements les plus importants de l'histoire de l'artillerie dans notre siècle.

Mais ces grosses pièces n'existent plus que dans le souvenir et les quatre types nouveaux les ont remplacées dans notre armement naval et de rempart; comme ils sont destinés à faire disparaître complètement les mortiers, pièces de gros calibre, mais à fût très court affectées spécialement au lancement des bombes.

Quant à la pièce de sept, employée par notre armée de terre, et certainement la plus élégante de toutes celles qu'on fabrique aujourd'hui, sa longueur totale est de 2^m,52, et elle lance un projectile de 7 kilogrammes.

Elle a remplacé la pièce de quatre rayée (inventée par le colonel Treuille de Beau-Meu) qui nous assura la victoire pendant la campagne d'Italie de 1859, et tout naturellement le canon obusier de douze, dit canon Napoléon, qui avait fait son apparition pendant la campagne de Crimée et avait été adopté partout en Europe et en Amérique.

Il faut avouer qu'elle est déjà remplacée elle-même — tant le besoin de perfectionnement nous pousse à l'amour du changement — sinon effectivement, du moins sur le papier, depuis le 6 décembre 1881, par un canon de 155 millimètres, court en acier fretté jusqu'à la bouche, proposé par le colonel de Bauge.

Pour les pièces étrangères dont les calibres et les portées sont aussi variés que les systèmes d'après lesquels elles sont construites, nous en parlerons en temps et lieu.

Et maintenant que chacun connaît l'instrument qui nous occupe, nous pouvons, avec la certitude d'être clair, étudier sa fabrication, en commençant naturellement par la matière première.

II

LA MATIÈRE PREMIÈRE

La vraie matière première est le minerai (péroxide de fer) que l'on tire presque tou-

jours des mines à l'état granulaire et que l'on fait cuire dans les hauts fourneaux.

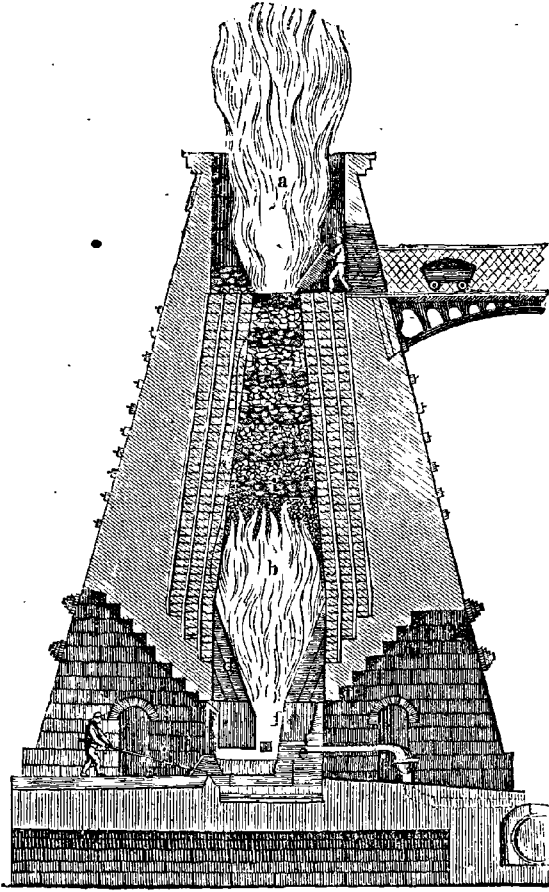
Or, comme les minerais sont, selon leurs lieux d'extraction, plus ou moins chargés d'oxyde de fer, de soufre ou d'oxyde de manganèse, il s'ensuit que les fontes qu'ils produisent sont de plus ou moins bonne qualité.

Les meilleures, les seules qu'on emploie à Ruelle, à la fonderie de canons de la marine nationale, sont les fontes grises et truitées, car les fontes blanches qui sont peut-être plus dures, sont aussi plus cassantes, parce qu'elles manquent de l'élasticité nécessaire.

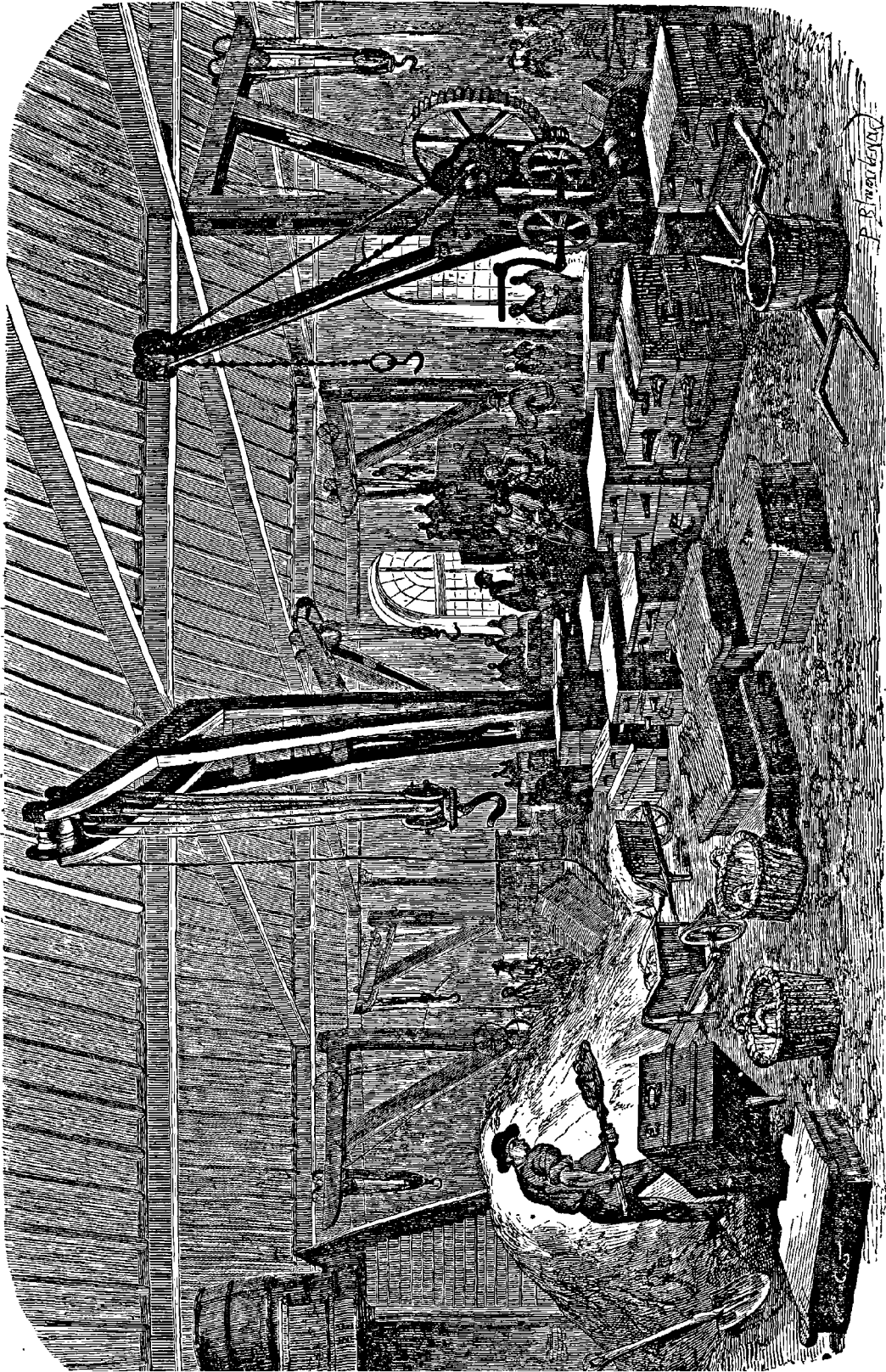
Voici, du reste, comment s'obtient la fonte à Ruelle, les procédés sont évidemment les mêmes, dans tous les hauts fourneaux, sauf les soins qu'on apporte dans le choix des matériaux et dans leur préparation.

Dans notre fonderie nationale, les mi-

nerais, qui proviennent presque tous des environs, ne sont adoptés qu'après avoir subi certaines épreuves. Ensuite on les trie soigneusement dans des cours pavées qu'on appelle *parterres*, pour débarrasser le véritable minerai de la terre et des gangues, qu'on extrait toujours avec, et afin que l'opération soit mieux faite, on casse à la main toutes les mottes qui dépassent le volume d'une noix.



Haut fourneau chargé.



... - Vue intérieure d'une fonderie.

Ce triage terminé, le minerai est étendu dans les cours où il reste exposé à l'air, pendant le temps que l'on juge nécessaire à le débarrasser des parties de soufre et de magnésie qu'il contient et que l'action de l'air et de la pluie finit par lui enlever.

Cette opération qui s'accomplit d'ailleurs toute seule, s'appelle la *macération*; quand on la juge suffisante, on procède au lavage du minerai, dans des bacs circulaires traversés par un courant d'eau, où il est battu constamment au moyen de palettes fixées sur un arbre vertical, qui le séparent presque complètement des matières étrangères, que le triage n'avait pu enlever.

Sorti de là, le minerai est égoutté, et l'on en fait des tas où l'on chargera facilement les wagonnets, qui le porteront à l'orifice du haut fourneau.

Les hauts fourneaux varient de dimensions et même de formes, selon qu'on y traite la fonte au bois, au charbon de bois ou au coke, mais le principe fondamental est toujours le même; que la tour qui le renferme ait huit mètres ou vingt mètres de hauteur, avec un diamètre proportionnel, c'est toujours un four dont le revêtement intérieur est en briques réfractaires, et qui a la forme de deux troncs de cônes accolés par leur plus large base, dont la réunion porte le nom de *ventre* du fourneau; la partie supérieure s'appelle la *cuve*, et l'orifice est le *gueulard*.

Pour la partie inférieure, c'est-à-dire le deuxième cône, on l'appelle les *étalages*, et elle se termine à sa base, qui a la forme d'un entonnoir renversé, par une capacité prismatique qui se nomme l'*ouvrage*, percée de trous ou *tuyères*, qui servent à l'introduction du vent.

Ce qu'on appelle le *vent* est donné au fourneau par deux souffleries d'un réglage très simple.

Ces appareils ont cela de particulier, qu'ils fournissent alternativement pendant une durée de trois heures, le chaud et le froid

et à des degrés extrêmes; c'est pour cela qu'il en faut deux pour un haut fourneau; il est vrai que trois suffisent pour deux fourneaux, car le gaz peut en chauffer deux ensemble pendant trois heures, et l'on fait passer dans un seul, pendant une heure et demie, tout le vent nécessaire aux deux fourneaux.

On comprend, par ceci, que les souffleries ne sont que les intermédiaires; l'appareil générateur est infiniment plus compliqué et surtout plus encombrant.

Les plus nouveaux sont ceux qui fonctionnent à l'usine de Terre-Noire et qui portent le nom d'appareils Siemens-Cowper; ils ont 15^m,50 de hauteur sur 5^m,90 de diamètre.

Ils se composent d'une cuve en tôle, pesant 35,000 kilogrammes, et représentant 77 mètres cubes; rivetée avec un soin extraordinaire pour qu'il n'y ait pas de déperdition de vent et entourée d'une double maçonnerie en briques réfractaires et en briques rouges, puis, pour l'emmagasinage de la chaleur: d'un quadrillage qui représente une surface de chauffe de 3,900 mètres carrés, renfermé dans un cube de 99^m,600, dont l'ensemble ne pèse pas moins de 100,000 kilogrammes.

Ce quadrillage repose sur une grille en fonte de 4,860 kilogrammes.

Tous ces chiffres font rêver, mais pour accomplir des travaux gigantesques, il faut des outils proportionnés.

Revenons à la description du haut fourneau.

Au-dessous des tuyères et séparé d'elle, par une sole ou plaque de tôle horizontale, se trouve le creuset où s'accumule la matière en fusion.

Lorsque le fourneau est suffisamment chauffé, on le charge par le *gueulard* de la façon suivante: une couche de minerai, une couche de charbon de bois, par 520 litres, et une couche de *castine*, par 45 litres.

Cette *castine*, ou fondant, ajouté au mi-

nerai pour en hâter l'entrée en fusion, à peu près comme on met de la levure dans la pâte pour précipiter la fermentation, est à Ruelle, un carbonate de chaux d'un blanc grisâtre, qui se trouve en quantités considérables tout près de l'usine, ce qui est d'autant plus précieux que les minerais des environs sont généralement siliceux ou argileux.

Ces trois couches posées, on verse dans le four un nouveau wagonnet de minerai, une nouvelle charge de charbon et de castine et ainsi de suite jusqu'à ce que la cuve soit suffisamment remplie.

Alors, l'opération commence, pour nous du moins, car en fait elle ne cesse ni jour, ni nuit, à cause du temps qu'il faudrait perdre pour réchauffer les fourneaux, si on les laissait refroidir; et la fusion se faisant avec plus ou moins de lenteur, selon que le minerai est plus ou moins réfractaire, le creuset s'emplit peu à peu de métal réduit et fondu, protégé et recouvert par les *laitiers*.

On appelle ainsi, les scories provenant des gangues et des fondants, sorte de pâte terreuse et vitrifiée, dont la couleur sert à juger de l'état de la fonte; et comme pour cela il faut pouvoir les examiner à tout instant de l'opération, on a posé sur la partie du creuset qui s'avance hors du fourneau et qu'on appelle *avant-creuset*, une espèce de rempart incliné, recouvert d'une plaque de fonte sur laquelle s'écoulent les laitiers.

S'ils présentent une couleur violette persistante, on n'obtient que de la fonte grise bourrue, s'ils sont vert clair ils annoncent de la belle fonte grise; vert foncé, la fonte sera truitée; s'ils sont noirs on est assuré d'avoir de la fonte blanche.

Mais au début de l'opération on peut modifier le résultat à obtenir d'après les symptômes révélés par les laitiers, soit en changeant les proportions de castine et de minerai, soit en donnant plus ou moins de vent au fourneau.

En somme il ne faut que neuf hommes pour manœuvrer un haut fourneau, savoir : quatre *chargeurs*, qui ont pour mission de remplir la cuve au fur et à mesure que la charge s'est affaissée, deux *gardeurs*, l'un pour veiller aux tuyères, et l'autre à la tympe, pour empêcher surtout que la flamme ne touche l'ouvrage, un *arqueur*, chargé de la distribution du charbon de bois, un *boqueur*, qui s'occupe du déblayage des laitiers, et un *mouleur de gueuses*, qui prépare, dans le sol de la halle, les rigoles par lesquelles la fonte, s'échappant du creuset, se rendra dans les moules pour s'y solidifier en lingots qu'on appelle *gueuses*.

Cette partie de l'opération est sinon la plus intéressante, du moins de beaucoup la plus pittoresque, la nuit surtout, où ces ruisseaux de métal en fusion se précipitant du fourneau par les rigoles, donnent une idée des volcans en éruption et éclairent l'usine de reflets d'incendie d'un effet fantastique.

Le métal met plus ou moins de temps à se coaguler dans les moules; quand il est refroidi, c'est de la fonte brute en gueuses, avec laquelle on peut faire à volonté du fer ou de l'acier.

Dans les usines où l'on transforme directement la fonte, on n'attend pas qu'elle soit refroidie et au lieu de la diriger vers les moules de gueuses on la conduit, toute incandescente, sur des wagonnets spéciaux, vers les fours à puddler, ou vers les appareils Bessemer, selon qu'on veut produire du fer ou de l'acier.

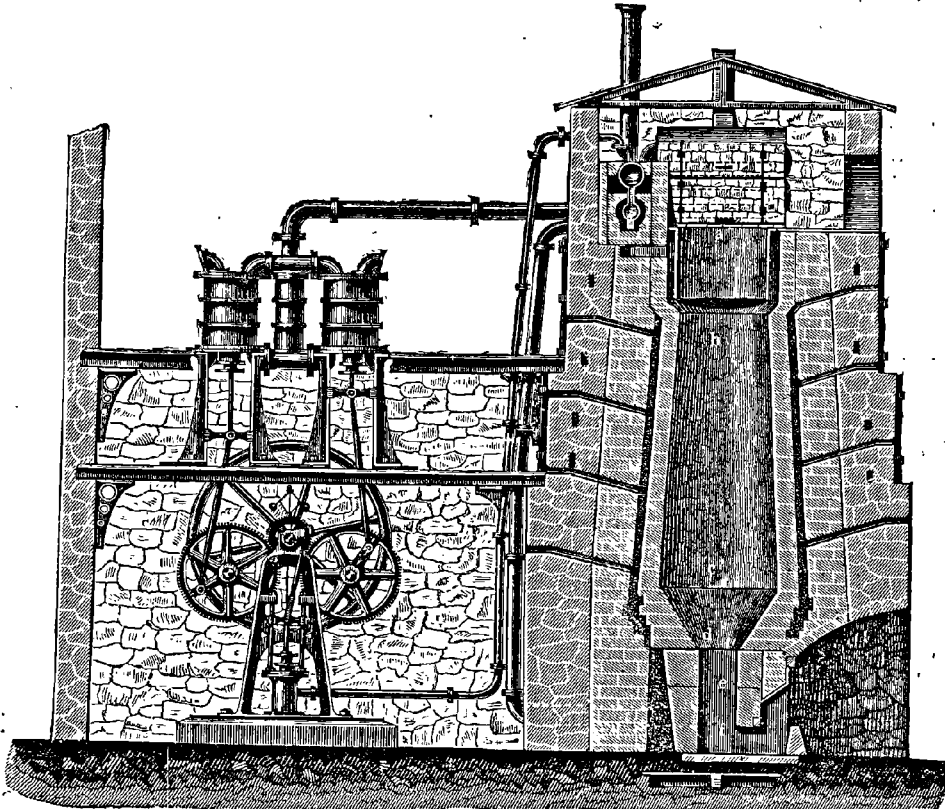
Le fer, n'étant que de la fonte affinée, s'obtient généralement par le puddlage, opération naguère encore très pénible pour les ouvriers, mais devenue assez simple depuis que l'on se sert des fours rotatifs, qui ont pris le nom de leur inventeur, M. Pernot, chef de fabrication à l'usine de Saint-Chamond.

Ce four présente non seulement les avantages appréciables d'augmenter la produc-

tion tout en améliorant le produit, mais encore de réduire considérablement la fatigue des puddleurs.

Il comprend une partie fixe (la chauffe, activée par un ventilateur à air chaud, et la voûte du laboratoire), et une partie mo-

bile (la sole et son support); ce support est une plaque de tôle sous laquelle est fixé un mécanisme, qui lui permet de se mouvoir autour d'un axe incliné et la sole se trouve être une cuve circulaire, dont le fond se forme à chaud, lorsque l'appareil entre en



Ensemble d'un haut fourneau.

mouvement, d'une couche de minerai concassé, mélangée avec des scories du cinglage.

Quand sa surface est suffisamment régularisée, on jette dessus la fonte qui doit être transformée et qu'on a naturellement laissé refroidir pour la réduire en fragments maniables; la rotation répartit la charge, qui ne dépasse guère 200 kilogrammes.

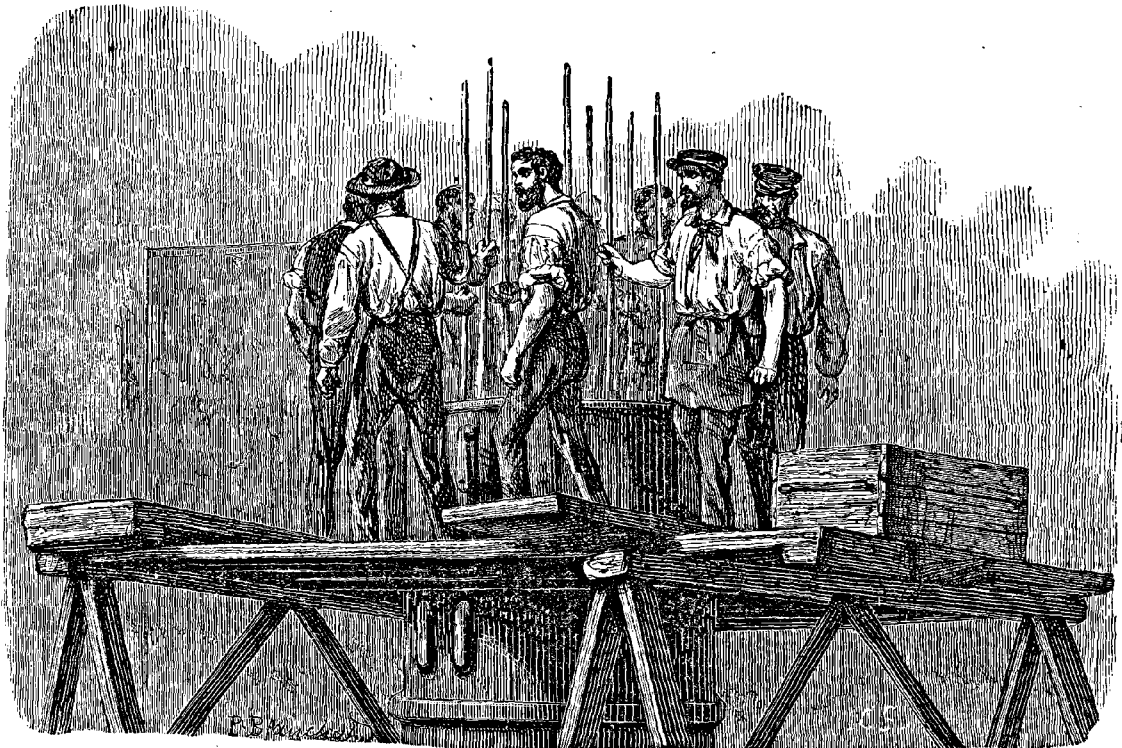
Au fur et à mesure que la fonte rougit, on la retourne sur la sole de manière à en activer la cuisson, et comme il s'agit de faire

évaporer complètement le carbone qu'elle contient, on commence à la brasser, mais grâce au mouvement de rotation et à l'inclinaison de la sole, l'ouvrier n'a plus besoin de faire, pendant plus d'une heure, ce terrible mouvement de va-et-vient auquel il était condamné avec le four d'ancien système; il se contente de poser son ringard sur le fond de la sole et de l'appuyer contre l'ouvreau de la porte de travail, en inclinant sur le rayon de la cuve, et le brassage s'opère tout seul par le moyen de la rotation;

aussi sont-ce seulement les aides qui ont jusqu'à présent travaillé, les puddleurs n'entrent en action qu'au moment où le gâteau de fer commence à se former; alors on arrête le four et ils coupent le gâteau en petites sections qu'on appelle des *loupes*, et qu'ils retournent d'autant plus facilement qu'il leur suffit d'imprimer un léger

mouvement de rotation à la sole pour avoir toujours le métal, non encore sectionné, devant la porte de travail.

Les loupes terminées, les aides les sortent du four et les portent sous le marteau-pilon ou elles subissent un martellement qu'on appelle *cinglage* et qui a pour objet de les débarrasser des scories:



Fabrication des moules de canon.

Les loupes refroidies sont des lingots de fer.

On peut traiter l'acier par les mêmes procédés et dans les mêmes fours, à la condition d'arrêter le brassage au moment précis où il reste assez de carbone dans la fonte pour qu'elle ne soit pas devenue du fer; mais le système Bessemer est plus ingénieux et surtout plus expéditif, puisque, en une demi-heure il peut produire 3,500 kilogrammes d'acier en lingots.

Quelques lignes nous suffiront pour dé-

crire cet appareil, qui porte le nom de son inventeur.

Il se compose d'une vaste cuve ovoïde, construite en briques réfractaires, mais entourée d'une multiple enveloppe de plaques de tôles solidement boulonnées.

La gueule de cette cuve est tournée vers une cheminée par où s'élancent la fumée et les scories, avec d'autant plus de rapidité qu'elles sont chassées par une soufflerie mécanique d'une grande puissance, dont le vent pénètre dans la cuve par cinq trous d'assez

grandes dimensions, percés à son orifice inférieur.

Un pivot horizontal permet d'amener la gueule du convertisseur à l'extrémité de la rigole, par où la fonte en fusion arrive directement du haut fourneau ou, si la distance est trop grande, du wagonnet spécial qui l'a transportée à portée de l'appareil.

La cuve suffisamment chargée de métal, on fait jouer le pivot pour remettre l'appareil en place, on met en jeu la soufflerie, et l'opération commence avec une telle intensité que des pluies d'étincelles de toutes nuances, on pourrait même dire des gerbes de feu, s'échappent du convertisseur, avec un effet qui laisse loin derrière lui tous les feux d'artifices connus.

Ce sont les scories de toutes sortes que le vent chasse du métal, qui se décarbure d'autant plus vite.

Le chef d'atelier, à l'aide d'un spectroscope, surveille attentivement le progrès de l'opération; lorsqu'il la juge assez avancée, il fait abaisser l'appareil, dans lequel on verse du spiegel, autrement dit de la fonte miroitante, additionnée d'une quantité de manganèse plus ou moins grande, selon la qualité qu'on veut donner à l'acier; le convertisseur remis en place fonctionne encore pendant quelques instants, pour donner au métal le temps de se mélanger parfaitement et c'est fini; la fonte est maintenant de l'acier, que l'on sort du convertisseur pour le verser dans une poche en briques réfractaires, préalablement chauffée à blanc, et percée de trous, par où l'acier s'écoule dans des lingotières disposées dessous dans une forme circulaire.

Bien qu'il y ait encore d'autres façons de produire l'acier : soit directement avec les minerais, ce qui donne ce qu'on appelle l'acier naturel, soit par la carburation du fer en barres, qui donne l'acier cimenté, nous nous en tiendrions à celle que nous venons de décrire, comme la plus pratique, si nous ne croyions intéressant de dire quelques

mots de la fabrication de la fameuse usine d'Essen.

Chez M. Krupp, l'acier est obtenu par le puddlage, puddlage partiel toutefois, car l'ouvrier après avoir soumis sa fonte à la chaleur d'un four à réverbère, n'attend pas pour la retirer qu'elle soit réduite en fer, il ne la laisse pas se décarburer intérieurement et la soumet au martelage, puis au laminage de façon à la purger de tout le laitier et à rapprocher les molécules.

Ceci n'est qu'une première opération, car la matière des canons Krupp est de l'acier fondu; celui dont nous venons de parler retourne donc à la fonte, mais additionné alors d'un fer spécial, fabriqué avec un minerai qu'on ne trouve qu'en Allemagne, et qui a la propriété de se carburer aux dépens de l'acier puddlé, auquel il enlève ainsi son excès de carbone.

Cette fonte ne se fait point à même dans les fours à réverbères, mais par quantités relativement minimales (de 20 à 40 kilogrammes) dans des creusets fabriqués avec des terres spéciales, dont la composition est le secret de la maison, et qui sont disposés sur des grilles de fours, également espacées et maçonnées avec des briques réfractaires de Cordowan.

Nous en reparlerons, du reste, quand nous nous occuperons de la coulée.

L'usine Krupp n'a pas d'ailleurs le monopole de l'acier composé, et sans parler de certains fondeurs français qui ne publient point leurs procédés de fabrication, nous connaissons à Colpino, près de Saint-Petersbourg, une usine qui a aussi son étoffe à canon spéciale.

Cette usine, dirigée par M. Povtceloff et le colonel Aboukoff, produit des canons de 6 à 9 pouces de diamètre dans l'âme, avec de l'acier coulé mélangé de fer blanc, de copeaux de fer, de minerai magnétique et d'un soupçon d'arsenic; ce qui n'a pas empêché la Russie d'avoir fait une grande partie de son armement avec des canons Krupp.

Nous ne terminerons point ce chapitre des matières premières sans dire quelques mots des autres étoffes à canons usitées, bien que ce soient des métaux composés.

Il y a d'abord le bronze, qui n'est complètement abandonné, à cause de son prix, que pour les pièces de gros calibre, à telles enseignes que le canon de Reffye, de sept centimètres, qui a été, s'il n'est encore le canon réglementaire de notre armée de terre, était de ce métal.

Il est vrai qu'on le fait aussi en acier, avec les modifications qu'exige ce genre de fabrication ; mais, dans l'esprit de son auteur, il était en bronze, à 100 parties de cuivre contre 41 d'étain, coulé plein, le tonnerre en bas.

Il y a le métal sterro, ainsi nommé du mot grec qui signifie ferme, et se compose de la façon suivante :

53,04 de cuivre,
42,46 de zinc,
1,77 de fer,
0,83 d'étain.

Ce métal, composé par le baron autrichien Bosthorn, a été expérimenté à l'arsenal de Vienne, et depuis à l'Institut polytechnique de Woolwich, mais avec quelques modifications qui portent à 60 les parties de cuivre, à 46,48 les parties de zinc, à 1,93 celles de fer et à 0,90 celles d'étain, et il paraît, d'après le rapport de M. Jules Anderson, qu'en Angleterre il a donné des résultats meilleurs qu'en Autriche, et qu'il se recommande surtout par sa grande élasticité.

On en a fabriqué très économiquement des pièces de campagne du calibre de 4 à 12 livres ; mais, en somme, ce métal ne paraît pas être entré encore dans la fabrication courante, surtout en Autriche, où le bronze, comprimé par le procédé Uchatius, qu'on appelle aussi bronze-acier, est employé pour les pièces de campagne.

Il y a aussi le fer forgé, qui, tantôt seul,

tantôt uni à d'autres métaux, sert à la composition de certains canons étrangers ; nous en parlerons dans un article spécial, ainsi que du bronze acier, qui trouvera sa place au chapitre suivant.

III

LA FONDERIE

Que les canons soient en acier plein comme les krupps, les grosses pièces russes et nos canons de 7 du système de Reffye ; en fonte pure comme les canons américains ; ou en fonte et frettés d'acier, comme les énormes pièces de notre artillerie de marine, l'opération est toujours à peu près la même, et si nous décrivons de préférence la fabrication de ces derniers, c'est qu'elle est plus complexe en raison même de l'addition des frettes, qui n'a pas lieu quand la pièce est fondue d'un seul bloc.

Tout d'abord il s'agit de préparer les moules qui doivent recevoir la fonte, ou pour mieux dire de les fabriquer, car on comprend très bien qu'ils ne servent qu'une fois.

On faisait jadis les moules en fonte et même en bronze, et l'opération était délicate en raison de la culasse et des tourillons, mais aujourd'hui que tous les canons sont à culasse mobile et que les tourillons sont rapportés, on les fait tout simplement, et en plusieurs pièces, avec des planches de sapin.

Naturellement ce n'est pas là le moule, mais seulement le bâti qui le contiendra.

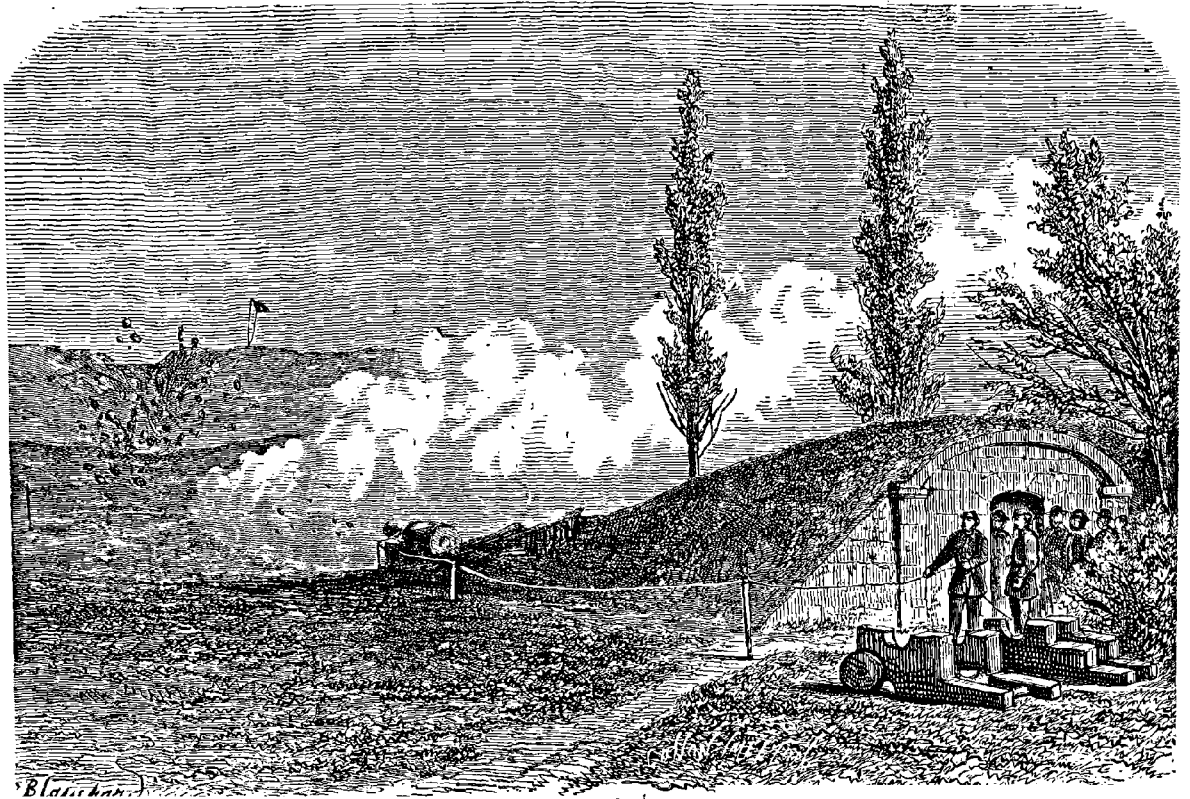
Le moule se fait en sable, il est soutenu par un châssis cylindrique en fonte, renforcé par des cercles et des côtes de fer, servant aussi à fixer les brides qui relieront pendant la coulée, les différentes parties du châssis.

Pour fabriquer ce moule, ces parties sont posées verticalement au milieu du modèle et c'est le sable qu'on introduit entre le châssis et le modèle que constituera le moule.

Ce sable, d'une nature spéciale, tiré des carrières d'Antornat près d'Angoulême et qui contient 60 pour cent de silice et 20 pour cent d'alumine, est jeté à la pelle et damé continuellement avec des pilons de bois, par une douzaine d'ouvriers qui tournent autour du modèle, comme on le voit dans notre gravure.

L'opération terminée, le fragment de moule est enduit d'une pâte assez liquide, composée de poudre de charbon de bois et d'argile, délayée dans l'eau; on le porte ensuite, sur des chariots faits exprès, dans des étuves où on le laisse sécher pendant deux jours.

Quand toutes les parties d'un même moule



L'épreuve à outrance.

ont subi une dessiccation suffisante, on les ajuste l'une sur l'autre de façon à constituer le moule, c'est ce qu'on appelle le *remoulage*.

Cette opération se fait généralement en place; c'est-à-dire dans la fosse creusée au milieu de la halle, sur laquelle donnent tous les fours à réverbères, dans lesquels on fait refondre le métal nécessaire à la coulée.

A Ruelle, bien qu'il y ait deux hauts

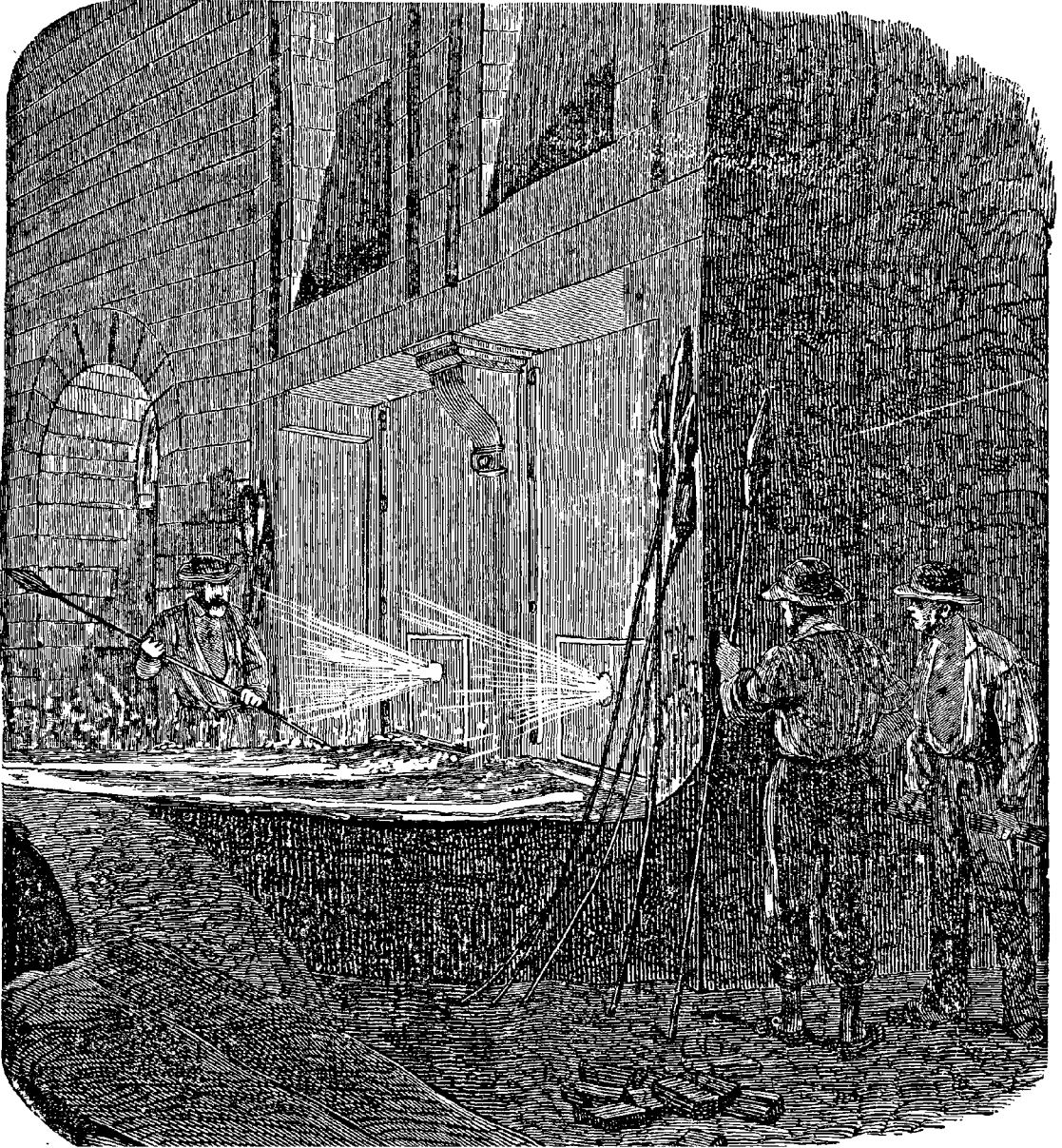
fourneaux, toute la fonte ne provient pas de l'usine; sans doute on pourrait en produire assez pour la fabrication normale, mais on trouve dans un métal composé des avantages que ne donne pas la fonte d'une seule venue.

Sans parler de l'économie, car la fonte du commerce est moins chère que celle que produit l'usine.

Inutile de dire qu'on apporte le plus grand

soin dans le choix de ces fontes et qu'on ne les adopte définitivement que lorsqu'elles ont subi diverses épreuves.

D'abord, les fontes apportées par les fournisseurs, en *gueuses* de douze cents kilogrammes, sont cassées en fragments au



Un four à réverbère.

moyen d'un mouton à déclin, qui s'appelle naturellement « casse-fonte, » et quelquefois refusées au seul aspect de la cassure.

Liv. 3.

. Celles qui sont acceptées sont classées par catégories dans les parterres en attendant l'épreuve finale, qui consiste dans le

3

fabrication d'un canon de huit, avec quatre sortes de ces fontes mélangées dans la proportion de 55 pour 100 avec la fonte de l'usine.

Ce canon, fondu avec autant de soin que s'il devait sortir de la manufacture, est éprouvé à outrance, c'est-à-dire qu'on lui fait supporter successivement le tir :

De 20 coups, à la charge de 4^m,305 de poudre avec un boulet.

Dé 20 coups, chargés de 4^m,958 de poudre et de deux boulets.

De 10 coups à la même charge, mais avec trois boulets.

De 5 coups, à 6 boulets, avec 4 kilogrammes de poudre.

Si le canon résiste à cette épreuve, la fonte est bonne, mais comme il faut qu'elle soit excellente on continue le tir à outrance.

Le canon est chargé, c'est le cas de le dire jusqu'à la gueule, puisqu'on introduit dedans jusqu'à 7^m,822 de poudre et 13 boulets, et s'il peut tirer comme cela seize coups sans éclater, la fonte qui le compose est acceptée.

Cette expérience, comme on le pense bien, est renouvelée pour les spécimens de toutes les fontes qu'on présente à l'usine, mais si elle n'est pas concluante, les frais de l'épreuve sont à la charge du fournisseur dont la fonte est rejetée.

Les fontes adoptées à Ruelle sont réparties dans les fourneaux de seconde fusion dans les proportions suivantes : 40 pour cent de fontes provenant des hauts fourneaux de la manufacture, 40 pour cent de fontes du commerce et 20 pour cent de fontes de seconde fusion, provenant d'anciens canons réformés, de pièces éprouvées et de *masselottes* de pièces déjà fondues.

Nous dirons tout à l'heure ce qu'on entend par *masselottes*. Parlons d'abord des fourneaux qu'on appelle fours à réverbères, par ce que leur voûte unique et surbaissée, couvrant à la fois la chauffe et le laboratoire, fait réverbérer la flamme sur le métal — et

qui sont placés, deux à deux, tout autour de la halle de fonderie, qui à cause de cela a généralement une forme circulaire.

Ces fours se composent de deux enveloppes de briques, maintenues par des tirants en fer, solidement boulonnés à l'intérieur et dont l'entre-deux est comblé avec du sable.

La sole (c'est ainsi qu'on appelle le fond du laboratoire) est mobile, c'est-à-dire qu'on la refait à chaque opération avec un sable, que l'on choisit assez fusible pour se prendre en masse à la chaleur et se couvrir d'un léger enduit vitreux, mais néanmoins assez réfractaire pour résister à l'intensité du calorique.

Entre les deux portes indispensables : l'une pour arriver à la grille au combustible et l'autre pour charger le laboratoire, les fours à réverbères ont une paroi qui s'ouvre sur l'intérieur de la halle de fonderie.

Il est vrai que cette ouverture, qui est l'équivalent de la bouche d'un creuset, est comblée pendant l'opération avec des briques maçonnées au sable, mais on a soin de laisser, l'un au-dessus de l'autre, deux points faibles, que les fondeurs pourront percer facilement lorsqu'il s'agira de laisser écouler le métal en fusion.

Les fours sont chauffés au charbon de terre à très grand feu pour que la flamme, circulant librement dans le laboratoire, passe entre les lingots de fonte, placés en pyramide, de façon que les plus gros subissent la plus forte chaleur; aussi entrent-ils assez rapidement en fusion, la fonte étant beaucoup moins réfractaire que le minerai.

Mais pour maintenir le combustible dans un état d'incandescence suffisant à liquéfier des masses de métal aussi considérables que celles qu'on emploie dans les grandes fonderies, il faut des courants d'air d'une énergie extrême, que l'on n'obtient qu'à l'aide de ventilateurs très puissants.

Ceux que représentent notre gravure sont ceux de l'usine d'Indret, mais si partout ils

ne se ressemblent pas exactement, le principe en est partout le même.

Ces ventilateurs se composent d'un tambour métallique de 2 mètres de diamètre, garni d'une roue à palettes, actionnée par une machine à vapeur, et qui, tournant à l'intérieur du tambour avec une vitesse de cinq cents tours par minute, refoule vers la circonférence l'air entré par la porte centrale.

Ce mécanisme est si connu qu'il n'est pas besoin de plus longue explication.

A la manufacture de Ruelle, aux six fours primitifs qui ne pouvaient contenir chacun que 3,000 kilogrammes de métal, on en a ajouté quatre autres d'une capacité plus grande; ce qui permet de fondre aisément les pièces réglementaires de 27 centimètres et même celles d'un calibre plus fort dont on arme maintenant les vaisseaux cuirassés.

Pendant que la fusion s'opère, les fondeurs préparent leur moule, nous avons dit déjà qu'ils l'avaient ramoulé dans la fosse, creusée au milieu de la halle, à une profondeur suffisante pour que l'orifice du moule soit au niveau du pavé.

Mais cet orifice ne sera pas celui de la pièce, car depuis que l'expérience a démontré que, contrairement à ce que l'on croyait d'abord, la partie la plus dense d'un long cylindre coulé était le centre; on coule les canons la volée en bas et on laisse arriver, du côté de la culasse, un excédant de longueur suffisant pour que le milieu de la pièce fondue soit, précisément, le tonnerre et le point de jonction du tonnerre avec la volée; parties qui, du reste, ont besoin d'être les plus résistantes.

C'est cet excédant de fonte qui atteint environ le quart de la longueur totale de la pièce, et qu'il faudra nécessairement couper avant le forage; qu'on appelle la *masselotte*.

La masselotte a encore une autre utilité; car l'écume de la fonte en fusion montant toujours à la surface, par le moyen que nous verrons tout à l'heure, elle contient natu-

rellement toutes les scories de la coulée.

Le moule, dressé bien verticalement dans la fosse, n'est cependant pas encore fini; il faut maintenant introduire au milieu le noyau, autour duquel se répartira la fonte, car on a renoncé au système du coulage en plein des canons, adopté d'abord parce qu'on croyait qu'il donnait plus d'homogénéité au métal.

Ce procédé, outre l'avantage de simplifier le travail du forage, donne à la pièce une solidité plus grande dans la région qui avoisine l'âme, étant reconnu que toute la zone qui environne le noyau acquiert une ténacité et une dureté d'autant plus grandes qu'elle se refroidit plus vite.

C'est pour cela que dans certaines usines de l'étranger, notamment en Amérique, on fait passer dans le noyau, qui est creux — un courant d'eau sans cesse renouvelé.

A Ruelle, où cette précaution est jugée inutile, le noyau, qui, comme on le pense bien, a un diamètre moins grand que celui qu'on veut donner à l'âme de la pièce, est en fer cannelé que l'on entoure d'une grosse corde d'étoupe, revêtue préalablement d'une couche de sable à mouler.

Ce noyau posé, le moule n'attend plus que les conduits doublés de terre réfractaire qui doivent y amener le métal, et que l'on adapte à des siphons préparés, de distance en distance, dans toute la hauteur du moule, pour des raisons qui vont s'expliquer d'elles-mêmes tout à l'heure.

L'autre extrémité des conduits est reliée avec le chenal de coulée — creusé à même dans un massif de sable, étalé sur un mètre de hauteur en avant de la bouche des creusets — par des tuyaux de tôle, revêtus intérieurement de terre réfractaire.

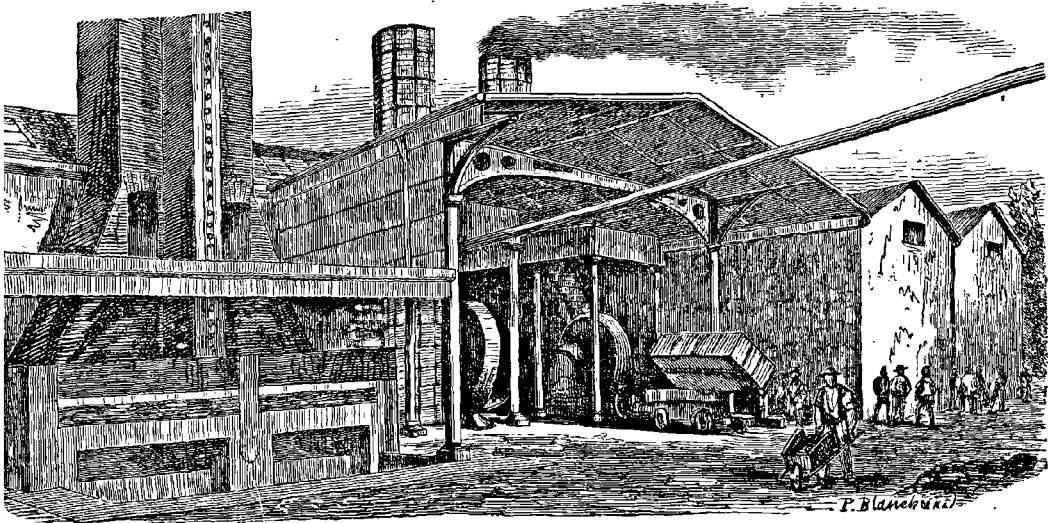
Lorsque tout est prêt, c'est-à-dire quand les creusets des fours à reverbères, mis en activité en même temps, sont remplis de fonte liquéfiée, le chef d'atelier donne le signal qui est d'abord un garde à vous général.

Aussitôt, tous les fondeurs de l'équipe, armés de leurs instruments spéciaux, et coiffés de chapeaux, dont les immenses bords sont destinés à leur servir d'écrans pour protéger leurs visages contre les réverbérations intenses du métal en fusion, se groupent à leurs postes respectifs.

Au premier coup de la cloche qui annonce le commencement de la coulée, des ouvriers, qui se tiennent à proximité des fours, percent d'un coup de ringard (longue barre

de fer qui leur permet d'agir sans approcher de trop près) la paroi de chaque creuset, à l'endroit où elle a été amincie à dessein. Alors la coulée s'opère et la fonte, blanche d'incandescence, se précipite liquide dans le chenal où, pour peu que la nuit soit venue, elle trace un ruisseau de feu.

Pour en modérer le jet, un ouvrier bouche en partie le trou qui vient d'être fait avec une *quenouillette*, espèce de cône en terre réfractaire moulé à l'extrémité d'une



Les ventilateurs d'une fonderie.

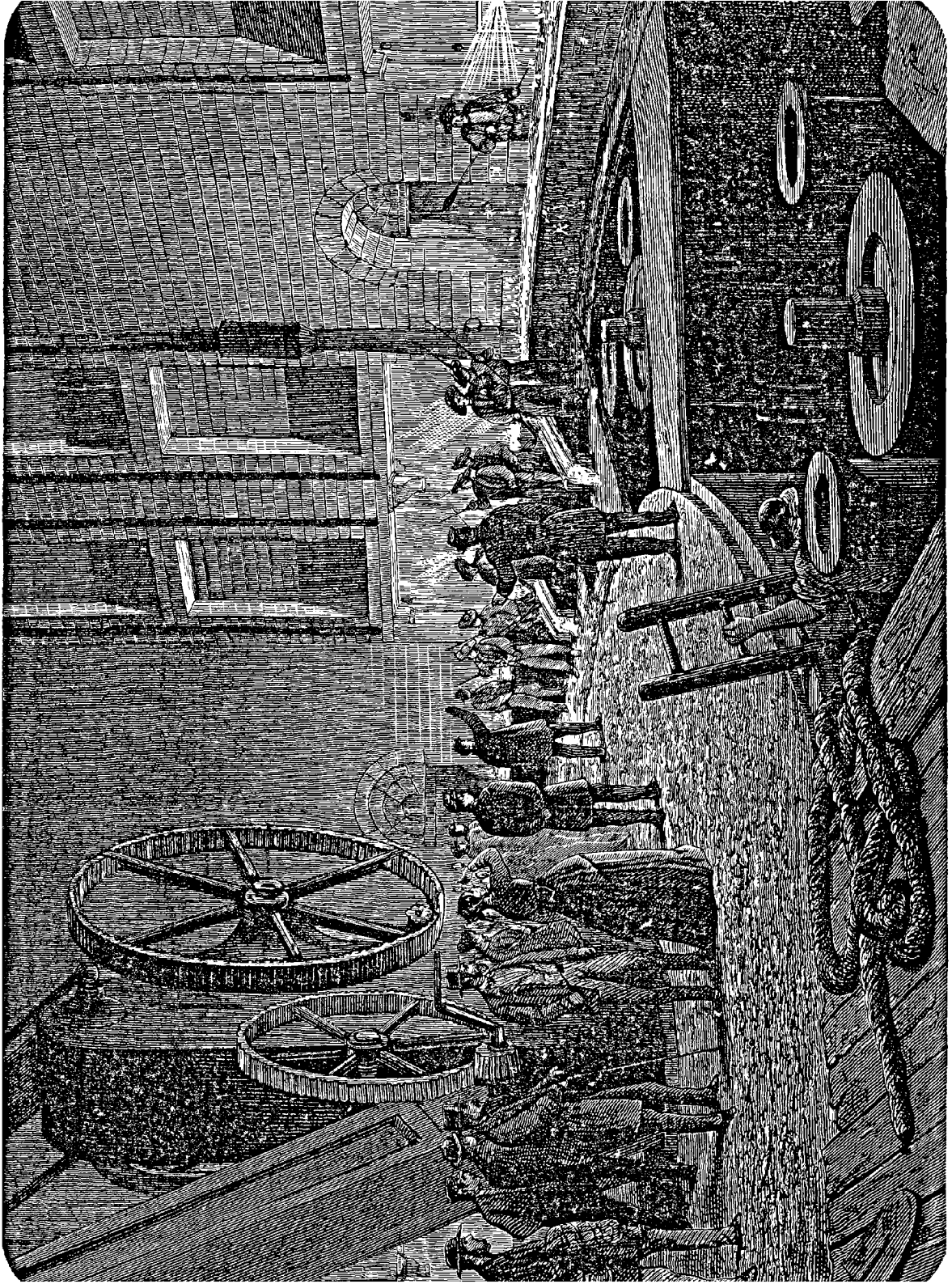
tige de fer recourbée, assez longue pour qu'il puisse opérer à distance, mais qu'il ne manie pourtant pas, sans s'envelopper la main et le bras des plis de sa large manche, dont l'ampleur exagérée est calculée pour cela.

Ce qui n'empêche pas un autre fondeur de boucher, également avec une *quenouillette*, l'entrée du canal en tôle; de façon à régler comme il convient l'arrivée au moule du métal en fusion.

Ces précautions ne sont pas les seules à prendre, il faut aussi arrêter dans le chenal de coulée toutes les impuretés qui surnagent, de façon à ce qu'il arrive le moins de scories possible, jusqu'au moule; l'opéra-

tion est faite par un ouvrier qui tient verticalement, dans le chenal, une pelle à manche recourbé, qui fait à peu près l'office d'une vanne.

Malgré cela il en reste toujours. Mais on s'arrangera pour les faire monter à la surface, au moyen des siphons qui servent à emplir le moule; car le métal se précipitant d'abord par l'ouverture inférieure, monte en hélice et entraîne à sa surface les scories qu'il est important de ne pas laisser figer dans la partie qui constituera le canon. C'est pour cela qu'il y a sur la hauteur du moule un deuxième, un troisième siphon et même quelquefois plus, qui tous jouent successivement le même rôle que le premier.



La coulée des canous à la manufacture de Huelle.

Le moule s'emplit ainsi jusqu'à ce qu'on soit arrivé au dernier siphon, c'est-à-dire à la hauteur de la masselotte, et alors comme il n'y a plus tant de précautions à prendre, puisque la masselotte sera perdue, on retire les quenouillettes et la pelle d'arrêt, et on laisse couler le liquide librement, jusqu'au moment où le moule étant plein, on arrête la marche du métal, en abaissant à coups de masse, la valve en tôle disposée d'avance et qu'on appelle *arrêt de coulée*.

Il ne reste plus qu'à laisser refroidir le métal dans le moule, ce qui demande de deux à cinq jours, selon la grosseur des pièces, pour avoir, non pas tout à fait un canon, mais le cylindre conique qui le constituera quand il aura reçu ses frettes et subi les diverses opérations que nous décrirons plus tard.

Pour le moment, nous allons d'après M. Turgan, qui a eu l'avantage fort rare, de visiter la célèbre usine d'Essen, dire quelques mots du système de fonte des canons Krupp.

A Essen, il n'y a pas de fours à réverbères et la coulée ne s'opère pas mécaniquement, mais à bras d'homme; cela tient à ce que l'acier se refroidissant beaucoup plus vite que la fonte, il faut que le moule soit rempli avec plus de vivacité.

Nous avons dit déjà que le métal Krupp, acier puddlé mélangé d'un fer particulier, était disposé dans des creusets d'une contenance de 25 à 40 kilogrammes.

Ces creusets sont placés par 4, 8 ou 12, dans des fours disposés tout autour d'une halle immense et en assez grand nombre pour contenir les mille ou douze cent creusets quelquefois nécessaires à une seule coulée.

Le moule est placé comme partout dans une fosse au centre de l'usine, mais il est surmonté d'une cuvette formant entonnoir et vers laquelle convergent un certain nombre de canaux recouverts d'une plaque de tôle, et évasés à leur extrémité libre pour

qu'on puisse y verser facilement l'acier en fusion.

« Quand le général a jugé la disposition de la cuvette et des canaux convenablement agencée, dit M. Turgan auquel nous empruntons sa description faite *de visu*, il fait un signal, et les ouvriers, à leur poste, commencent par découvrir les fours en tirant sur des rails leurs couvercles en fonte revêtue de briques et qui sont portés sur des galets; les ouvriers sont divisés par équipes et chaque homme est choisi pour une spécialité dans laquelle il doit exceller.

« L'un d'entre eux saisit avec une pince un creuset, mais au lieu de l'enlever à bout de bras, comme nous faisons en France, il accroche simplement la tige recourbée de sa pince sur une barre que viennent lui présenter deux autres ouvriers, qui la portent en travers de leurs épaules; il est donc délivré de son fardeau et peut saisir un autre creuset, tandis que les deux hommes qui en ont hérité le portent sans fatigue et sans secousse, parce qu'il est pendu verticalement entre eux comme les fardeaux que portent les portefaix de Marseille; ils le déposent presque instantanément sur une place laissée libre au devant des fours. A cette place d'autres ouvriers, rangés militairement deux par deux, tiennent entre eux une pince double dont l'anneau entoure le ventre du creuset, qui reste encore vertical entre ses deux porteurs.

« Puis ils marchent alors lentement mais sûrement vers le canal qui est désigné à leur équipe, et y versent le contenu du creuset qui s'écoule vers la cuvette; dès que le creuset est vidé, ils le précipitent par un entonnoir dans des caves, de sorte qu'il n'embarrasse pas le sol de la halle; ils trempent dans des bassins d'eau, disposés à cet usage, leurs pinces, que le contact du creuset n'échauffe que trop rapidement, et les longues manches de toile épaisse qui leur servent de gants; puis ils reprennent leurs pinces et vont se mettre à la suite de

leur compagnie, et tout cela sans agitation et sans autres cris que l'appel poussé par l'équipe pour indiquer aux chauffeurs placés dans les galeries souterraines que le moment est venu de retirer des foyers le coke entourant les creusets.

« Diverses précautions de détail sont prises pour assurer le succès de l'opération et quelques minutes suffisent pour remplir la vaste capacité, contenant quelquefois 37,000 kilogrammes. »

Évidemment, c'est plus rapide que le procédé français; mais outre qu'il est infiniment plus coûteux, ce système exige un personnel nombreux et d'une aptitude si particulière, que M. Turgan constate lui-même que sur cent ouvriers qui entrent comme apprentis dans les halles de la fonderie d'acier, quarante au moins sont obligés de reconnaître au bout de peu de temps, qu'ils sont incapables de la scrupuleuse attention et de la dextérité nécessaires pour la bonne exécution des manœuvres.

Signalons donc le procédé, puisqu'il faut tout savoir, mais ne le préconisons pas.

Le système américain se rapproche beaucoup plus du nôtre. Pour les canons Rodman et Dahlgren dont le calibre atteint jusqu'à 20 pouces, la coulée s'opère de la même façon qu'à Ruelle, en tant que coulée seulement; la disposition des fourneaux, la préparation des moules, les opérations auxiliaires diffèrent.

Nous mettons d'ailleurs sous les yeux de nos lecteurs l'extrait d'un article de la *Revue maritime et coloniale* décrivant le coulage d'un canon monstre destiné à l'armement du vaisseau cuirassé le *Puritan* et pour lequel il a fallu distribuer dans trois fourneaux seulement 63,500 kilogrammes de métal.

Ce poids n'est naturellement pas celui de la pièce terminée, la masselotte abattue, elle ne pèse plus que 40,823 kilogrammes.

C'est bien encore quelque chose, aussi

l'opération mérite-t-elle d'être suivie dans tous ses détails.

« Les trois fourneaux contenant cette masse énorme de métal furent mis en feu le samedi à quatre heures et demie du matin, et peu après midi la fonte était bonne à couler dans le moule.

« Ce moule, malgré sa dimension prodigieuse, était préparé avec autant de soin et ajusté aussi habilement qu'un vase en marbre de Paros. Il avait été préparé plusieurs semaines à l'avance et consistait en deux sections longitudinales recouvertes chacune d'une couche épaisse, mais parfaitement égale, d'un mélange de poussière de charbon de terre et de sable à noyau.

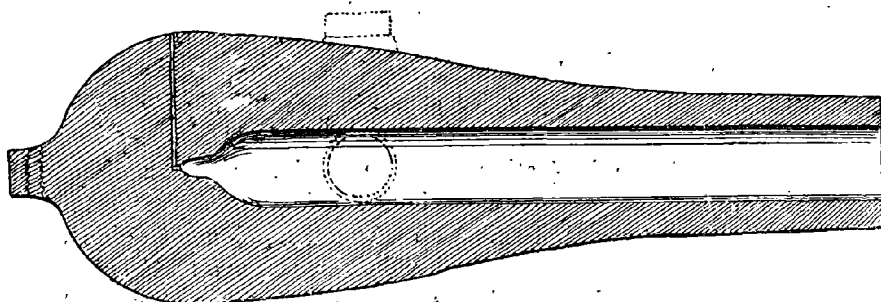
« Avant d'être employées, ces deux parties avaient passé plusieurs semaines au four jusqu'à ce que l'enduit fut devenu aussi dur que la pierre et complètement exempt de la moindre humidité.

« Avant d'être placées dans la fosse, ces sections furent solidement liées ensemble avec des chaînes. Le moule ainsi complété fut alors maintenu, suspendu par une grue gigantesque dans une grande fosse, le haut du moule étant de niveau avec le sol de la fonderie. Un noyau creux de 20 pouces (508 millimètres) de diamètre, et préparé de la même manière que les deux sections, fut alors suspendu à l'intérieur du moule et ajusté pour former l'âme du canon.

« A midi 2 minutes, le premier et le second fourneau furent débouchés et le troisième à midi 3 minutes, le fer en fusion fut dirigé des différents fourneaux vers le moule par des conduits dont le plus long avait 18^m,28. Avant de couler dans le moule, il était recueilli dans un petit réservoir placé tout auprès et d'où on le dirigeait à volonté par d'autres conduits vers les différents côtés de la fosse.

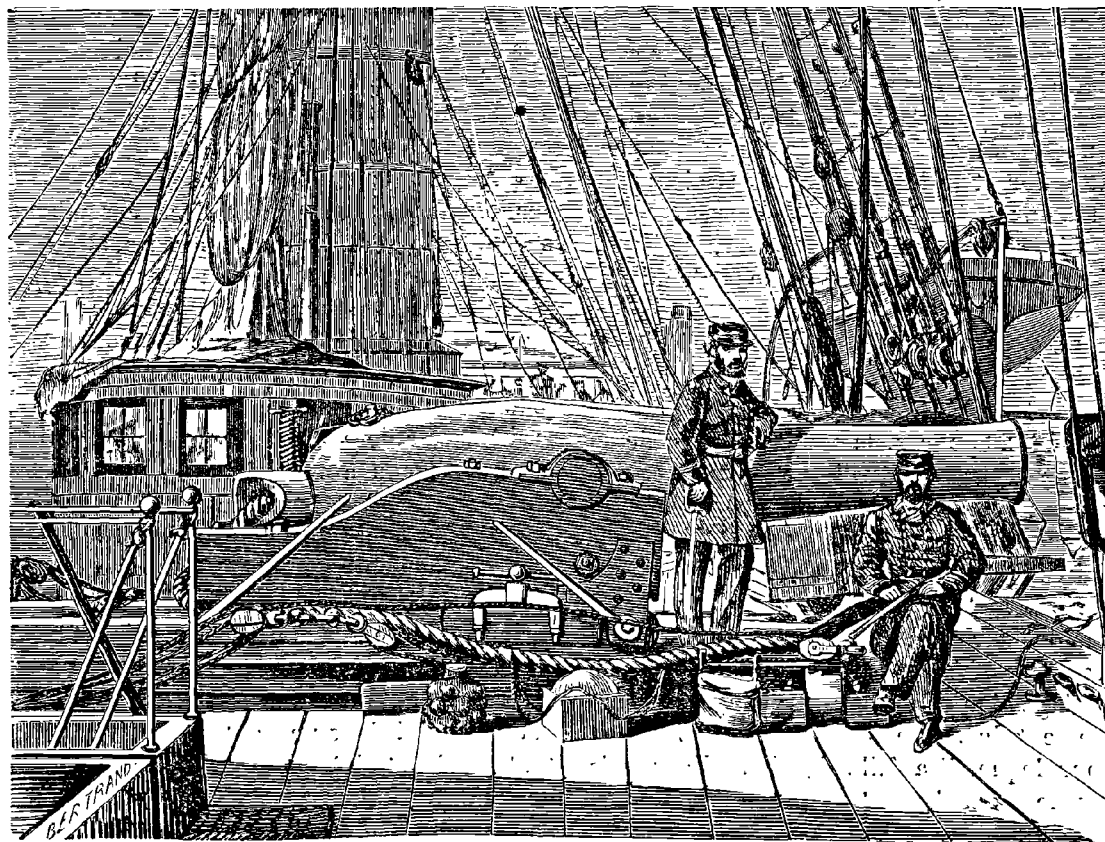
« A midi 20 minutes, le premier fourneau s'arrêta, à midi 23 minutes le second cessa de couler, et le troisième cessa également à midi 24 minutes. Au commencement de

l'opération la température était à l'intérieur de la fonderie de $27^{\circ} 78'$ et à l'extérieur de 25° . « Immédiatement après que le moule eut été rempli, l'appareil hydraulique com men-



Coupe du canon Dahlgren.

ça à verser de l'eau dans le noyau creux par minute. Quand l'eau commença à couler sa température s'élevait à $27^{\circ} 22'$, le



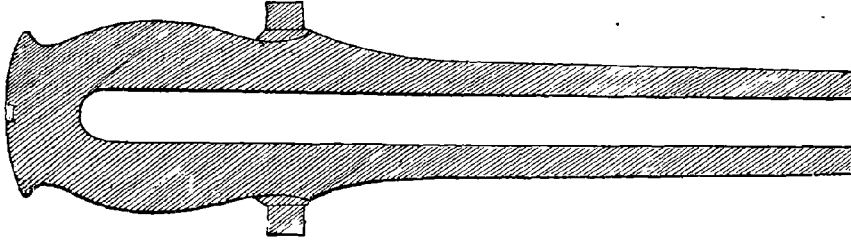
Gros canon Dahlgren à bord du *Kersearge*.

noyau rempli l'eau avait $37^{\circ} 22'$; dix minutes après elle atteignit $45^{\circ} 56'$ et au bout de vingt minutes $47^{\circ} 78'$. Elle conserva cette

température jusqu'à hier matin, et descendit alors graduellement à $36^{\circ} 41'$.

« Huit minutes après le commencement

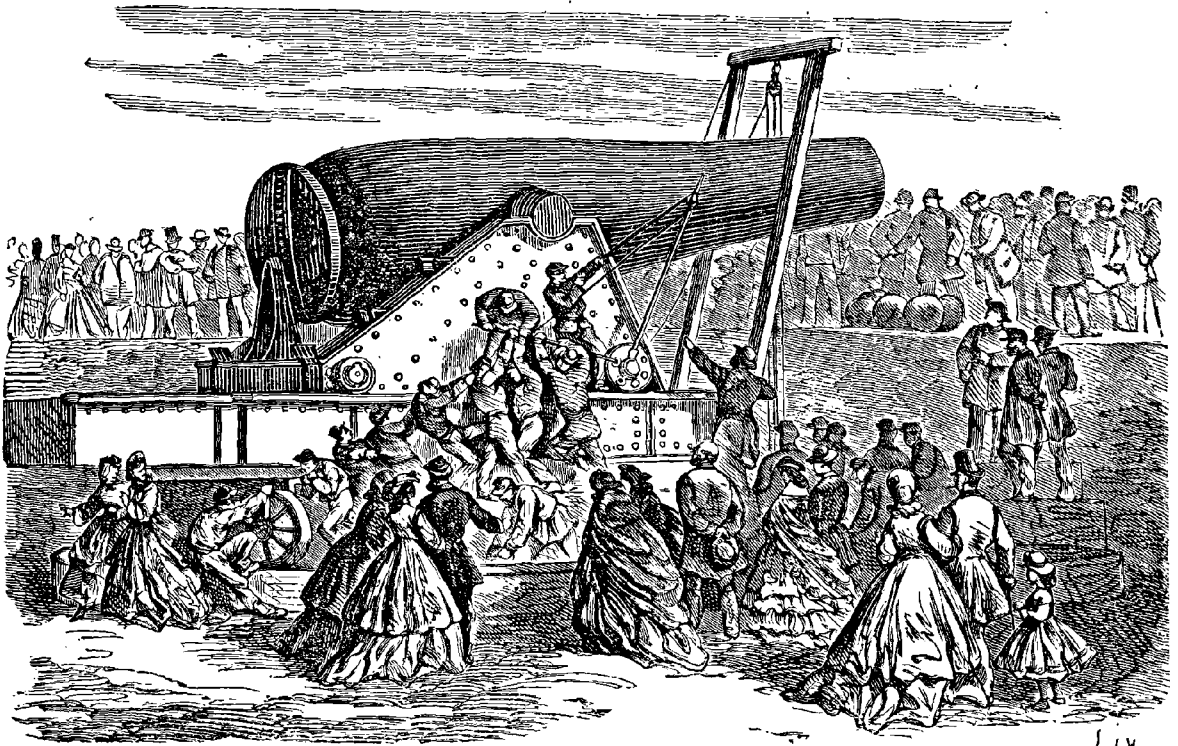
de la coulée, le gaz commença à se dégager du noyau et continua à brûler jusqu'à deux heures de l'après-midi. Ce gaz était formé par la carbonisation d'une certaine quantité de cordage en chanvre qui entourait le noyau sous son revêtement de poussière de



Coupe du canon Rodman.

charbon de terre. La combustion de ce cordage permit au noyau de se resserrer, de manière qu'il put être retiré du corps du canon.

« A 1 heure 40 minutes de l'après-midi, on alluma des feux au fond de la fosse, autour du moule. Ces feux seront alimentés pendant plusieurs jours, afin que l'extérieur



Expériences faites en Amérique avec le canon Rodman en 1862.

du canon refroidisse plus lentement que l'intérieur. Cette opération est basée sur le principe suivant : le métal lentement refroidi

LIV. 4.

se contracte plus que le métal refroidi rapidement, de sorte que la surface du canon aura d'autant plus de puissance pour

4

résister à la force expansive des énormes charges de poudre qui seront employées. L'effet est presque le même que celui du serrage des frettes en fer forgé sur la culasse du canon Parrott.

« Hier matin, à 9 heures 20 minutes, il fut décidé que le métal formant l'intérieur du canon était refroidi à un degré suffisant de dureté, pour permettre l'enlèvement du noyau. On ferma donc le robinet de l'appareil hydraulique et en peu d'instants la chaleur croissante du noyau eut fait disparaître la dernière goutte d'eau à l'intérieur.

« A 10 heures 45 minutes, l'eau fut subitement amenée de nouveau et le noyau se contracta rapidement; alors à l'aide de la grue, il fut enlevé vivement et légèrement hors de l'âme, laissant la surface intérieure durcie, mais à chaleur blanche; l'opération du refroidissement fut continuée en amenant dans l'âme un filet d'eau froide de la grosseur d'une paille. Le premier contact de l'eau avec le métal brûlant produisit une explosion presque semblable à une décharge d'artillerie, le petit filet d'eau continua à couler jusqu'à hier matin, moment où il fut remplacé par une colonne d'air frais qui sera continuée jusqu'au refroidissement complet du canon.

« Il faudra environ vingt-cinq jours pour que le puissant engin soit refroidi de manière à pouvoir être retiré du moule. Une fois retiré, il sera achevé et conduit sur le terrain d'épreuve, afin de vérifier s'il est propre au service. Cette épreuve consiste à tirer neuf coups à boulet avec le canon. Les trois premières charges sont composées de 27^{kg},215 de poudre Mammoth, les trois premières charges suivantes sont chacune de 36^{kg},287 et les trois dernières de 45^{kg},359 chacune. Le poids du projectile plein que lance cette pièce est de 492^{kg},88. »

C'est énorme, on pourrait même dire insensé, en calculant le prix de revient de chaque coup de canon; nous verrons pourtant plus fort que cela.

Il nous reste à parler des canons en bronze dont le coulage ne se fait pas tout à fait de la même façon.

Ainsi, le canon de Reffye est fondu plein, le tonnerre en bas sans masselotte au fond, mais on en laisse, au-dessus de la volée, une qui atteint de 80 à 85 centimètres, ce qui fait que la pièce sortant du moule pèse mille kilogrammes, tandis qu'elle n'en pesera plus que 650 quand elle aura subi toutes les opérations qui la rendront propre à être mise sur affût.

Pour le canon Uchatius, adopté récemment par l'Autriche pour son armée de terre, le procédé de coulage est tout particulier, cela tient à ce qu'il est fait d'un métal spécial qu'on appelle le bronze-acier.

Ce métal a une origine française qu'il est bon de relever ici.

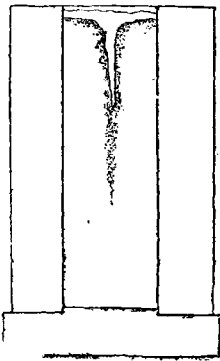
Le général d'Uchatius, directeur de l'arsenal de Vienne, avait constaté sur divers échantillons qui lui avaient été adressés de Russie, que le bronze comprimé à l'état fluide était notablement supérieur au bronze ordinaire, et comme il cherchait, pour fondre un canon de son invention, un métal aussi résistant, mais moins cher que l'acier, il allait faire installer à l'arsenal une machine hydraulique assez puissante pour exercer une pression de cent mille kilogrammes sur du bronze en fusion, quand son attention fut attirée à l'exposition de Vienne, par les canons que M. Laveissière, fondeur de Paris, y avait envoyés.

Ces canons étaient en bronze ordinaire, mais ils avaient été coulés dans des coquilles en fonte très épaisses, ce qui avait permis au métal de se refroidir assez vite pour être parfaitement homogène et présenter les mêmes qualités de résistance et de ténacité que le bronze comprimé de Russie.

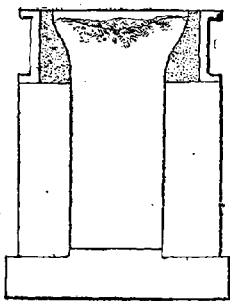
Dès lors, la matière première rêvée par le général d'Uchatius était trouvée; il ne pensa plus à sa machine hydraulique, mais chercha un moyen de remédier au défaut des canons Laveissière, défaut consistant

en ce que les couches extérieures étaient infiniment supérieures en qualité aux couches intérieures dont le refroidissement avait été moins vif; il ne s'agissait que de faire refroidir l'âme du canon aussi promptement que ses contours, et pour cela le général d'Uchatius plaça au centre de la coquille un noyau en cuivre forgé qui absorbant une partie du calorique du bronze en fusion, en précipitait le refroidissement.

L'expérience réussit parfaitement; en cinq minutes tout le métal était solidifié, mais il se produisit dans le haut un retrait qui s'étendait à une trop grande distance pour pouvoir disparaître dans la masselotte, ainsi qu'on le voit par notre dessin.



Le mal n'était pas sans remède, puisque ce retrait était une conséquence du refroidissement précipité du métal. Pour en éviter la production, l'ingénieur superposa à sa coquille de fonte, un moule en sable, placé comme dans la figure ci-dessous.

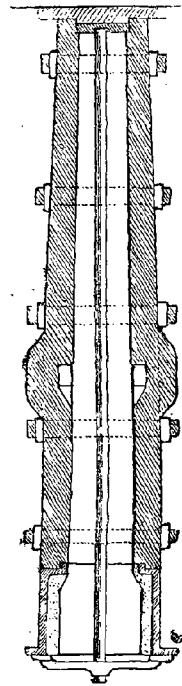


Or, comme dans le sable le bronze en fusion resteliquide beaucoup plus longtemps

que dans la fonte, les vides qui se forment par l'effet du retrait de la colonne intérieure sont remplis au fur et à mesure par la partie fluide en réserve dans le moule de sable.

C'est très simple, mais encore fallait-il y penser.

Quant à la forme du nouveau canon, on la trouvera exactement dans la partie blanche du dessin ci-dessous, qui représente



la coquille disposée pour la fonte d'une pièce de campagne système Uchatius; la double ligne du milieu est le cylindre intérieur en cuivre forgé, qui occupe la place de l'âme de la pièce, mais qui, adhérant au métal, ne disparaîtra qu'à l'opération du forage.

Nous en reparlerons du reste à ce moment.

IV

LE FORGEAGE

Les canons de la marine française, qui sont en fonte, n'ont point à passer par la

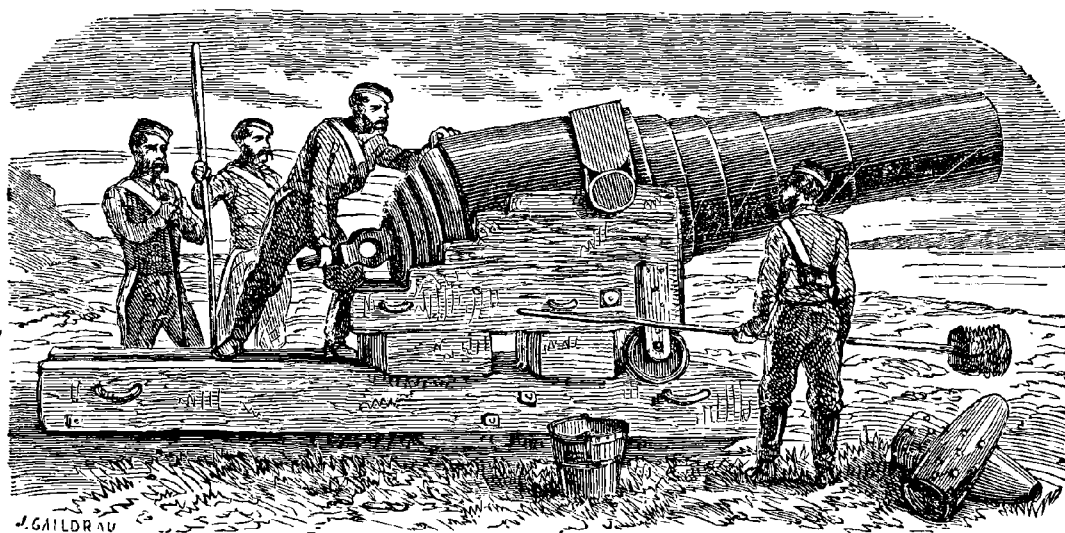
forge, si ce n'est pour les frettes, dont nous parlerons en temps et lieu.

Il en est de même pour les canons américains et toutes les pièces coulées en général; exception doit pourtant être faite pour le canon Krupp qui, sortant du moule, n'est absolument qu'ébauché.

Pour recevoir sa forme définitive, il faut qu'il soit travaillé sur des mandrins gigantesques, par des moutons à vapeur non moins gigantesques.

On a d'ailleurs assez parlé du fameux marteau pilon de 50,000 kilogrammes de l'usine d'Essen, qui serait peut-être resté légendaire, si l'usine du Creuzot n'avait montré plus fort que cela à l'Exposition de 1870.

Si on ne doit pas continuer le canon tout de suite, on le couvre d'un lit de fraïsil (soutenu par de petits murs en brique sèche), dont la combustion lente empêche le métal de se refroidir au-dessous de quelques cents de-



Le canon Armstrong Big Will.

grés et naturellement on entretient le combustible, jusqu'au jour où le canon pourra être forgé.

Ce moment venu, la locomotive qui fait le service de l'usine le traîne auprès du gigantesque marteau pilon de 50,000 kilogrammes, où sont les fours à réchauffer.

Mais un bloc d'acier, qui pèse quinze, vingt mille, quelquefois jusqu'à quarante mille kilogrammes et plus, ne serait pas facile à mettre au four sans un outillage spécial.

A Essen, ce tour de force s'accomplit tout seul; la sole du four, qui est en réalité un chariot monté sur de solides essieux, vient

sur des rails chercher le bloc à réchauffer, l'emmène dans le four et le ramène ensuite, quand il est rouge, à portée d'un système de grues portant de grosses chaînes à l'aide desquelles on peut le placer sur l'enclume, l'y maintenir et le diriger à son gré sous les coups redoublés du marteau pilon.

Quand le canon est suffisamment corroyé on le reporte dans le fraïsil, où il reste encore une huitaine de jours, de façon à ne perdre sa chaleur que graduellement.

Après quoi, il est apte à subir les opérations suivantes : forage, tournage, etc., communes à toutes les pièces.

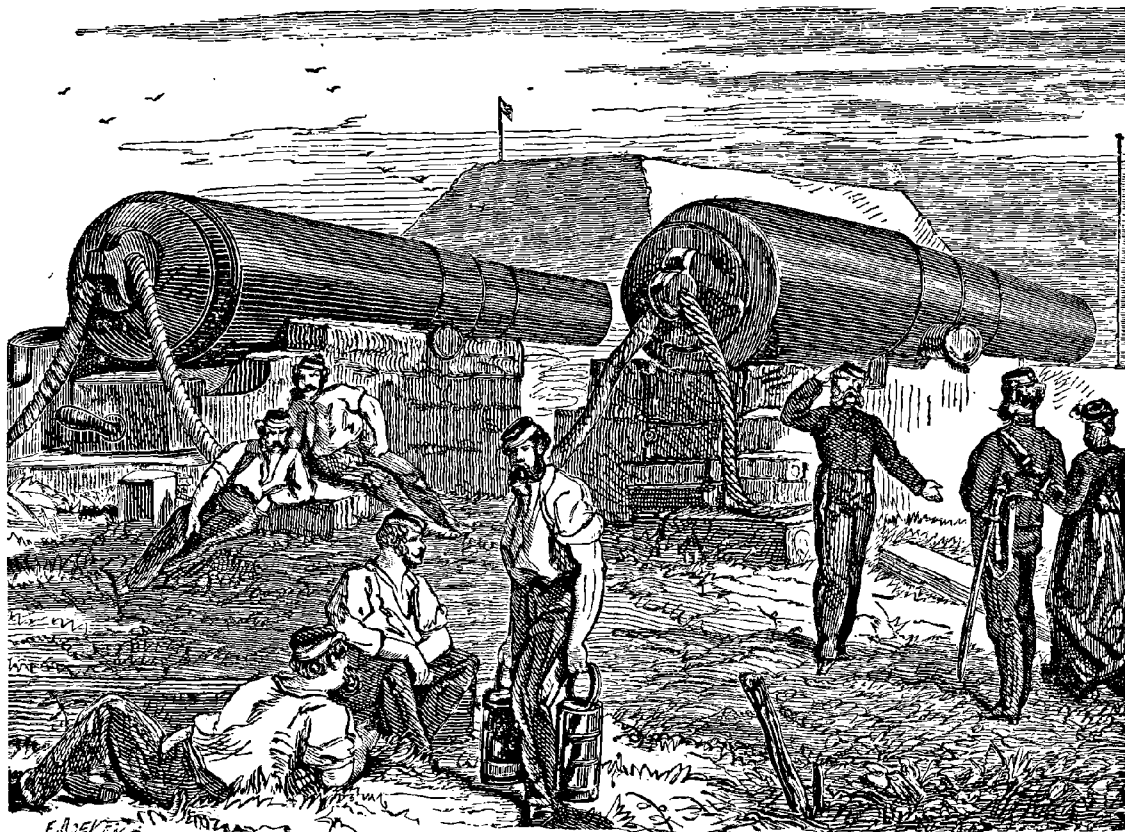
Pour les canons en fer forgé le travail

est tout autre et diffère d'ailleurs pour chaque système, et ils sont assez nombreux.

Le plus connu de tous, est le système Armstrong qui repose sur le principe de fabrication de nos fusils de luxe.

Les canons Armstrong ne sont pas autre chose que des canons à rubans de proportions gigantesques.

Voici le détail de leur fabrication : on commence par souder l'une à l'autre des



Les canons de Wolwich.

barres de fer de façon à obtenir une tringle de trente-cinq mètres que l'on met à chauffer au rouge dans un four construit exprès.

Sortant de là, la tringle est saisie à son extrémité par un treuil qui l'enroule vivement sur un mandrin, de façon que tous les tours soient le plus rapprochés les uns des autres.

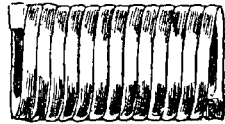
Du reste on les fait coïncider plus exactement en martelant, sous un marteau pilon, la spirale qu'on a préalablement réchauffée, et dont tous les filets se soudent l'un à l'autre

pour ne plus faire qu'un tout. On la remet ensuite sur un mandrin pour lui donner par le burinage, l'apparence d'un manchon uniforme.

L'opération est répétée autant de fois que cela est nécessaire et sur des mandrins de calibres proportionnés à la pièce qu'il s'agit de produire, car tous ces manchons sont destinés à être soudés bout à bout, pour faire d'abord l'âme du canon ; on les renforce ensuite avec une nouvelle, et même plusieurs autres séries de tubes de même

nature et dont la quantité va en progressant par échelle jusqu'à ce que la partie qui sera le tonnerre de la pièce ait atteint le diamètre voulu.

C'est cette juxtaposition de cercles en fer



forgé qui explique la forme particulière des canons Armstrong.

Il faut reconnaître, du reste, qu'à la massivité près, elle n'est pas disgracieuse.

Cette forme est un peu modifiée pour les

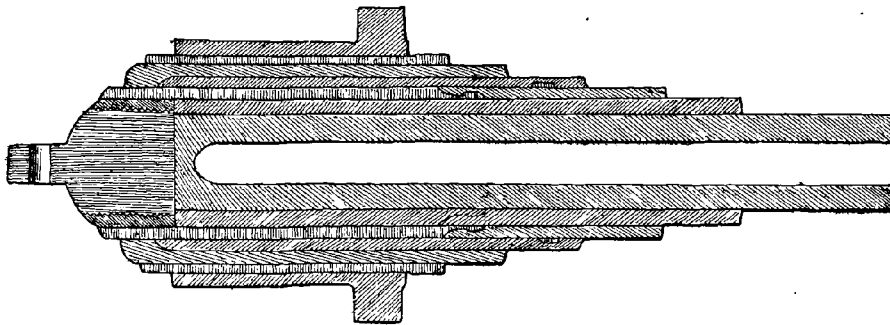


La composition du canon Armstrong.

canons du système Armstrong se chargeant par la culasse et notamment pour les pièces de campagne, qui se composent seulement d'un premier tube dans lequel est l'âme de la pièce, fretté d'abord d'une bague portant les tourillons, puis de deux autres placées sur le tonnerre et à la naissance de la culasse, de façon à renforcer la partie qui contient la gargousse et le projectile.

L'un des premiers et le plus célèbre des canons de la fabrication Armstrong est le fameux *Big Will* (gros Guillot) dont l'expérimentation a fait, en 1865, tant de bruit... à Shoeburyness et dans les journaux anglais.

Il trouait les murailles de navire cuirassé les plus irrésistibles jusqu'à celle de l'*Hercules*, établie sur 1^m,22 d'épaisseur par plaque de 25 centimètres, mais on l'essaya tant de



Coupe du canon Armstrong.

fois (à 1,500 francs le coup de canon) qu'on finit par le faire éclater.

C'était dommage, et bien qu'il se chargeât par la bouche, c'était un beau morceau; sa longueur était de 4^m,572, son diamètre à la hauteur des tourillons de 1^m,40, son calibre de 33 centimètres, et il portait gaillardement à 6,700 mètres un projectile de 262 kilogrammes.

Eh bien! le *Times* qui avait trouvé tant de points d'admiration pour le géant de l'artille-

rie anglaise, ne songea point à le pleurer.

Ah! s'il s'était chargé par la culasse!

Du reste, les Anglais eurent bientôt adopté un autre favori, également en fer forgé, ce fameux *Infant de Woolwich* qui produisit une certaine sensation à notre exposition de 1867, même à côté du célèbre canon Krupp.

Il avait déjà fait des merveilles, puisqu'on exposait avec lui des plaques de blindage du *Belléophon* de 15 centimètres d'épais-

seur et même une embrasure de fer de 35 centimètres que ses énormes projectiles ogivaux, du poids de 300 kilogrammes, avaient percés, d'outre en outre, à une distance de 200 mètres.

Mais sa gloire s'est éclipsée vite et on n'en a plus entendu parler depuis.

Notons en passant qu'il pesait 23,000 kilogrammes et qu'il avait fallu cinquante hommes pour le mettre à la place où il devait exciter l'admiration.

M. Armstrong n'est pas le seul qui ait fabriqué des canons en fer forgé; avant lui, nombre de métallurgistes avaient fait, dans ce sens, des essais dont les premiers succès ne se sont pas confirmés.

Tels furent les canons de MM. Ward et C^o des Etats-Unis, le canon Horsfall que les ex-

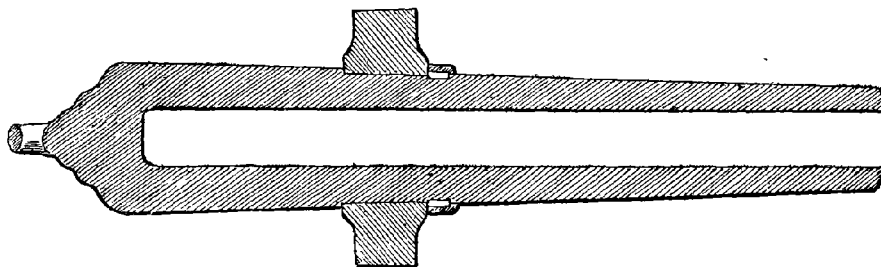
périences de tir de Shoeburyness ont rendu célèbre et le canon américain Ames.

Le premier était fabriqué avec des barres de fer de six pouces, longues de 8 pieds 1/2, et soudées au nombre de trente pour faire un paquet, arrondi en colonne, de 24 pouces de diamètre.

Cette colonne centrale était cerclée par des frettes de fer forgé, assez larges pour recouvrir le tiers du canon, et pesant selon la place où elles étaient posées de 100 à 400 kilogrammes; une double couche de frettes était cerclée sur la culasse.

Cela n'empêcha pas le type primitif d'éclater à bord du *Princeton*, après avoir tiré seulement quelques coups.

Le canon Horsfall était une masse de fer forgé plein en barres puddlées, dont l'âme



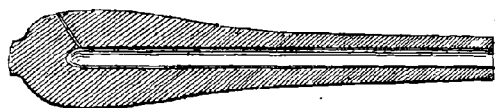
Coupe du canon Horsfall.

avait été creusée par le forage. Sa longueur était de cinq mètres, son diamètre sur la chambre de plus d'un mètre et son calibre de 15 pouces.

Il avait absorbé cinquante tonnes de fer et portait un boulet de 282 livres et un obus de 318.

Il fut abandonné par le gouvernement anglais, parce que son effet n'était terrible qu'à petite portée.

Le canon américain Ames est d'une fa-



Coupe du canon Ames.

brication plus intéressante, nous en trouvons le détail, dans le rapport du général Gilmore,

président de la commission chargée de l'examiner.

« La partie postérieure de la pièce, dit-il, se construit au bout d'une longue tige cylindrique destinée à servir de support dans les manœuvres de forge.

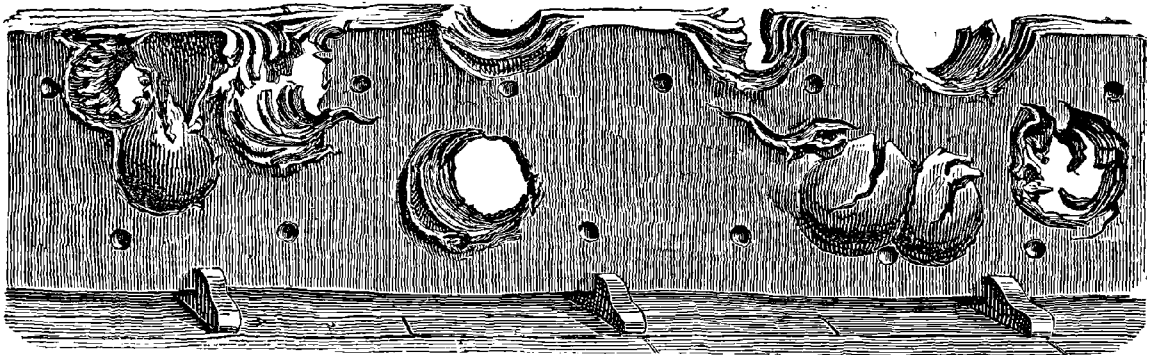
« On commence d'abord par grossir cette tige vers son extrémité en y soudant tout autour des morceaux de fer; on continue ensuite à lui donner davantage de grosseur par deux bandes que l'on place concentriquement par dessus, et au bout recouvrant l'autre; on les soude successivement.

« Contre le bout de cylindre ainsi augmenté et porté à 711 millimètres de diamètre, on soude un disque composé, ou plaque circulaire également de 711 millimètres et de 40 centimètres d'épaisseur. Ce disque se com-

pose du disque simple, central, de 254 millimètres de diamètre entouré de deux anneaux concentriques, l'un à l'extérieur de l'autre; toutes ces parties sont exactement ajustées les unes aux autres, à l'aide du tour : le fond de l'âme se termine contre ce disque.

« Sur ce disque, on soude un anneau composé de 711 millimètres de diamètre extérieur, 101 de diamètre intérieur et 117 d'épaisseur, cet anneau est formé lui-même de trois anneaux simples, concentriques, ajustés avec précision à l'aide du tour.

« L'anneau intérieur a 254 de diamètre extérieur et environ 152 d'épaisseur, de sorte que ses extrémités sont en saillie vers chaque bout d'environ 127 millimètres. On s'est proposé par là d'assurer un soudage parfait près de l'âme et l'expulsion du laitier. Un certain nombre d'autres anneaux composés sont construits de la même façon : on les soude successivement à la suite les uns des autres, jusqu'à ce que la pièce soit de la longueur requise. Pour le canon de 177 millimètres, qui est long de 4^m,267, il entre 27 de ces anneaux composés.



Effets produits sur le blindage du vaisseau anglais *le Belléophon*, par les projectiles du canon de Woolwich.

« La pièce est tenue dans la position horizontale durant la progression de cette construction, on la manœuvre au moyen de la tige cylindrique, dont le prolongement est en dehors du cul de lampe.

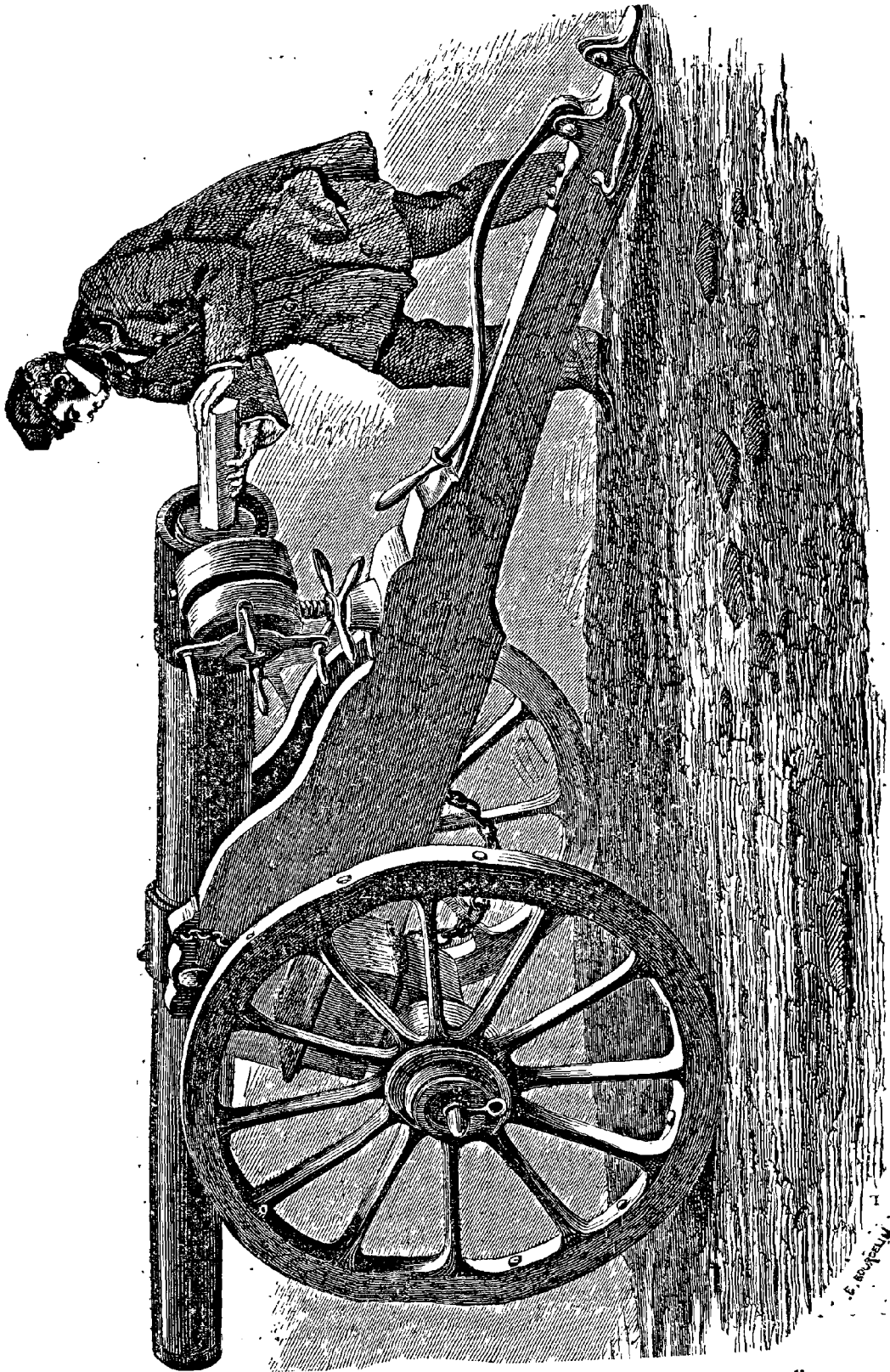
« Le soudage du disque et des anneaux s'effectue sous l'action d'un marteau à vapeur à mouvement horizontal. On emploie aussi un pilon à vapeur à mouvement vertical pour marteler les flancs de la pièce.

« L'anneau simple, qui est à l'intérieur des anneaux composés, est fait d'un disque massif de 152 millimètres d'épaisseur sur 254 de côté, dans lequel on fore un trou de 101 de diamètre et dont on abat les angles sur le tour. Les fibres et les lames du métal se trouvent ainsi dans des plans normaux à l'axe du canon.

« On fabrique les anneaux intermédiaires et les anneaux extérieurs de la même manière qu'une bande de roue, en courbant les barres de fer, soudant les bords ensemble et formant ainsi avec les couches du métal des enveloppes cylindriques. On fixe les tourillons en les vissant de 662 millimètres dans les parois de la pièce. »

La pièce dont il s'agit, éprouvée à outrance par plus de 600 coups avec des projectiles de 47 à 57 kilogrammes, n'a pu donner tous les résultats qu'on en attendait; ce qui n'a pas empêché M. Ames de continuer sa fabrication, qu'il a d'ailleurs perfectionnée, et de livrer à la marine des États-Unis des canons de 15 et de 20 pouces de calibre.

Les système de M. Withworth, comme celui du reste de M. Blakely, se rapproche du prin-



Le canon anglais du système Whitworth.

Lrv. 5.

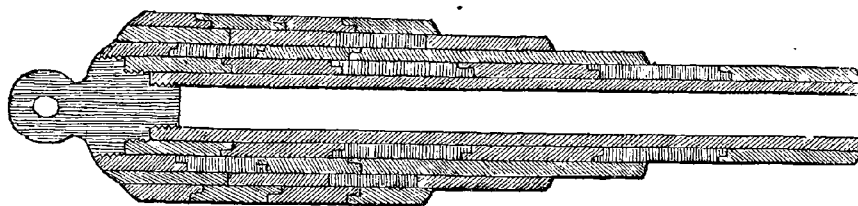
5

cipe Armstrong; seulement le premier emploie l'acier de préférence.

Ses canons se chargeant par la bouche sont composés de manchons d'acier forgé, vissés l'un à l'autre et formant un tube concentrique autour d'un tube central, qui contient l'âme de la pièce; ces manchons, légèrement coniques, sont assemblés l'un sur l'autre au moyen de la presse hydraulique, et arrivent en échelle se souder à la culasse

par un procédé tout particulier, cette culasse est un massif tampon d'acier, disposé en gradins devenant de plus en plus grands, de façon que les filets de vis de ce tampon se joignent l'un après l'autre à des filets correspondants pratiqués à chacun des manchons superposés, ce qui donne une grande solidité pour un poids relativement minime.

La deuxième manière de M. Withworth



Coupe du canon Whitworth.

ces canons se chargeant par la culasse) diffère absolument de celle-ci.

Cette pièce est forée dans un cylindre plein d'acier recuit et l'âme affecte la forme hexagonale, ce qui permet de lancer avec de faibles charges de poudre des boulets jusqu'à 8,740 mètres.

Aucun de ces systèmes, d'ailleurs, n'est adoptée réglementairement par l'Angleterre d'une manière exclusive, et la plus grande partie de son armement de campagne est en canons Fraser, qui sont en somme des Armstrong plus ou moins modifiés et augmentés de renforts d'acier. Pour sa grosse artillerie, elle a outre les systèmes Armstrong et Whitworth, les canons Montcriff, les canons Palliser et les canons Parson différant d'ailleurs très peu du dernier type Armstrong; et tous en fer forgé par des procédés divers.

Le canon américain Parrott, qui se fabrique à la fonderie de New-Point, bien qu'en fer, ne rentre pas tout à fait dans cette catégorie, car il est en fer coulé par les procédés de fonte ordinaires, mais renforcé à la culasse d'un manchon de fer forgé par le système Armstrong.

Nous en reparlerons d'ailleurs, ainsi que de quelques autres systèmes américains, dans le chapitre du fretage.

V

LA FORERIE

Quelle que soit l'étoffe du canon et même son système, les opérations de la forerie et du tournage sont toujours les mêmes; aussi la description que nous en faisons, d'après la manufacture de Ruelle, est propre à toutes les usines similaires.

On n'attend pas toujours que le métal soit refroidi dans le moule, pour retirer celui-ci de la fosse de la halle de fonderie, ce qui se fait assez facilement au moyen d'une forte grue, installée exprès pour cela.

La grue dépose sa charge sur un chariot massif qui, roulant sur rails, peut la porter en dehors de la halle.

Là se fait le *déremoulage* de la pièce, opération qui consiste à la débarrasser du moule pour la laisser refroidir tout à fait, jusqu'au moment où on la transportera à

la forerie, qu'on appellerait moins improprement atelier d'ajustage, puisque le canon y subit nombre d'opérations autres que le forage.

Il peut du reste y circuler facilement, suspendu aux crochets fixés à un chariot-treuil qui se meut dans deux directions différentes, sur un chemin de fer surélevé, que notre gravure fera mieux comprendre qu'une explication.

Avant d'être portée sur le premier banc de la forerie, et qu'on appelle la *décapiterie*, parce qu'il s'agit en effet de décapiter le canon, en lui enlevant la masselotte, la pièce est burinée avec un outil tranchant sur lequel on frappe avec un marteau, et qui a pour mission non de la rendre tout à fait lisse, mais d'enlever, de sa surface, les imperfections laissées par le moulage, et de détruire toutes les aspérités et saillies, qui gêneraient le travail du tour.

La *décapiterie* consiste, comme nous l'avons dit, dans l'ablation de la masselotte, qui pourrait peut-être se faire d'un seul coup, si l'on employait les scies à découper qui servent pour les plaques de blindage, mais comme cette masselotte n'est point perdue, puisqu'elle doit passer comme fonte de seconde fusion dans la fabrication d'un autre canon, on préfère la couper par rondelles dont le poids ne dépasse pas 300 kilogrammes; ces rondelles ne s'obtiennent pas à la scie, mais à l'aide de burins fixes taillés en bec d'âne, devant lesquels la pièce tournant sur son axe s'entaille progressivement.

On arrête le tour lorsque le couteau n'est plus qu'à quelques centimètres de l'âme du canon, afin de ne pas changer l'équilibre de la pièce pendant qu'on répétera l'opération, autant de fois que cela est nécessaire pour découper la masselotte en tronçons : qui sont au nombre de quatre pour les pièces de 16 et de six à huit pour les plus grands diamètres.

Ces entailles faites, on place dans la

dernière, des coins, sur lesquels on frappe à coups de masse pour faire tomber toute la masselotte.

Il ne reste plus alors à travailler que le canon, mais il n'a pas encore sa longueur exacte, il n'y sera réduit que lorsqu'il aura passé par la forerie.

La forerie actuelle, depuis qu'on a remplacé le coulage en plein par le coulage à noyau, n'est plus qu'un alésage destiné à rectifier la cavité qu'occupait le noyau, aussi a-t-on substitué au foret d'autrefois un porte-lame demi cylindrique, dont le couteau tournant rapidement dans l'intérieur de la pièce, finit par en porter le diamètre au calibre réglementaire.

Voici d'ailleurs, d'après des notes que M. le capitaine Hedon a communiquées à M. Turgan, comment se fait l'opération.

« Un banc de forerie se compose essentiellement d'une table horizontale en fonte, dont la face supérieure est entaillée en crémaillère; cette table est supportée par deux appuis sur lesquels on peut la faire mouvoir pour modifier, suivant les calibres, la distance du banc à l'arbre de la roue qui doit communiquer le mouvement au canon; ces deux appuis sont fixés ensuite, par des boulons, à une plaque de fondation aussi en fonte.

« Un chariot en fonte porte à sa partie antérieure un fort anneau dans lequel vient s'engager la barre du foret ou de l'alésoir. La barre est maintenue dans cet anneau par un épaulement d'un côté et de l'autre par une clavette.

« Le chariot se meut sur le banc, en faisant avancer progressivement la barre du foret; il est traversé dans le sens de la largeur du banc par deux axes portant chacun un pignon qui engrène avec l'autre; le pignon inférieur engrène en outre la crémaillère du banc.

« L'axe supérieur, outre son pignon, porte encore deux roues à crochets munies chacune d'un dé clic et d'un levier, que l'on

peut allonger à volonté et dont on peut charger les extrémités avec des poids suspendus à des crochets.

« Le poids du levier détermine la rotation du pignon monté sur le même axe, celui-ci met le deuxième pignon en mouvement et ce dernier détermine le mouvement de translation du chariot et par conséquent de la barre conductrice du foret.

« A la partie antérieure du banc est établie une traverse fixée à l'aide d'écrous, laquelle porte deux montants entre lesquels passe la barre du foret; elle est assujettie entre les montants par deux coussinets; ces coussinets se serrent aussi fortement que l'on veut contre la barre au moyen de coins en bois que l'on chasse entre les coussinets et les montants; ces roues entrent dans des rainures pratiquées dans les montants.

« La pièce repose sur deux empoises — on appelle ainsi deux pièces de fonte échancrées circulairement — ces empoises sont elles-mêmes portées par deux traverses mobiles (supports, porte-empoises ou porte-canon), placées à une distance déterminée de l'axe de la roue, de manière que le carré du bouton vienne près de la partie carrée de la roue d'engrenage dont la pièce doit recevoir son mouvement; on laisse descendre le canon dans les empoises, où il doit reposer par le faux bouton et par la volée; ces traverses sont ensuite solidement fixées sur la plaque de fondation au moyen de boulons et d'écrous. »

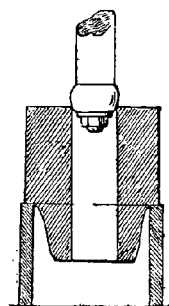
Cette description de l'appareil, complétée par notre gravure, nous dispense de plus grands détails, étant entendu toutefois que pour les pièces coulées en plein, il ne s'agit plus d'un simple alésage, mais d'un forage complet, qui n'est peut-être pas plus délicat mais qui est assurément plus long.

Ainsi, par exemple, pour le canon de Reffye, il faut faire jusqu'à trois opérations, la première demande environ vingt-deux heures et donne à l'âme un diamètre de 76

millimètres; la seconde dure quinze heures et porte le diamètre jusqu'à 83 millimètres, enfin la dernière, qui n'est plus qu'un alésage, fixe le diamètre régulièrement à 85 millimètres, mais il faut encore quinze heures pour cela.

On jugera par là du temps employé au forage d'un canon Krupp de gros calibre.

Pour le canon autrichien du général Uchatius, on fait encore une opération de plus, et tout à fait nouvelle en matière de forage, car il ne suffit pas d'avoir une pièce en bronze, coulée d'une façon spéciale, il faut encore que le bronze soit comprimé; une figure fera mieux comprendre l'opération.



Lorsque la pièce est forée au diamètre de 80 millimètres, on écrouit le bronze en faisant passer successivement dans l'âme de la pièce, reposant sur un support annulaire, une série de six mandrins, qui sont refoulés l'un après l'autre au moyen d'une presse hydraulique.

Ces mandrins, en acier fortement trempé, présentent vers le bas la forme d'un tronc de cône peu ouvert, dont la petite base est à la partie inférieure; de manière qu'en les poussant dans l'âme ils élargissent progressivement l'intérieur de la pièce, d'autant mieux que, le premier mandrin ayant 82 millimètres à son plus grand diamètre, le second 83 et les autres en augmentant toujours d'un millimètre, lorsque le dernier est retiré de la pièce, l'âme de celle-ci atteint 87 millimètres, calibre réglementaire des pièces de campagne autrichiennes.

Cette compression augmente d'ailleurs la ténacité du bronze, qui devient aussi résistant que l'acier fondu et a l'avantage de coûter trois fois moins cher.

VI

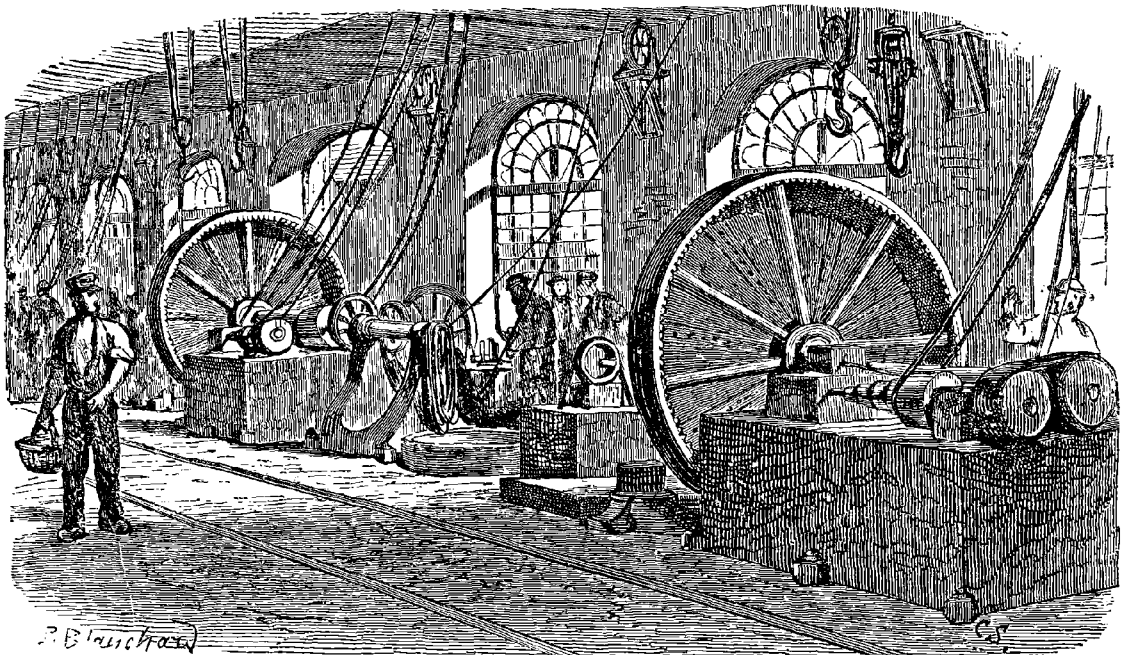
LE TOURNAGE

La pièce forée, ou pour mieux dire alésée,

passé immédiatement après au tournage, qui a pour objet de la rendre aussi lisse à l'extérieur qu'intérieurement.

Nous n'entrerons dans aucune explication sur cette opération que tout le monde connaît, ni sur le banc de tournage qui ressemble, sauf les dimensions, à n'importe quel tour à métaux; notre gravure l'explique de reste.

On comprend bien aussi que vu son énor-



Atelier d'ajustage. — Les tours à surface.

mité et son poids, la pièce ne puisse être fixée au tour, par des espèces de mandrins, ou des appareils similaires aux mandrins qu'on emploie dans les tours ordinaires; les axes des roues de tournage sont munis de différents systèmes de griffes, disposés pour saisir et maintenir solidement les deux extrémités de la pièce, mais ces griffes ne peuvent mordre efficacement dans une surface polie, il faut qu'on ait pratiqué dans la culasse ainsi qu'à la bouche du canon, deux ou trois entailles assez profondes qui

disparaîtront au burinage définitif; le tournage s'opère facilement, quoique assez lentement; il doit être fait avec un grand soin, surtout dans la partie destinée à recevoir les frettes, car ces anneaux d'acier étant fabriqués d'avance sur calibre déterminé, dans le but d'exercer sur la pièce une pression calculée, il faut nécessairement que le canon atteigne exactement ce calibre; les instruments de précision ne manquent point d'ailleurs pour mesurer le travail.

VII

LE FRETAGE

Sitôt le tournage fini, la pièce est enlevée du tour au moyen du chariot-treuil, qui, faisant alors office de grue, la dépose sur un truc que l'on roule sur des rails à l'atelier de frettage, lequel, à Ruelle, se trouve en plein air, dans une cour située entre la forerie et la fonderie.

Cet atelier se compose d'un four en briques pour chauffer les frettes, d'un échafaudage de madriers servant de supports au canon, et d'un appareil assez primitif destiné à amener les frettes, chauffées au bleu, à la hauteur de la pièce et à les passer autour, à peu près comme on se passe une bague au doigt.

Ces frettes, nous l'avons dit déjà, sont fabriquées d'avance, non pas à la manufacture de Ruelle, qui n'est pas outillée pour travailler l'acier dans les conditions voulues; mais elles proviennent toutes d'usines françaises et principalement de chez MM. Pétin et Gaudet, de Saint-Chamond, qui traitent cette fabrication avec une supériorité incontestable.

Dans leur usine, elles sont faites non pas avec des cercles d'acier fondu, plus ou moins corroyé, mais avec des spirales d'acier puddlé très vif, qui sont soudées ensemble par un corroyage, et ensuite laminées à l'épaisseur voulue, qui varie entre quinze et trente centimètres, selon qu'elles sont destinées à des pièces du calibre de 16, 19, 24 ou 27 centimètres.

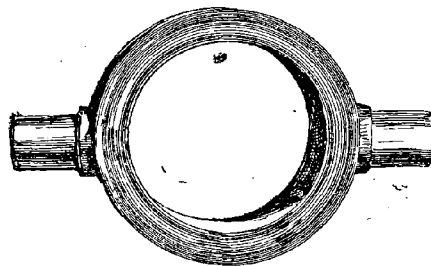
Trempée et recuite, la frette acquiert une telle élasticité, que c'est un véritable ressort qu'on applique autour du canon.

Il y en a naturellement de calibres différents (pour la même pièce, s'entend), puisque les canons sont renforcés de deux rangs de frettes superposées; il faut, du reste aussi, la frette porte-tourillons, innovation très heureuse qui fait gagner tout le temps

qu'on perdait autrefois au moulage et au tournage des tourillons.

La fabrication des frettes se fait donc par garniture, et chaque garniture comprend le nombre de frettes nécessaires au renforcement d'un canon.

L'application de cette garniture, demande à être faite avec soin, mais ce n'est pas une opération difficile, la pièce, posée sur des supports et maintenue en avant pour que la partie à cercler soit libre, on fait chauffer les frettes à bleu, et on les ajuste au canon l'une après l'autre, au moyen de trois perches liées par le haut, de façon à former trépied; au point d'intersection des trois perches, est suspendue une chaîne munie d'un crochet, dans lequel on passe la frette; en tirant sur la chaîne on amène la frette au niveau de la culasse du canon, dans laquelle on l'emmanche comme un anneau; la chaleur intense ayant dilaté le cercle d'acier, il glisse assez facilement jusqu'à la place qu'il doit occuper, où il est fixé à demeure par un système de serrage composé



Frette porte-tourillons.

de deux tiges de fer filetées, partant d'une forte barre de bois appuyée sur la bouche du canon, et maintenues par un collier mobile que l'on serre à volonté au moyen de boulons, qui agissent sur les parois filetées des deux tiges de fer.

On laisse cet appareil jusqu'au refroidissement de la frette, que l'on arrose avec de l'eau versée goutte à goutte, ce qui facilite d'ailleurs la cohésion des deux métaux,

cohésion dont on s'assure bientôt en frappant sur la frette avec un marteau.

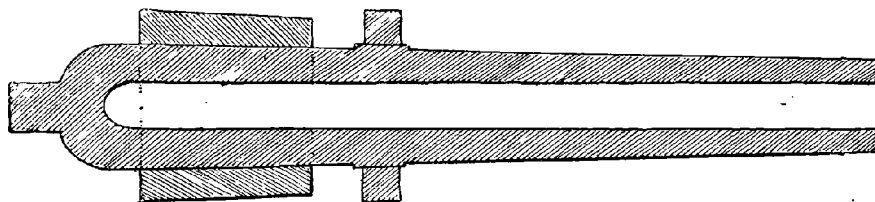
L'opération se recommence pour chaque frette, et quand la première garniture est posée, on procède à la seconde en ayant soin de placer les frettes en quinconce, c'est-à-dire de façon à ce que celles du second rang recouvrent exactement les joints de celles du premier.

Ce travail achevé, on remet le canon sur le tour pour polir sa surface en effaçant, avec le burin, les distinctions qui peuvent exister entre les frettes, et cela se fait généralement avec tant d'habileté qu'un œil non exercé a peine à reconnaître les joints.

D'ailleurs ce n'est pas un ornement, la

fabrication moderne n'admettant guère que la massivité, par la raison fort simple qu'elle assure la solidité; car il ne faudrait pas croire que le frettage, soit simplement une précaution pour sauvegarder les artilleurs au cas où la pièce éclaterait, les anneaux d'acier sont si bien soudés avec la fonte qu'ils ne font qu'un corps avec elle, et lui communiquent une partie de leur élasticité.

Le frettage n'est pas en usage seulement à Ruelle; si les Américains ne s'en servent pas couramment pour leurs pièces en fonte pure, ils ne le dédaignent point pour les canons du système Parrott, qui sont en fer coulé.



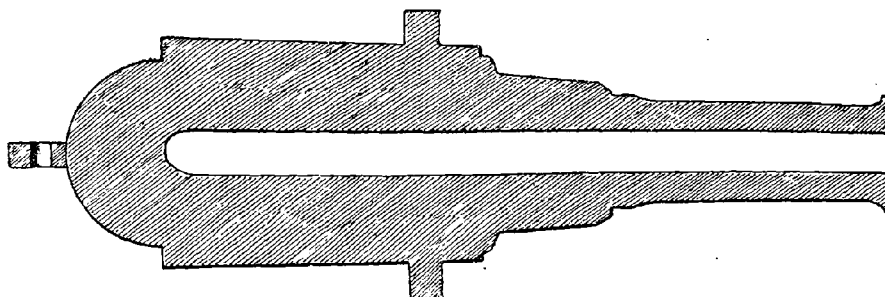
Coupe du canon Parrott.

Dans ce cas le manchon est en fer, forgé par le même procédé que les spirales du canon Armstrong, et soudé sur la pièce, mais seulement pour renforcer l'endroit où agit l'explosion de la poudre.

La fonderie Brooke frette également ses

pièces en fonte avec des manchons de fer forgé; un autre fondeur américain a essayé de renforcer ses canons avec du bronze d'Attick, mais l'expérience n'a pas donné de bons résultats.

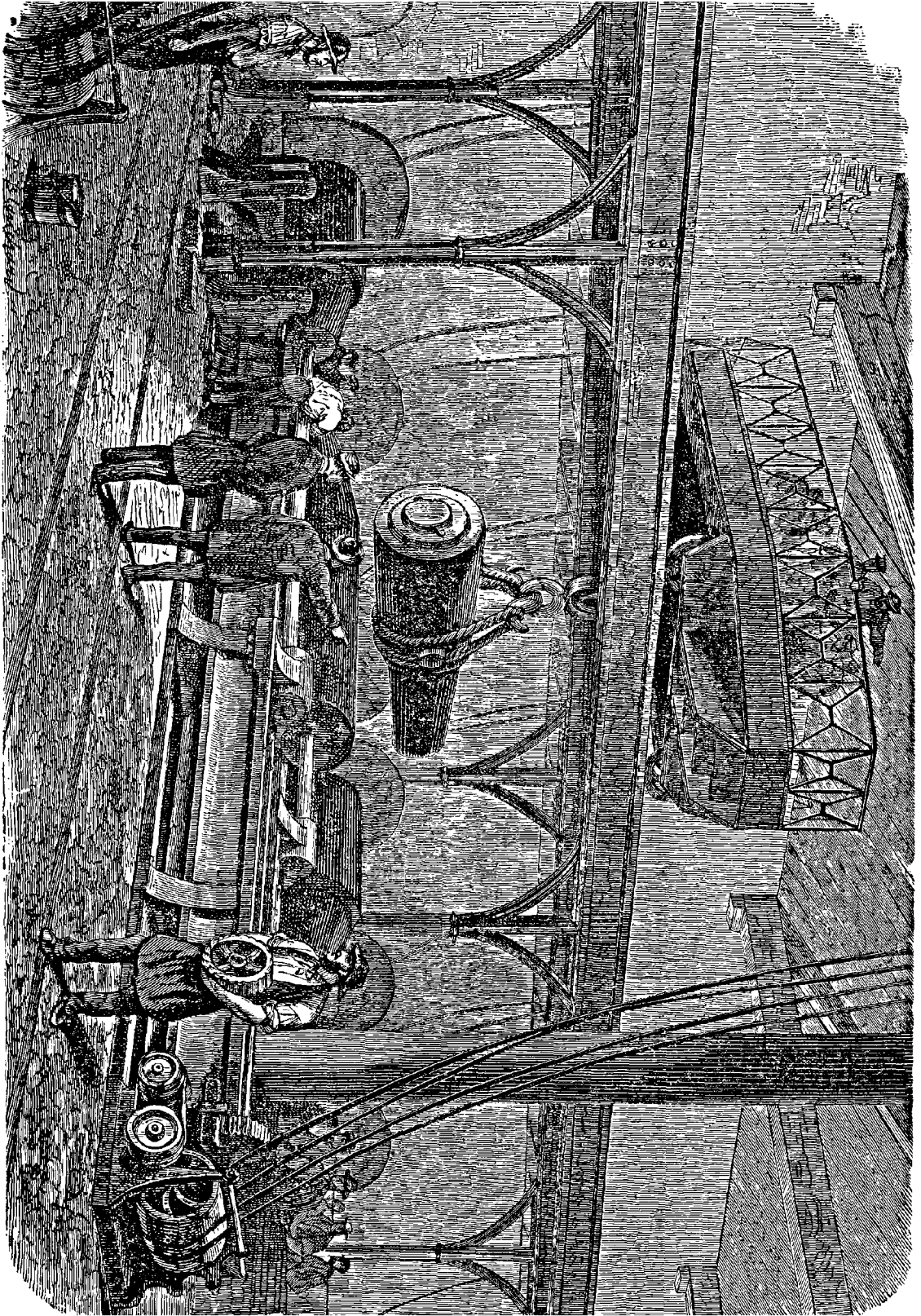
Les canons anglais du système Blakely,



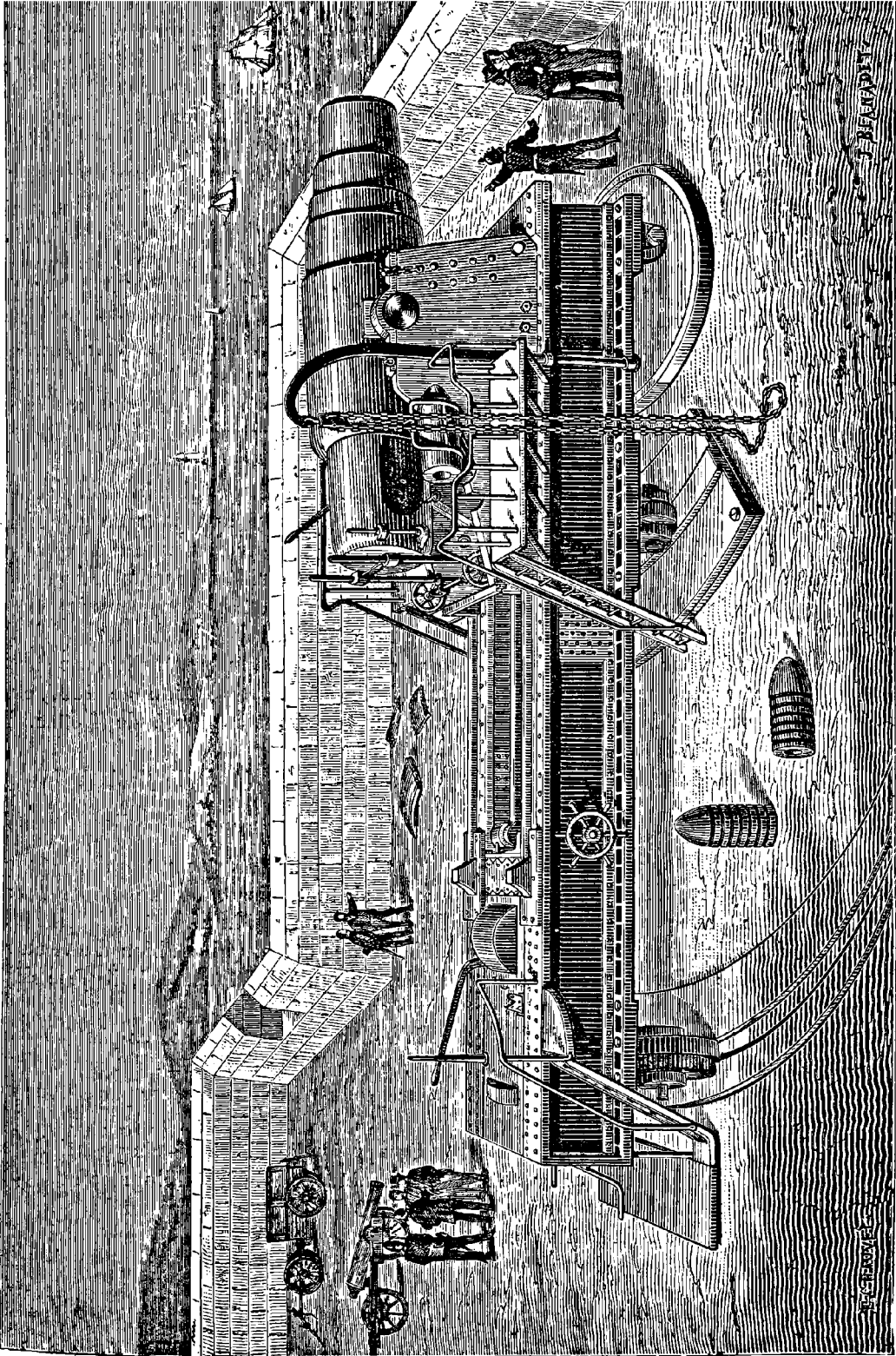
Coupe du canon Blakely.

qui ont été fournis aux confédérés américains pendant la guerre de sécession,

étaient aussi cerclés; le premier type (en fonte) est fretté de fonte, le second, en fer-



Atelier de forge des canons, à la manufacture de Ruelle.



Le grand canon Krupp, pour la défense des côtes (57,000 kilogrammes sans l'affût).

forgé, l'est avec des cercles de fer et le troisième, en acier, est renforcé avec des manchons d'acier.

L'un des canons de ce dernier modèle a acquis une certaine célébrité à la défense du Callao par les Péruviens.

C'était, à cette époque, l'un des plus gros que l'on connût, et il n'a pas encore trop perdu son rang, puisque son diamètre intérieur est de 293 millimètres, et que le projectile qu'il lance, avec une charge de 25 kilogrammes de poudre, pèse 250 kilogrammes.

Le canon du capitaine Blakely repose, d'ailleurs, sur ce principe adopté depuis par Armstrong : pour atteindre à la plus grande solidité possible il faut donner à la couche intérieure une élasticité plus grande qu'aux autres couches, et à l'extérieure l'élasticité la plus faible.

En conséquence la couche intérieure qui contient l'âme des pièces de ce système, est faite d'un acier inférieur, mais très résistant, tandis que la couche extérieure est composée d'une série de frettes d'acier fin dont le travail est tout spécial.

Voici comment le décrit Holley dans son *Traité d'artillerie* :

« Les anneaux étroits sont roulés sans soudure avec les lingots circulaires imaginés par M. Naylor, Wickers et C^{ie} de Sheffield. Cela se pratique dans une machine semblable à la machine ordinaire à rouler les tirants de railway. On serre un lingot circulaire entre une paire de rouleaux courts, jusqu'à ce que sa section soit diminuée et son diamètre allongé. Le métal est ainsi rendu plus dense et le grain du métal se serre de plus en plus dans la direction de la circonférence.

« Les tubes ou enveloppes d'acier sont coulés en creux et martelés sur des mandrins d'acier, sous le martinet à vapeur. Par ce moyen, on les allonge de 130 pour cent. On a d'abord éprouvé beaucoup de difficulté à empêcher les mandrins de fla-

geoler, mais la fabrication a été si perfectionnée, qu'on peut étirer les tubes et les condenser comme un lingot solide avec un grand avantage sur le fer empilé en cueilli sans soudure. »

Dans quelques cas, les enveloppes du canon Blakely ne sont pas martelées, mais simplement brunies, forées et tournées comme elles sont sorties du moule. On considère néanmoins l'augmentation de la force qui résulte du martelage comme compensant toujours les dépenses qu'il entraîne dans la fabrication des pièces.

L'usine Krupp frette en acier quelques-uns de ses gros canons, et en général tous ceux dont le projectile dépasse cent kilogrammes. Ce n'est pas absolument pour les renforcer, c'est surtout pour ne pas diminuer leur épaisseur en prenant à même de quoi faire les tourillons, car ils ne reçoivent que la frette porte-tourillons, qui s'applique comme à Ruelle.

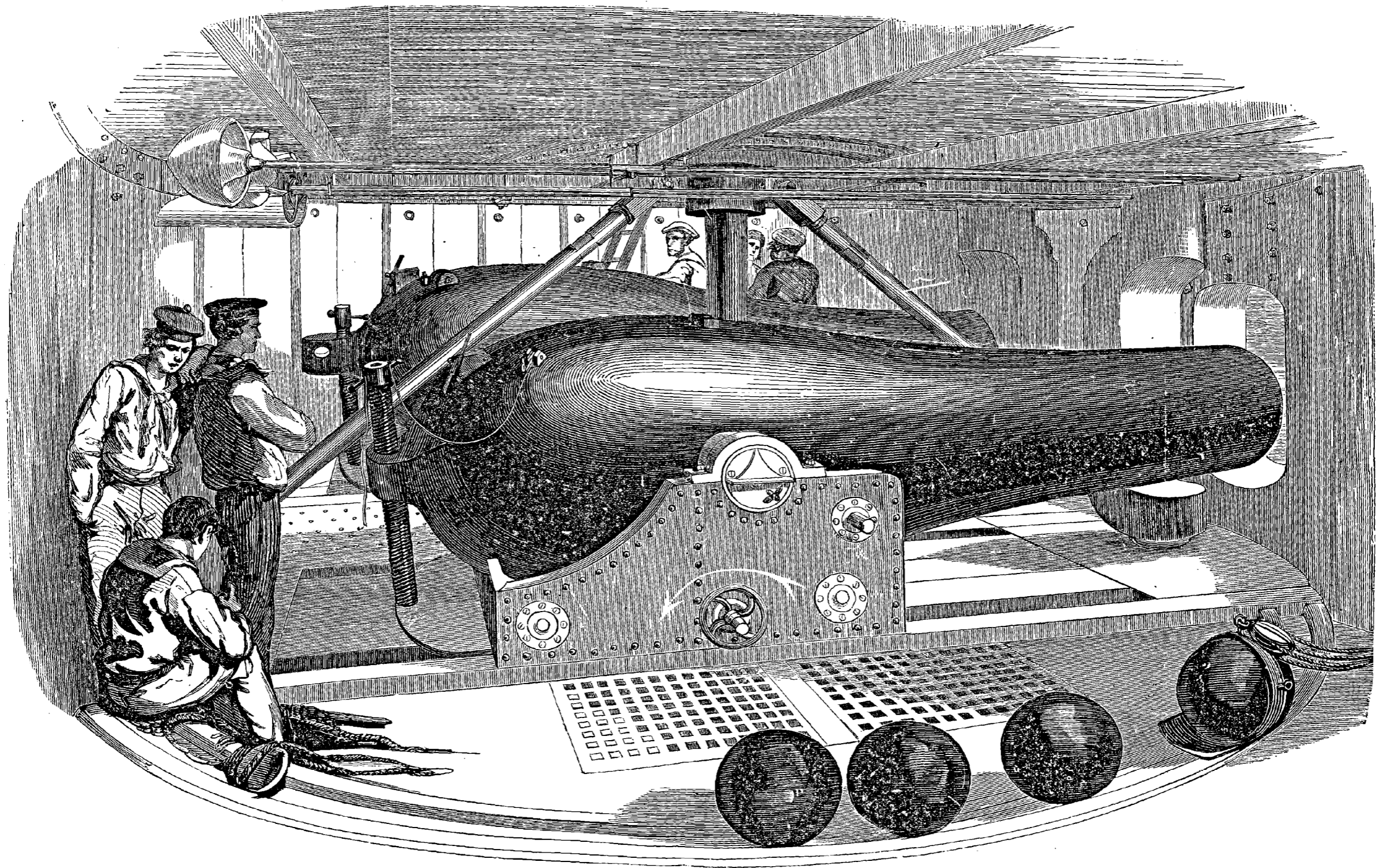
Par exception pourtant, le fameux canon qui a figuré à l'exposition de 1867, était de bout en bout renforcé de frettes. Et quelles frettes ?

C'est qu'aussi c'était le Goliath des canons ; avec son affût il pesait cinquante mille kilos.

Il n'est plus maintenant qu'au second rang, si toutefois il existe encore, car M. Krupp en a fondu un autre, destiné à la défense des côtes, qui est bien d'une autre taille, puisqu'à lui tout seul, il pèse déjà cinquante-sept tonnes.

L'affût avec ses accessoires pèse 34 tonnes, et l'axe des tourillons est assez élevé pour que la pièce puisse tirer par dessus un parapet de deux mètres de hauteur.

Son projectile, de trente-cinq centimètres de diamètre est de 520 kilogrammes, et il faut 130 kilogrammes de poudre prismatique pour le chasser ; il est vrai qu'à 1,800 mètres il traverse, comme une motte de beurre, les murailles de navires cuirassés de vingt-quatre pouces d'épaisseur.



INTERIEUR DE LA TOURELLE DU NAVIRE : *LE PURITAN*.
(Canons Dahlgren.)

Et ce n'est pas fini, le même M. Krupp se fait fort de fondre des pièces de 40 et 46 centimètres de diamètre d'âme, et s'il y a jamais une exposition universelle à Berlin, on y verra sans doute le canon de 124,000 kilogrammes qu'il a fait annoncer.

Il n'est que temps, du reste; le grand manufacturier prussien a besoin de cette réclame; on commence à trouver généralement que la réputation de ses engins destructeurs a été surfaite et, dès le mois d'avril 1875, le duc de Cambridge faisait, devant la Chambre des lords, une allusion très directe aux deux cents canons que des avaries graves avaient mis hors de service pendant la campagne de France 1870-71.

Le *Times* même allait plus loin. « Il est bien avéré aujourd'hui, disait-il le 18 mai, — que sur 70 canons se chargeant par la culasse qui étaient en batterie, sur le front sud-ouest de l'attaque de Paris, 36 furent mis hors de service pendant quinze jours de bombardement et la plupart par suite de leur propre feu, si bien qu'à Versailles on pensait généralement que si les Français avaient tenu une semaine de plus, les batteries de siège allemandes auraient été réduites au silence, et la majeure partie des canons démontés par leur propre tir.

« Je regarde aussi comme certain et je tiens de bonne source, que pendant la courte, mais rude campagne sur la Loire et en Bretagne 24 canons appartenant à l'armée du prince Frédéric-Charles furent mis hors de service par leur propre tir, et que, de Versailles, on dut les remplacer. Ces faits, sur lesquels je défie toute contradiction, suffisent à prouver que les canons Krupp sont loin d'être infailibles, et que le matériel si vanté de la Prusse en 1870-71 n'était pas aussi parfait qu'on l'a jugé généralement. »

Cette opinion n'est pas exclusivement celle du journaliste anglais, et elle a fait tant de chemin depuis, que l'usine d'Essen n'a plus aujourd'hui pour clients que l'Allemagne et la Russie. Encore cette dernière

puissance, dans une faible proportion, car elle a déjà renoncé au canon Krupp pour son armée de terre, comme elle le fera vraisemblablement pour son artillerie navale.

Mais, rentrons dans notre rôle de descripteur, et, puisque nous parlons des canons phénomènes dont la charge coûte de trois à quatre mille francs par coup, sans compter l'intérêt du capital énorme qu'ils représentent, rappelons les énormes pièces américaines du système Dahlgren, construites spécialement à l'époque de la guerre de sécession pour armer le *Puritan* et représentées en position par une de nos grandes gravures hors texte. *c'co t.*

Ces pièces, tout en fonte, lançaient des boulets sphériques du poids de 492 kilogrammes.

Disons aussi un mot des grands canons qu'a produits l'Italie.

Sans renoncer complètement à son système Cavalli, déjà ancien, mais modifié et perfectionné depuis, l'Italie avait eu recours aux fonderies étrangères, surtout pour ses pièces de gros calibre et l'on a beaucoup parlé d'un canon monstre fabriqué par l'usine Armstrong pour l'armement primitif du vaisseau cuirassé *le Duilio*.

Mais en 1874, elle a montré un type capable de prouver qu'elle pouvait s'alimenter elle-même.

Cette pièce qui avait 6^m,80 de longueur et le reste en proportion, chassait un projectile (toujours en proportion) qui a percé à un kilomètre de distance une muraille de navire blindé de cinquante centimètres d'épaisseur.

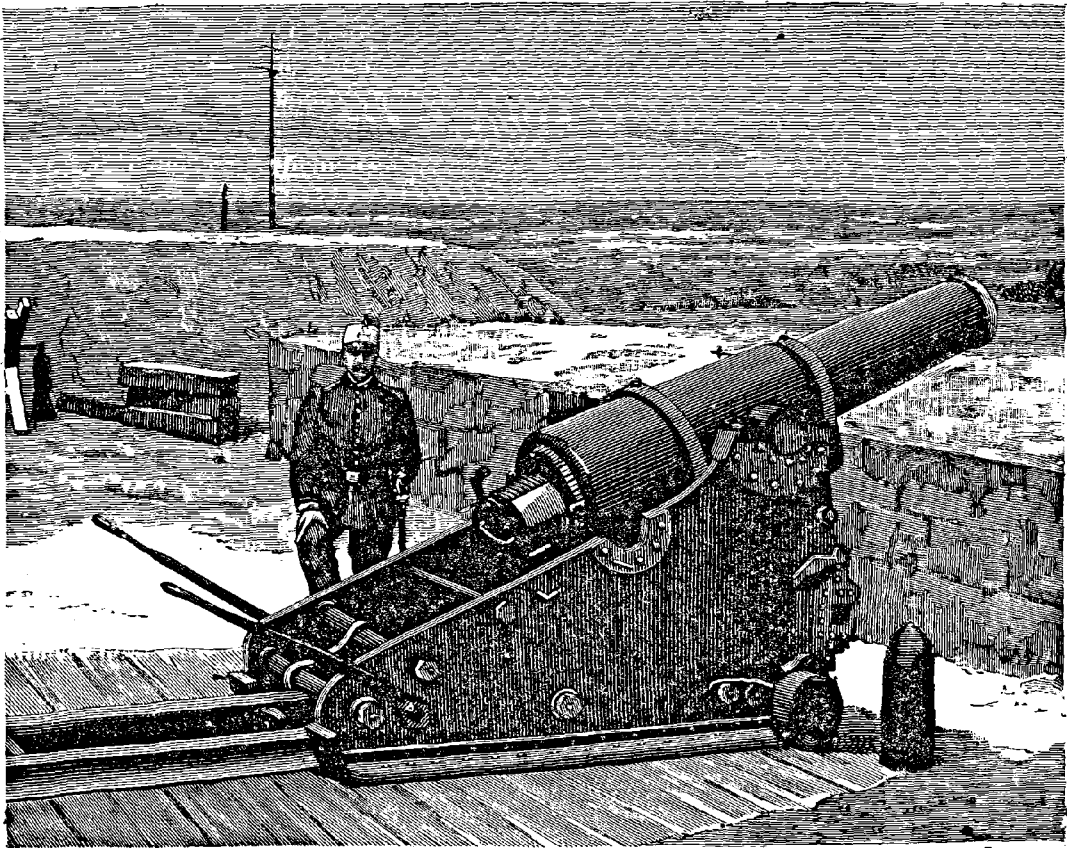
Cette expérience a fait du bruit dans toutes les acceptions du mot, et les Anglais, qui ne sont pas sourds, se sont mis à fabriquer des canons de 80 tonnes pour armer leurs vaisseaux cuirassés, et rester ainsi à la tête de la civilisation.

Mais les Italiens ne se sont pas découragés, et sans afficher la prétention de pos-

séder, quand même, le plus gros canon, ils ont tout doucement continué leur fabrication en ce sens, et il n'y a pas si longtemps (en 1880) qu'on parlait d'une pièce colossale de l'invention du général Rosset, laquelle pesait cent mille kilogrammes, avait 1^m, 70 de diamètre à la culasse, et promettait

d'autant plus merveille que, dans ses expériences, elle avait, disait-on, supporté jusqu'à 458 livres de poudre.

La charge est forte, si elle ne s'est pas trouvée grossie par l'éloignement; mais la gargousse normale de ce Léviathan des canons doit être énorme, puisque le projectile



Canon espagnol, système Plasencia. — Obusier mortier de 21 centimètres.

qu'elle pousse pèse 900 kilogrammes.

Eh bien! quelque puissant que soit ce boulet, il résulte d'expériences faites récemment (22 novembre 1882) à la Spezzia, sous les yeux des représentants de toutes les puissances maritimes, qu'il ne peut trouer les plaques de blindages de 48 centimètres forgées par l'usine du Creuzot.

Ce qui permet d'espérer qu'on n'en restera pas là, car dans la voie où l'on s'est

lancé avec tant d'émulation on peut arriver à tout.

Du reste, le grand canon italien n'est déjà plus unique, on lui a fabriqué des frères qui arment maintenant le cuirassé *Duilio*.

Chose excellente au point de vue du philanthrope, qui n'a qu'une chose à demander: c'est qu'on produise couramment des pièces de ce calibre-là, car cette époque arrivée,

les nations seront devenues trop riches d'hommes et d'argent, et il ne se trouvera plus personne pour vouloir s'en servir.

D'ici là on cherche partout, sinon absolument les calibres extraordinaires, qui ne sont pas encore reconnus indispensables au bonheur des peuples, du moins le meilleur

canon, et ce qu'il y a de plus curieux dans cette recherche incessante, c'est qu'individuellement chaque nation a la prétention de posséder déjà le meilleur système connu.

Mais il paraît que rien n'est plus parfait qu'un canon.



Canon espagnol (système Plasencia), pièce de 12 centimètres.

Partant de ce principe, les derniers venus devraient être les meilleurs, et l'Espagne aurait le droit de s'enorgueillir de ses canons Plasencia, dont elle est très fière, du reste.

Le colonel Plasencia, inventeur de ces nouvelles pièces (car il y a plusieurs types), a mis à contribution à peu près tous les systèmes connus jusqu'alors, et leur a emprunté naturellement ce qu'ils avaient de meilleur.

C'est ainsi qu'il a adopté comme métal le bronze comprimé, ou bronze-acier, mis en lumière par la fabrication des canons autrichiens, et comme principe de fermeture, le bouchon de culasse de nos canons de la marine, si légèrement modifié que ce n'est guère la peine d'en parler maintenant, du moins dans son grand modèle, car l'autre a une fermeture à peu près spéciale.

Ce grand, ou plutôt ce gros modèle, des-

liné à la défense des ports, des places, et aussi à l'armement des navires, et que les Espagnols appellent mortier-obusier, est du calibre de 21 centimètres, c'est-à-dire qu'il a 217 millimètres de diamètre à l'âme.

Ainsi qu'on le voit par notre gravure, cette pièce est relativement très courte, sa longueur hors culasse n'est que de neuf fois son calibre, ce qui lui fait un développement d'environ 2^m,50; aussi ne pèse-t-elle que 3,000 kilogrammes, ce qui ne laisse pas que d'être un avantage, si l'on se place au vrai point de vue du but de l'artillerie.

Sa charge normale est de 7 kilogrammes de poudre, et son projectile ordinaire qu'elle peut porter jusqu'à 9,125 mètres, pèse 78^{kg},700; il est vrai qu'elle peut lancer un obus de 100 et même de 120 kilos; comme elle l'a fait, du reste, sans augmenter la charge de poudre.

La pièce de 12 centimètres, destinée au service mixte, car son poids de 1,626 kilogrammes la rend peu apte au service de campagne, est infiniment plus élancée; elle a les proportions de notre canon de Reffye, et la forme du canon Uchatius.

Sa fermeture de culasse, diffère de celle de l'autre modèle, d'abord en ce que les intermittences de la vis sur le bouchon et naturellement dans la partie filetée de la culasse, sont à section triangulaire, de plus le bouchon est terminé postérieurement par un bourrelet dentelé qui s'engrène dans une couronne mobile, laquelle mise en mouvement par une manivelle fixée après, donne au bouchon de culasse une extension des cinq sixièmes du pas des filets, ce qui permet de mieux comprimer l'obturateur.

L'obturateur, du reste, est changé. Ce n'est plus la rondelle métallique employée dans le système français, c'est un disque d'amiante, posé entre deux disques d'étain et de laiton par des attaches d'acier, qui joue d'ailleurs le même rôle, mais offre, paraît-il, une résistance plus considérable.

Voilà le système le plus récent, j'entends

de ceux qui sont connus, car nous avons un nouveau canon français présenté par le colonel de Bauge, que le gouvernement a adopté, en principe, pour notre armée de terre; mais comme il n'existe pas encore de fait, nous ne croyons pas utile d'en parler.

VIII

FORAGE DE LA CULASSE

Le forage de la culasse s'opère de la même façon pour tous les canons qui ne se chargent pas par la bouche. On alèse, sur le banc de forerie, le trou déjà fait de façon à ce qu'il reçoive sans jeu, la partie qui doit fermer hermétiquement le canon et qu'on appelle le bouchon de culasse.

C'est cette partie qui diffère plus ou moins, selon les systèmes.

Le bouchon de culasse de nos lourds canons de la marine est un cylindre en acier fondu fileté à 14 filets, mais dont le pas de vis est interrompu à trois sections correspondant aux trois surfaces qu'on a laissées lisses dans la cavité de la culasse.

Ce système, emprunté au canon Castman, est beaucoup plus expéditif que la vis complète, qui serait longue à serrer et desserrer pour le tir, puisqu'il suffit, quand on veut fermer le canon, de présenter le bouchon de culasse de telle façon que ses sections filetées se trouvent en face des parties lisses de la cavité; le plus petit effort le fait pénétrer au fond, et alors on n'a plus qu'à opérer à l'aide de la manivelle, fixée pour cela à l'extérieur du bouchon, un mouvement équivalent à un sixième de cercle, pour faire entrer l'une dans l'autre les parties filetées.

Il est vrai que l'on peut oublier de faire ce mouvement, comme cela est arrivé une fois si malheureusement à bord du *Montebello*; mais un tel désastre n'est plus à craindre grâce à deux appareils de sûreté

qui suppléent automatiquement aux distractions des servants de pièces.

Le premier est un verrou placé à la partie supérieure de l'arrière de la culasse, au-dessus de la position occupée par la manivelle quand la vis est fermée.

Ce verrou se mouvant à rotation, se soulève au passage de la manivelle et retombe derrière elle par son propre poids, de façon que si une tentative de desserrage se produisait dans la culasse par l'effet du tir, l'arrêt, s'opposant au mouvement de la manivelle, empêcherait naturellement la désagrégation de la vis.

Le second : car deux sûretés valent mieux qu'une, a surtout pour but d'éviter l'explosion pour le cas où le bouchon de culasse ne serait pas hermétiquement vissé. Pour cela, on fait passer le cordon du tire-feu, grossi à un endroit d'un boudin en forme de pomme, dans l'œil d'une pièce de métal posée sur le passage de la manivelle.

Si la manivelle n'est pas à sa place, un ressort ferme cet œil de façon à ce que le boudin ne puisse plus passer; or, comme celui-ci est posé sur le cordon, à une distance calculée, pour qu'on ne puisse amorcer la pièce tant qu'il se trouve au-dessous de l'anneau, il s'ensuit que ne pouvant faire feu, on sera prévenu que la manivelle n'est pas bien en place.

Le bouchon de culasse, terminé intérieurement, comme nous l'avons vu, par une manivelle, destinée à lui imprimer son mouvement de rotation, et par une poignée qui sert à tirer et à pousser la fermeture; est terminé intérieurement par une rondelle en acier, destinée à porter l'obturateur.

Cet obturateur, qui a pour effet d'empêcher que les gaz produits par la combustion de la poudre ne se frayent un passage en arrière, est un culot d'acier très doux, assez mince, mais suffisamment résistant et surtout très exactement ajusté. Il se compose d'un fond plat correspondant à la petite saillie de

la rondelle à laquelle il est fixé par un boulon à vis, et d'une couronne tronconique plus épaisse naturellement sur le centre que sur les bords.

Cette pièce essentiellement mobile, mais capitale, puisque sans elle la charge par la culasse est impossible, se change aussi souvent que le tir l'a rendue défectueuse.

Ce n'est pas encore là tout le système, car on comprend facilement que le bouchon de culasse d'une pièce de vingt-quatre, qui pèse dans les deux cents kilogrammes, ne soit pas très maniable, aussi ne le pose-t-on pas à terre après chaque coup que l'on a tiré.

On adapte autour de l'ouverture du trou de culasse un cadre en bronze auquel sont attachées d'autres pièces, et notamment une console, également en bronze, muni d'une gouttière sur laquelle on appuie la vis quand on la retire du trou de culasse.

Reste à démasquer le trou de culasse pour pouvoir charger le canon; il y a pour cela deux systèmes: le plus récent consiste à munir la console d'une charnière qui la fixe à la tranche de la culasse et se meut de gauche à droite, par un mouvement de rotation plus expéditif que l'ancien système qui encastrait la console dans une glissière horizontale.

Dans les deux cas, du reste, la vis de culasse est maintenue solidement sur la console, au moyen de griffes dont celle-ci est munie et qui s'emboîtent dans des rainures pratiquées de chaque côté du secteur fileté de la partie inférieure du bouchon de culasse.

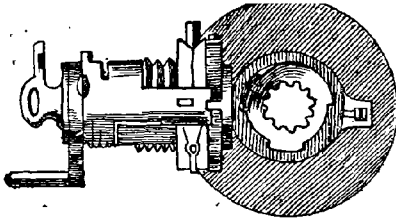
Telle est la fermeture de nos gros canons de marine.

Celle de nos pièces de sept, système du colonel de Reffye, n'en diffère que par le nombre des filets; prise dans un bloc d'acier de 40 kilogrammes, la vis de culasse longue de 15 centimètres, ne porte que six filets interrompus.

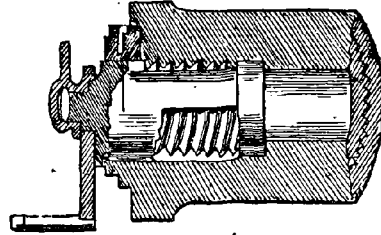
Pendant la charge, elle n'est pas suppor-

tée par une console, son peu de poids permettant de la déposer sur un volet, pièce annulaire en acier qui tourne autour du pivot par lequel elle est fixée à l'arrière du tonnerre. - Ce volet est d'ailleurs muni d'un verrou de

BOUCHON DE CULASSE DU SYSTÈME DE REFFYE

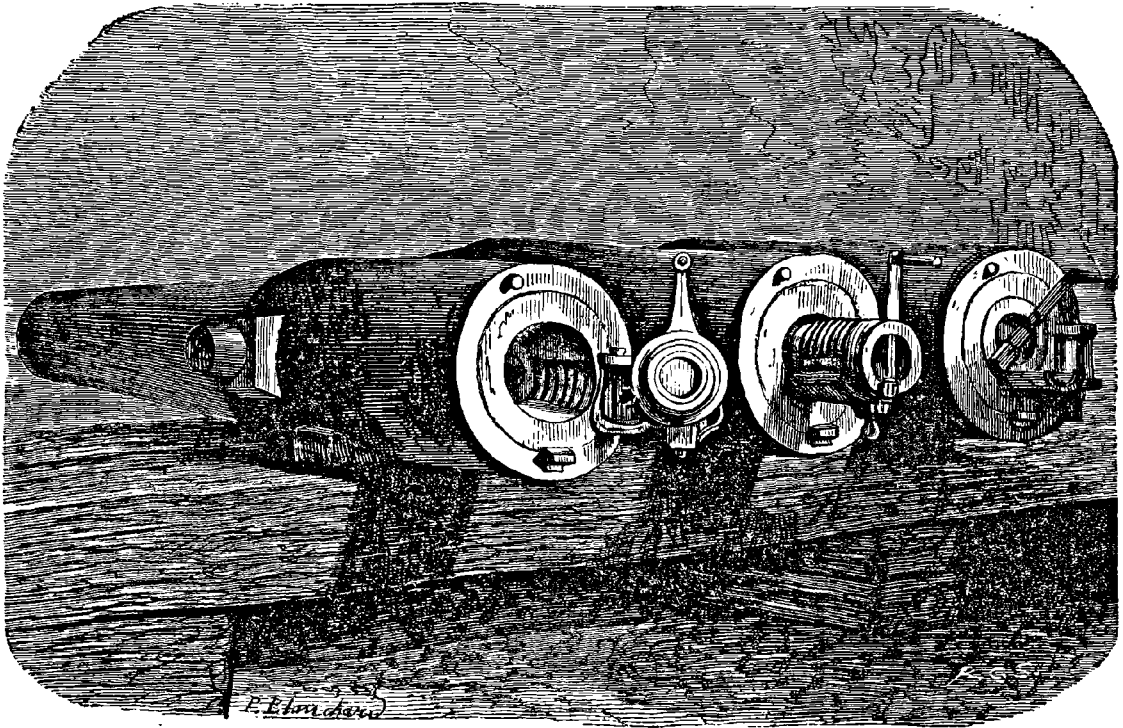


Canon ouvert.



Canon fermé.

sûreté, qui doit être ouvert pour que la vis et son support puissent être attirés en avant. Le système Krupp, d'apparence plus simple, et plus expéditif au premier abord;



Système de fermeture de culasse des canons de la marine française.

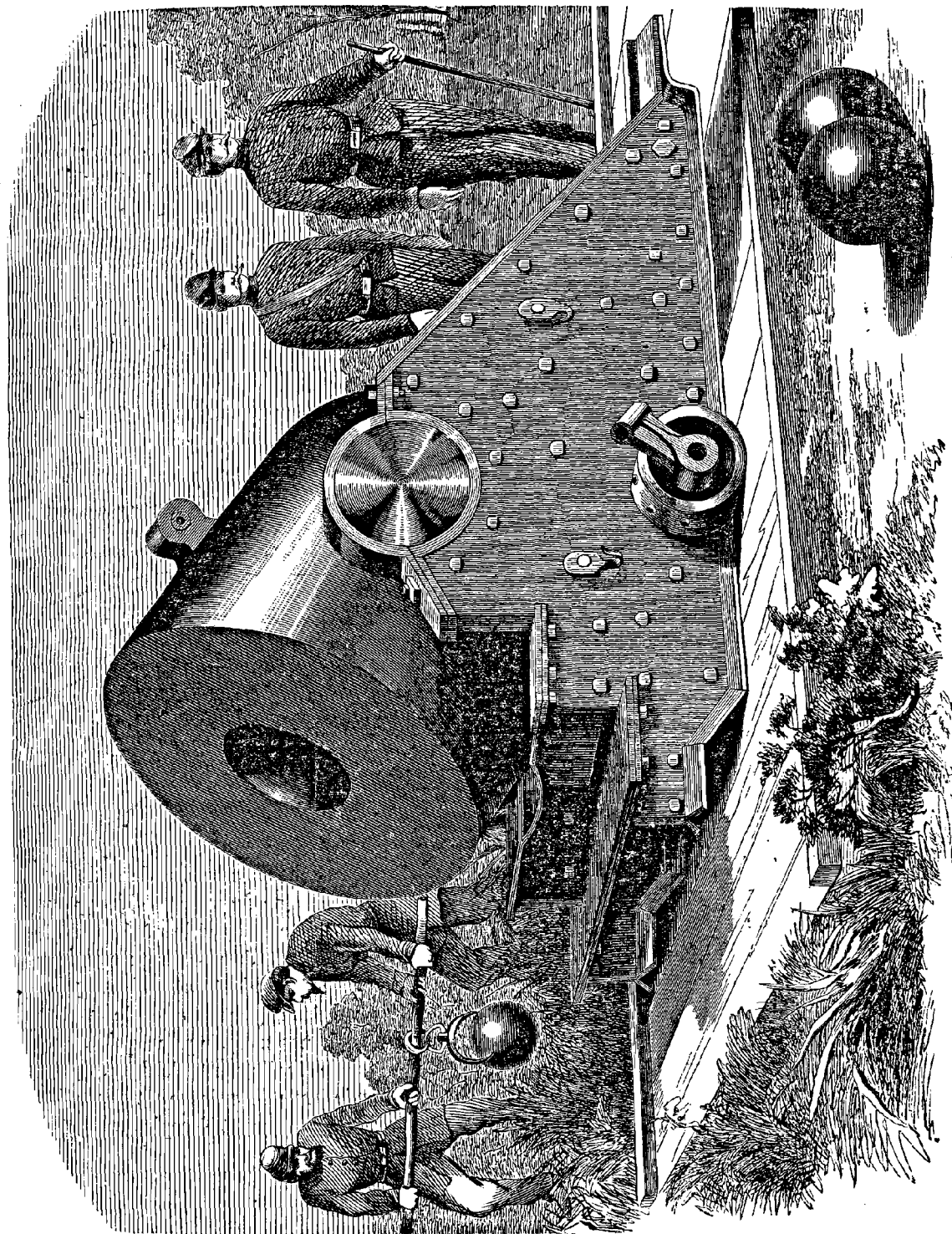
ne nous paraît pas offrir les mêmes conditions de sécurité. -

Il ne comporte pas de bouchon de culasse proprement dit, puisque la fermeture s'opère sur le côté, la culasse est entaillée d'un canal dans lequel un verrou-châssis se

LE MONDE INDUSTRIEL



UNE BATTERIE TURQUE DE CANONS KRUPP, A ROUSTCHOUK.



Grand mortier américain. page 63

Lry. 7.

7

meut transversalement à l'axe du canon.

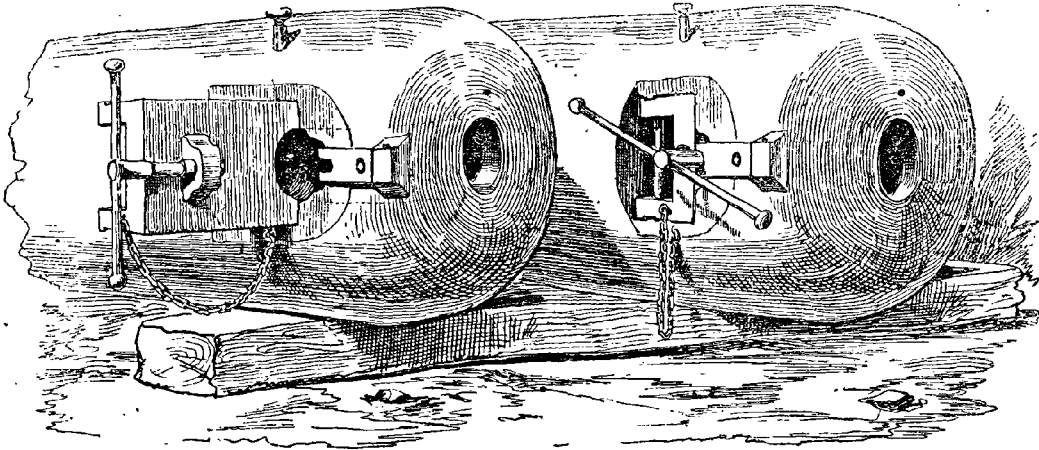
Ce verrou se manœuvre assez facilement, d'autant qu'il ne se retire pas entièrement chaque fois qu'on veut fermer la pièce; car il est percé vers son extrémité d'une lunette d'acier, qui, au moyen d'un cran d'arrêt, vient se placer juste en face de l'âme du canon, de manière à donner passage au boulet et à la gargousse, qui s'introduisent par l'orifice de la culasse.

Lorsque la charge est en place, on repousse au moyen d'une vis, actionnée par une manivelle, le verrou, dont la partie pleine

ferme la culasse, tandis que la partie forée disparaît dans l'épaisseur du canon.

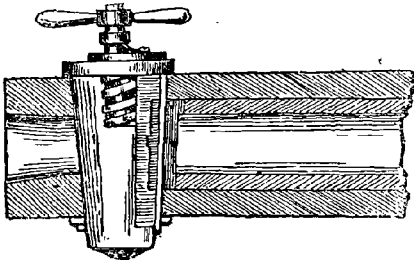
La fermeture est faite, il ne s'agit plus que de la maintenir fixée au moyen d'un boulon, introduit par un mouvement excentrique; l'office d'obturateur est rempli par un anneau en cuivre évidé à l'intérieur et qui, chassé violemment contre la rainure du chassis par les gaz que produit l'explosion, empêche tout échappement de ces gaz.

Ce système, qui ne prend que deux temps au lieu des trois qu'exige le système fran-



Système de fermeture de culasse des canons Krupp.

çais a le défaut d'obliger à pratiquer une mortaise précisément au point où le canon a le plus besoin de sa force, et l'on ne remédie qu'imparfaitement à ce défaut en augmentant le poids de la pièce.



Fermeture du canon Uchatius.

La fermeture du canon autrichien Ucha-

tius se rapproche beaucoup de celle des pièces de campagne du système Krupp, en ce qu'elle se fait aussi par le côté.

Elle se compose d'un coin prismatique en bronze acier, qui n'est autre chose qu'un verrou du même genre que le verrou prussien, mais assez léger pour qu'un seul homme puisse facilement l'enlever pour démasquer le trou de culasse et permettre d'introduire la charge, et le replacer lorsque le canon est chargé.

Ce verrou, muni du côté de la manœuvre, d'une manivelle, qui permet de le faire tourner de façon à ce que l'écrou qui le termine s'encastre dans la rainure pratiquée auprès de l'autre côté du canon passe au

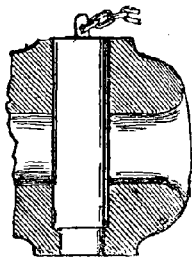
milieu d'une bague en cuivre rouge essentiellement mobile, puisqu'elle fait l'office d'obturateur et ferme hermétiquement l'arrière du canon, de manière à empêcher la sortie des gaz qui se forment au moment de l'explosion de la poudre.

Parlons maintenant des autres systèmes de fermeture des canons les plus connus, mais seulement à titre d'étude ; car, sauf celui de Castmann qui est évidemment le prototype du système français, et celui d'Armstrong, qui n'a pu être conservé que pour les pièces de petit calibre, tous les autres ont été à peu près abandonnés.

Les premiers en date sont ceux du Suédois Wahrendorff et de l'Italien Cavalli, qui, dès 1846, inventèrent, chacun de leur côté, et d'après les anciens, le chargement par la culasse.

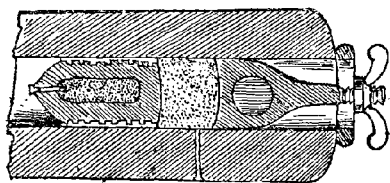
C'était trop tôt, la mode n'en était pas encore venue, aussi sont-ils complètement oubliés.

Le système du baron de Wahrendorff consistait dans un tampon de culasse s'emboîtant sur la pièce et maintenu par une



cheville horizontale qui traversait la culasse et le tampon.

Manquant surtout de solidité, il ne donna que des résultats incomplets.



En Prusse où il fut d'abord expérimenté, on le modifia de diverses façons dont la

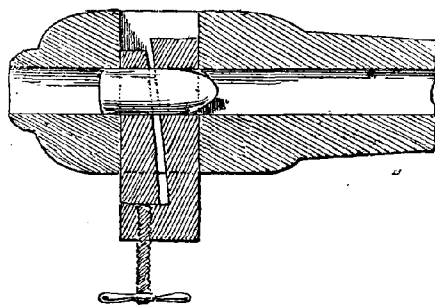
meilleure fut le placement, en avant du tampon de culasse, d'une plaque en papier mâché, ayant une forme un peu concave, de façon que ses bords, pressés par l'explosion de la poudre contre les jointures de l'appareil, pussent faire l'office d'obturateur.

Ces divers essais, peu satisfaisants d'ailleurs, amenèrent l'adoption du système de fermeture connu sous le nom de système prussien, bien qu'il ait complètement disparu en Allemagne depuis l'apparition des canons Krupp.

Il se compose de deux coins s'encastant l'un dans l'autre, et reliés par une vis, de façon que leur ensemble forme toujours un parallépipède.

Chacun de ces coins, dont les faces parallèles peuvent s'écarter plus ou moins selon le mouvement imprimé à la vis, ainsi que le montre notre dessin, est percé d'une ouverture circulaire dont le diamètre est un peu plus grand que celui de l'âme.

Veut-on charger le canon, on tourne la

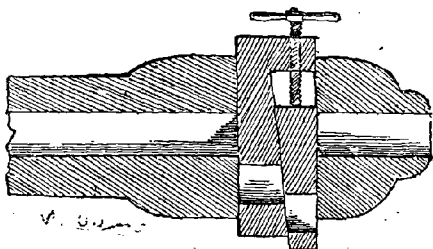


vis de manière à diminuer l'épaisseur de l'obturateur, puis on amène, comme dans la figure ci-dessus, les ouvertures des coins dans l'axe de l'âme de la pièce, ce qui permet d'introduire facilement dans la chambre le projectile et la gargousse.

La charge en place, on repousse l'obturateur et les coins reprennent la position indiquée dans notre dessin ci-contre.

Ce qui a fait surtout abandonner ce système, c'est que non seulement il fallait renouveler à chaque coup tiré le disque de papier mâché qui précédait la gargousse,

mais il fallait encore le placer avec une scrupuleuse attention dans la position vou-

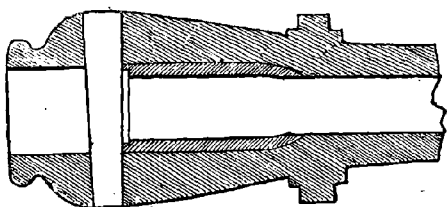


Système Prussien. — Canon fermé.

lue pour que les mouvements de l'obturateur ne le dérangeassent pas ; il ne fut d'ailleurs appliqué en Prusse qu'à un certain nombre de canons de la marine, encore n'étaient-ils pas réglementaires.

La fermeture du canon Cavalli consistait en une sorte de verrou transversal, auquel l'inventeur avait donné la forme d'un coin, parce qu'elle permet toujours, quel que soit l'agrandissement de l'ouverture, de forcer l'obturateur pour rendre la fermeture complète.

Ce coin, placé dans une inclination calculée pour que l'effet de la décharge du canon ne puisse le chasser, est garni à chaque extrémité de poignées, l'une courte, placée au gros bout du coin, l'autre, au contraire, de



Fermeture du canon italien Cavalli.

grande dimension, est percée comme une lunette pour pouvoir livrer passage au boulet et à la gargousse, quand on tire le coin par la petite poignée afin de charger la pièce.

Ce système très ingénieux, qui est d'ailleurs le principe fondamental de la fermeture Krupp, était défectueux dans la pratique ; car il arrivait souvent qu'après un

certain nombre de coups tirés, on ne pouvait plus faire mouvoir le coin.

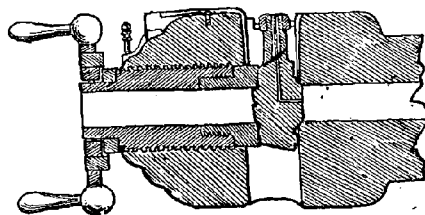
L'inventeur remédia à cet inconvénient d'abord en ajoutant à son système un levier qui, prenant son point d'appui sur le banc de la culasse du canon, agissait sur le coin en passant dans un encastrement ménagé à cet effet à sa partie postérieure.

Ensuite, en prévenant l'effet produit sur le coin par l'explosion de la poudre ; par l'addition d'un culot mobile, qui a été depuis employé comme obturateur dans presque tous les systèmes de fermeture de culasse.

La fermeture Armstrong, — car ce célèbre fondeur a fait aussi des canons se chargeant par la culasse, il a même commencé par là — est la plus compliquée de toutes.

Nous en trouvons le détail dans le livre de M. Xavier Raynaud : *les Marines de la France et de l'Angleterre*.

« La difficulté n'a jamais été de faire un canon à chargement par la culasse, qui peut tirer quelques coups, mais de produire, comme disent les gens du métier, une obturation assez complète pour que la pièce fût



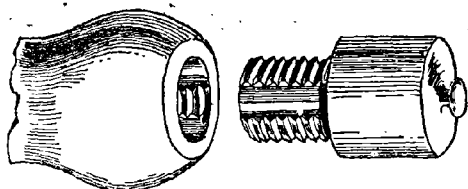
Fermeture du canon Armstrong.

capable de résister à un tir quelque peu soutenu. Là est la difficulté qui avait arrêté jusqu'ici tous les inventeurs.

« Voici comment sir Willson Armstrong s'y est pris pour la résoudre. Il a commencé par prolonger la culasse de sa pièce, et dans cette prolongation, il a creusé intérieurement un vide destiné à un double usage : d'abord à introduire la charge, à recevoir ensuite une vis qui ferme la pièce.

« Néanmoins quelque habilement faite

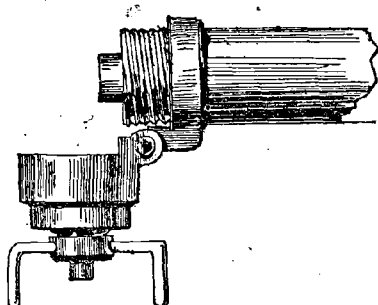
que fût cette vis, comme il fallait qu'elle eût un certain jeu, et qu'elle ne fût pas trop dure à manœuvrer, elle ne pouvait pas suffire à protéger la bouche avec efficacité contre le danger des affouillements, contre les causes de ruine que produit l'explosion des gaz. Il n'a pas pu, par conséquent



Fermeture Castmann, canon ouvert.

l'employer comme moyen de fermeture unique. Il a imaginé d'introduire entre elle et la charge de poudre, un nouvel organe que les Anglais appellent indifféremment *stopper*, *obturator*, *vent-piece*.

« L'office essentiel et délicat de cet organe est de produire l'obturation en s'insérant entre la charge de poudre et la vis, qui ne sert plus qu'à le maintenir lui-même en place; mais, trouvant alors qu'il était impossible de le faire parvenir à son poste, par le passage de la vis, parce que c'eût été long, difficile et peu sûr, et aussi parce que cet obturateur devait, pour donner quelque garantie d'efficacité, être d'un plus grand diamètre que celui de la vis elle-même, sir Wilham Armstrong a

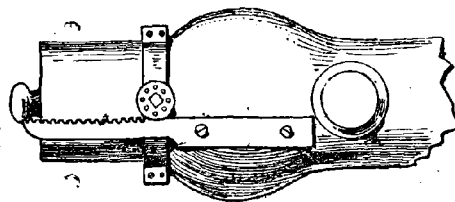


Fermeture du canon Withworth.

pratiqué dans la paroi de son canon, en arrière de la chambre où se dépose la

charge, une ouverture qui sert à la mise en place de cet organe; son obturateur est, comme on le voit, le véritable souffre-douleur de tout le système.

« Entre la poudre et la vis, il est, comme on dit familièrement, entre l'enclume et le marteau, et en même temps, pour remplir



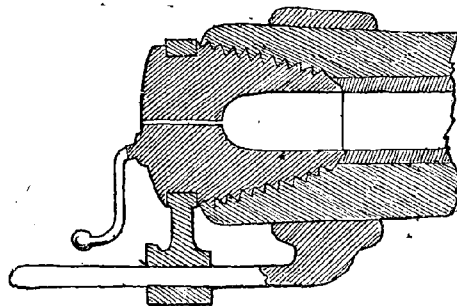
Fermeture Castmann, canon fermé.

convenablement son office, il faut qu'il soit construit avec une exactitude toute mathématique, et qu'il la conserve toujours, ayant à se défendre contre l'envahissement des gaz, sur tout le développement des lignes que présentent la circonférence de l'âme de la pièce et le dessus de la tranche ouverte dans la paroi, pour lui donner passage à lui-même.»

Ce qu'il y avait de plus défectueux dans le système, c'est que cet obturateur était en même temps le porte-lumière, et, comme il subissait tout l'effort de la décharge, on était obligé de le changer souvent.

Ce système a d'ailleurs été modifié de la façon suivante.

La fermeture actuelle se fait toujours par



Fermeture du canon Blakely.

un bloc clavette qui se manœuvre au moyen d'une anse ou poignée, mais ce bloc n'est

plus le porte-lumière et il n'y a plus de tampon mobile.

Le bloc enlevé de bas en haut, la charge, qui se glisse par l'orifice de la culasse, pénètre librement jusque dans les chambres; remis alors en place, le bloc, la clavette ou le verrou, car en somme c'est encore un verrou, est fixé par la pression d'une gros vis, creuse puisqu'elle est à demeure à l'intérieur de la culasse, et que le boulet et la gargousse doivent passer dans sa cavité.

Cette vis est mise en jeu par un levier très ingénieusement disposé, lequel n'étant pas en contact constant avec l'ergot de la vis, peut acquérir, par un balancement que favorise une sphère d'un poids calculé, assez d'élan pour doubler la force d'action sur la vis qui doit être serrée énergiquement et surtout promptement.

L'usine Withworth a commencé par employer des fermetures, dites à chapeau, à cause de leur forme.

Cela consistait en un bouchon, fileté à l'intérieur, qui se vissait tout simplement sur la culasse au moyen d'une manivelle.

Ce système ne donnant de bons résultats que pour les pièces de petit calibre, a été remplacé par un double chapeau, qu'on s'expliquera très bien en consultant notre gravure de la page 33.

Ce double chapeau se composait d'abord d'une frette qui, sous l'action de la vis mue par la manivelle, venait cercler l'extrémité de la culasse en même temps que le chapeau proprement dit, fileté intérieurement, coiffait une vis intérieure qui n'était que le prolongement de l'âme du canon, et était forée hexagonalement, pour laisser passer le projectile, affectant cette forme pour acquérir plus de portée.

Le canon fermé se trouvait naturellement renforcé à la culasse par une frette d'acier; mais l'opération était longue et l'on abandonna ce système pour en adopter un autre qui se rapproche un peu du système Blakely.

Celui-ci comprend un gros tampon cylindrique fileté; mais pour éviter la perte du temps qu'il faudrait pour le visser entièrement, il est de forme conique et d'un maniement assez prompt.

L'ensemble de cette fermeture est d'ailleurs porté par une sorte de levier solidement soudé à la pièce et sur lequel le tampon glisse et reste à demeure pendant le chargement de la pièce.

Quant au système Castmann, c'est comme nous l'avons dit déjà, la vis sectionnée, adoptée par notre manufacture nationale, mais l'ensemble de la fermeture diffère en ce que le tampon est retiré pour opérer la charge, au moyen d'une crémaillère assez solidement vissée à la pièce pour porter le bouchon fileté, lorsque l'ouverture de la culasse est démasquée.

Ne nous appesantissons pas davantage sur ce sujet qu'on peut résumer par ceci :

Aucune fermeture de culasse ne peut être bonne dans la pratique, si elle ne comprend pas une obturation parfaite du gaz de la combustion; c'est pour cela que la plupart des constructeurs étrangers adoptent à peu près le système français.

IX

LE RAYAGE

En dehors des mortiers dont nous n'avons pas encore parlé, et dont nous ne nous occuperons pas spécialement, parce qu'ils ne diffèrent des canons que par leur forme plus courte, et rentrent absolument dans les mêmes conditions de fabrication.

En dehors aussi de quelques pièces américaines de gros calibre, appelées à les remplacer dans un temps donné, parce qu'elles lancent des boulets sphériques avec plus de précision et à des distances plus grandes : tous les canons modernes sont rayés, c'est-à-dire que leur âme est creusée d'une série plus ou moins nombreuse de sillons tracés longitudinalement et décrivant des hélices

parallèles, depuis la chambre jusqu'à la bouche de la pièce.

La rayure, si on ne tient pas compte de son exécution, n'est pas une chose absolument nouvelle; quelques armes portatives furent rayées dès le *xv^e* siècle et il n'est pas très difficile de trouver dans les musées d'artillerie des pièces de canons pourvues de rayures, d'une date bien antérieure au *xviii^e* siècle, époque à laquelle Benjamin Robins, savant physicien anglais, étudia la cause de déviation des projectiles et conclut par une suite de raisonnements très justes, que le seul moyen de l'empêcher était l'adoption des rayures en spirale aux canons des bouches à feu.

Ce qu'on n'avait pas fait jusqu'alors, car les rayures des carabines allaient alors en droite ligne d'une extrémité à l'autre du canon, dans le seul but, d'ailleurs, de diminuer l'encrassement produit par l'explosion de la poudre.

Les théories de Robins firent quelque bruit sitôt leur publication, et, elles auraient certainement été suivies d'expériences pratiques, si Euler, qui faisait alors autorité dans la science et permettait rarement aux autres d'avoir raison, ne se fût avisé de les discuter.

L'illustre mathématicien, que le monde admirait comme un oracle et que Berlin et Saint-Petersbourg se disputaient, n'eut qu'à se donner la peine d'écrire pour prononcer la condamnation des canons rayés, dont il ne fut plus question de son temps.

On n'y revint qu'un siècle plus tard, lorsque le major italien Cavalli et le baron suédois Warendorff réinventèrent presque en même temps le canon se chargeant par la culasse et la rayure de Robins.

L'idée, d'ailleurs, n'avait plus besoin que d'une appropriation à son nouvel usage, car appliquée en France aux carabines Minié, elle donnait des résultats très appréciables.

Les canons Warendorff et Cavalli, bien qu'assez défectueux, ayant démontré la nécessité de la rayure, les inventeurs de tous les

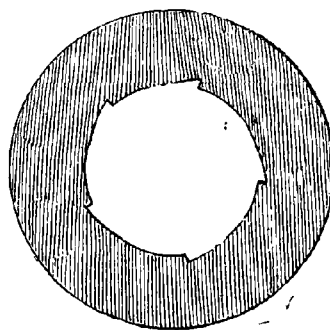
pays s'ingénierent à chercher la meilleure.

De tous les essais faits, depuis 1850, il ne sortit pourtant que trois systèmes.

Le système français, trouvé par le capitaine Tamisier, et si bien perfectionné par le commandant Treuille de Beaulieu, que sa pièce de quatre est restée le type de tous les canons rayés modernes.

Il se composa d'abord de trois rayures assez profondes pour permettre aux six ailettes du projectile, formant avec la ligne génératrice du projectile le même angle que la rayure de la pièce avec la génératrice de l'âme, de s'y encastrer de façon à conduire le boulet par tous les méandres de sa rayure, jusqu'à sa sortie du canon.

Plus tard, le nombre des rayures fut porté à six, puis changé, selon le calibre des pièces, mais sans qu'aucune modification fût apportée au système de la rayure,



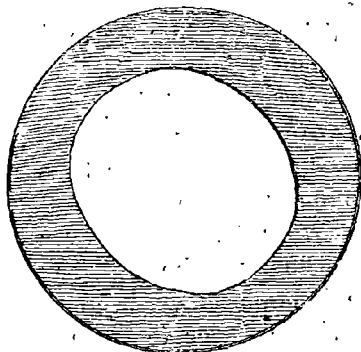
Rayure, système français.

qui est toujours progressive, c'est-à-dire que depuis son départ de la chambre, elle s'infléchit de plus en plus, dans la direction de l'axe de la pièce jusqu'à la bouche, de façon à répartir l'effort sur toute la longueur du canon.

Les deux autres systèmes qui n'ont pas fait école, puisqu'ils n'ont jamais été employés que par leurs inventeurs, sont les suivants :

Le système Lancaster, qui se compose de deux rayures très larges et assez profondes pour donner à l'âme de la pièce une forme elliptique d'autant plus prononcée que cette âme, qui tourne en hélice suivant un pas de 6 mètres, est déjà légèrement ovoïde.

Cette innovation donna pendant la guerre de Crimée d'assez fâcheux résultats, car les obus, qui sortaient difficilement de la pièce,

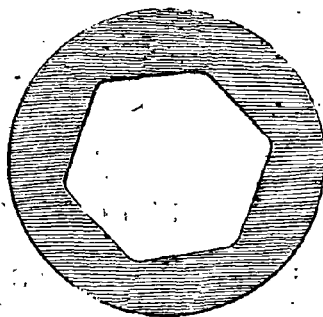


Rayure, système Lancaster.

la faisaient souvent éclater, aussi fût-elle promptement abandonnée.

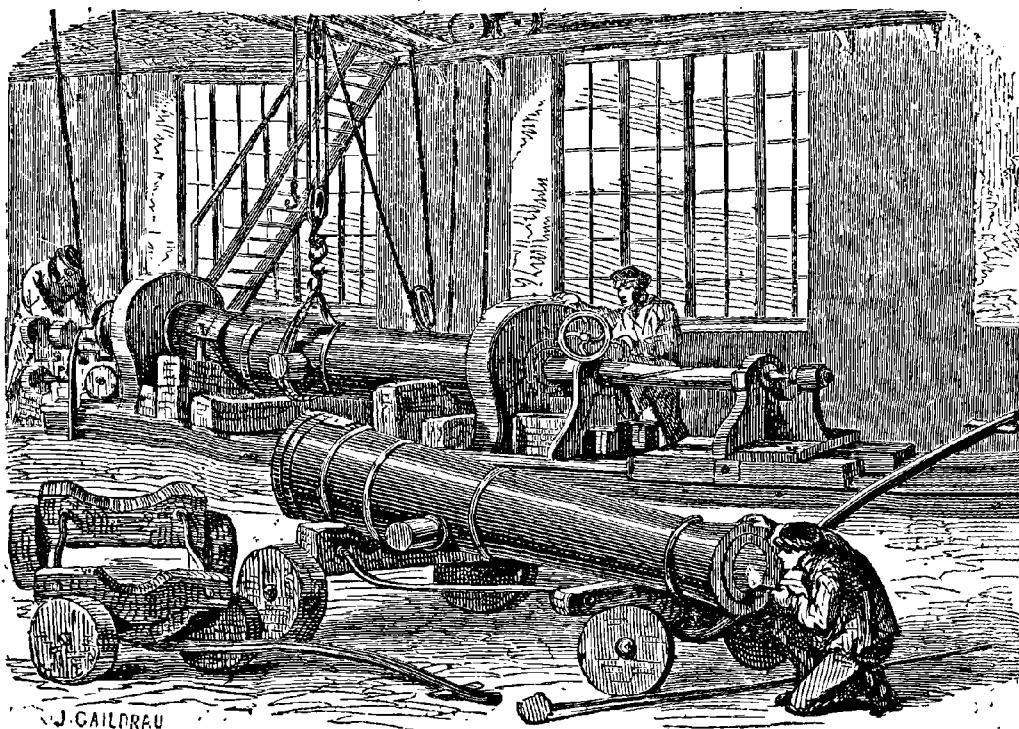
Le système Withworth a eu une meilleure

fortune, sans cependant s'imposer; il donnait, au moyen de six rayures symétriques et profondément faites, la forme hexagonale



Rayure, système Withworth.

à l'âme des canons, ce qui permettait le forçement du projectile, sans être obligé de le munir de tenons ou d'ailettes, il suf-



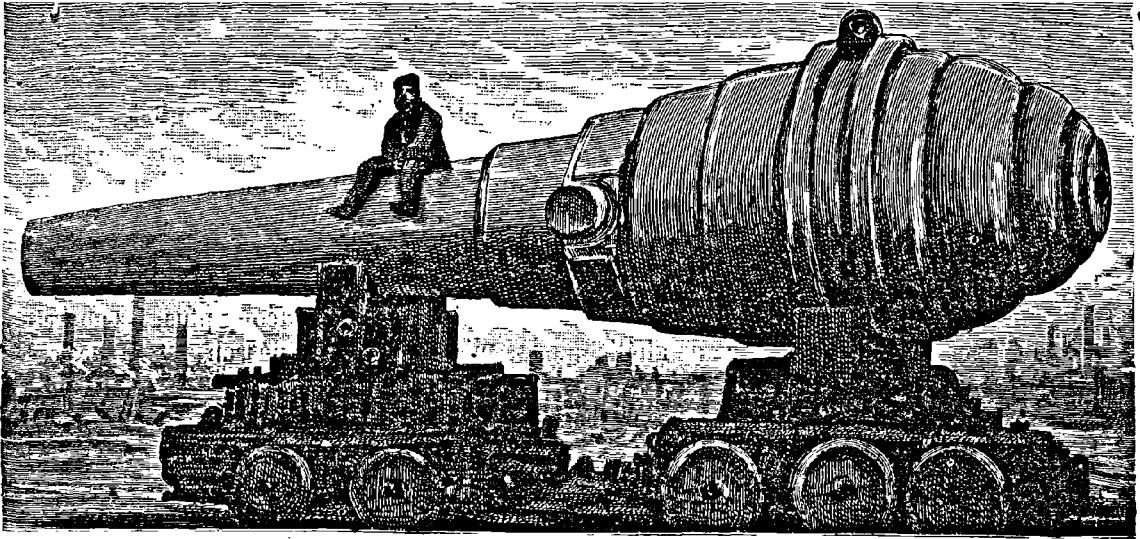
Machine à rayer les canons.

fisait pour cela qu'il fût hexagonal dans son plus grand diamètre; c'était le seul avantage du procédé, encore était-il bien

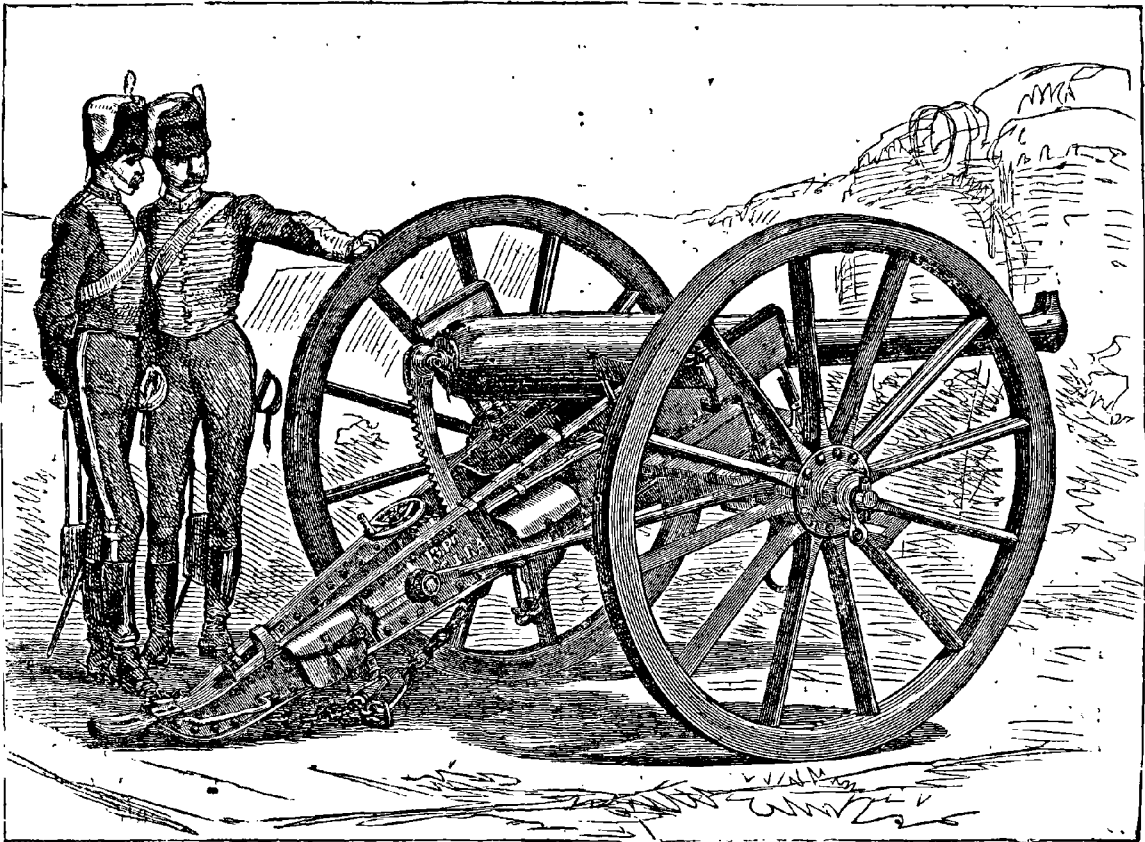
compensé par des difficultés de fabrication.

Il y a bien aussi le système Armstrong que les Anglais appellent rayures *Schunt*;

LE MONDE INDUSTRIEL



Grand canon italien de 100 tonnes.



Pièce de campagne anglaise.

mais ce n'est qu'une modification du système français.

Il consiste à diminuer la largeur des rayures au fur et à mesure qu'on approche de la bouche du canon.

Ces rayures, qui ont leur raison d'être pour certains projectiles, sont connues en France sous le nom de rayures fuyantes ou rayures doubles, parce qu'en effet elles sont doubles au point de départ de l'hélice, mais elles n'y sont pas employées.

Quel que soit leur système, les rayures sont faites partout par le même procédé.

Il est d'ailleurs fort simple et repose sur le principe de cette machine à copier les dessins qu'on appelle le pantographe.

Le canon, solidement assujéti sur un banc, on introduit dedans une lame de burin, supportée par une tige, qu'une réglette en saillie oblige à passer par une ouverture où elle n'a que le jeu nécessaire pour tracer un sillon régulier.

Un jeu de lames se compose de trois : l'une creuse la partie de droite, l'autre, la partie gauche et la troisième relie leur travail en passant par le milieu.

Cela indiquerait suffisamment, si on ne le savait déjà, que la rayure se fait en spirale, dont on peut changer le pas, ce qui est utile, quand elle est progressive, en changeant la réglette qui fait saillie sur la tige.

Ce qu'on appelle le *pas*, c'est la ligne d'inflexion de la rayure; ainsi quand on dit qu'une pièce est rayée au pas de deux mètres, cela indique que la rayure doit parcourir la longueur de deux mètres pour faire le tour complet de l'âme de la pièce.

Le travail se fait lentement, mais sûrement et il donne au canon les avantages que personne ne conteste, maintenant que les théories d'Euler ne sont plus article de foi : de porter sensiblement plus loin, et d'avoir un tir plus juste. Ce qui s'explique naturellement en ce que le projectile, par le mouvement de rotation qu'il est obligé de faire en suivant les rayures, avant de sortir de

la pièce, acquiert plus d'élan et se dirige d'autant plus droit que le mouvement qui lui a été imprimé est plus régulier.

Les opinions sont très partagées, non sur l'utilité des rayures, mais sur leur nombre et leur disposition; ainsi, tandis que nos canons de marine n'en portent que trois, cinq ou sept, selon leurs calibres, les canons de Reffye en ont beaucoup plus, les nouvelles pièces autrichiennes en ont 24, les canons Krupp en portent 32, et quelques constructeurs en admettent même jusqu'à 68.

Les uns les veulent profondes pour qu'elles ne s'encrassent pas facilement, tandis que les autres prétendent au contraire que la rayure profonde trace d'avance les sillons de rupture par où le canon éclatera.

Quant à la disposition : les uns pratiquent la rayure à pas constants, d'autres à pas progressifs.

Comme il est impossible de concilier toutes les opinions, nous laissons à chacun la sienne sans préconiser l'une plutôt que l'autre, la pratique, seule, pouvant décider la question.

Un canon rayé, pourvu de sa fermeture de culasse, percé de son trou de lumière, est un canon terminé, il n'a plus qu'à subir les épreuves que nous avons déjà indiquées.

Mais notre travail serait incomplet si nous ne parlions, au moins succinctement, des affûts, sans lesquels le canon ne peut servir à rien, et des projectiles qui lui permettent de faire des veuves et des orphelins, ce qui est malheureusement de son essence.

X

LES AFFÛTS.

Les affûts se divisent en deux grandes catégories : les affûts roulants, sur lesquels sont montées les pièces de campagne, et les affûts fixes, sur lesquels on pose les pièces de rempart, les canons de marine, et généralement toutes les pièces montées d'un déplacement difficile.

Est-ce bien la peine de décrire l'affût

roulant; tout le monde en a vu depuis surtout que l'artillerie est une préoccupation de notre époque.

Disons pourtant qu'il se compose d'un châssis rectangulaire en charpente, dont la partie qui supporte le canon, par les tourillons, est posée sur un essieu muni de deux roues. Cette charpente se termine par une queue qu'on appelle la crosse et qui sert de troisième point d'appui à la pièce, cette crosse qui repose à terre quand la pièce est en batterie, porte à son extrémité un anneau de fer par lequel on l'accroche à l'avant-train muni de deux roues (quand la pièce est attelée), et qui sert aussi à faire passer un levier pour la manœuvrer plus facilement quand elle est à terre. Les parties jumelles qui reçoivent la pièce, portée sur ses tourillons, s'appellent *flasques* et l'échancrure pratiquée à leur partie supérieure pour recevoir les tourillons se nomme *encastrement*.

Vers le milieu de la longueur de la queue de l'affût se trouve une vis terminée par une poignée cintrée, sur laquelle s'appuie la culasse et qu'on appelle *vis de pointage*. C'est en effet au moyen de cette vis que l'on règle la position, plus ou moins inclinée de la pièce, selon le tir que l'on veut obtenir.

Tel est l'affût de nos pièces de sept, et, à peu de différence près, celui des pièces de campagne des nations étrangères.

Nous allons d'ailleurs les passer en revue au moyen de nos gravures.

Voici d'abord l'affût prussien, que nous avons tous vu, et trop vu même; il n'a rien d'ailleurs de plus que le nôtre, sinon une barre de fer qui allant de l'essieu à la charpente, donne plus de solidité à l'affût lorsque la pièce est en batterie.

L'affût Armstrong est en tôle de fer, ce qui est à la fois plus léger et plus solide; mais il ne porte pas de vis de pointage. Ce système, en usage partout, est remplacé dans l'artillerie anglaise par un levier articulé qu'on met en œuvre au moyen d'une roue en cuivre.

L'affût autrichien des nouvelles pièces, modèle Uchatius, se compose de deux flasques convergentes en tôle d'acier, renforcés sur tout leur pourtour d'un rebord en fer, tourné vers l'intérieur.

L'essieu, en acier, est garni de chaque côté de la pièce, d'un caisson destiné à servir de siège aux servants, qui s'y placent les jambes tournées du côté de la bouche du canon et peuvent trouver un point d'appui, au moyen de poignées fixées à la partie supérieure des flasques.

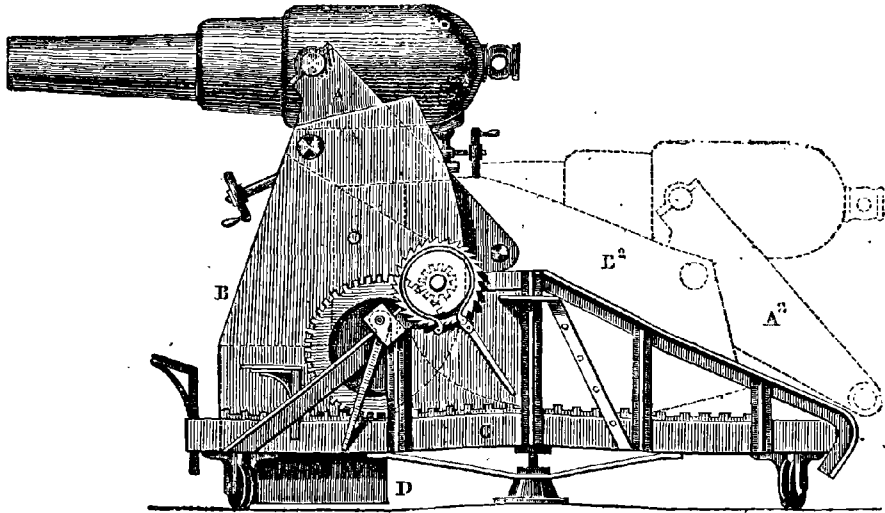
C'est la seule innovation de ce système, reste à savoir si elle est bien pratique; en tout cas elle ne donne pas de grâce à la pièce, dont les roues à moyeux métalliques sont sensiblement plus basses que les roues des affûts français.

Les affûts fixes sont de différentes sortes; on comprend très bien que les pièces de rempart qui ne sont pas d'un calibre exceptionnel, ni par conséquent d'un poids exorbitant, puissent reposer sur un échafaudage en bois, mais pour les canons à grande puissance il a fallu établir des affûts en fer, disposés de façon à faciliter les mouvements des masses à manœuvrer, tout en atténuant les réactions des énormes charges qu'on emploie.

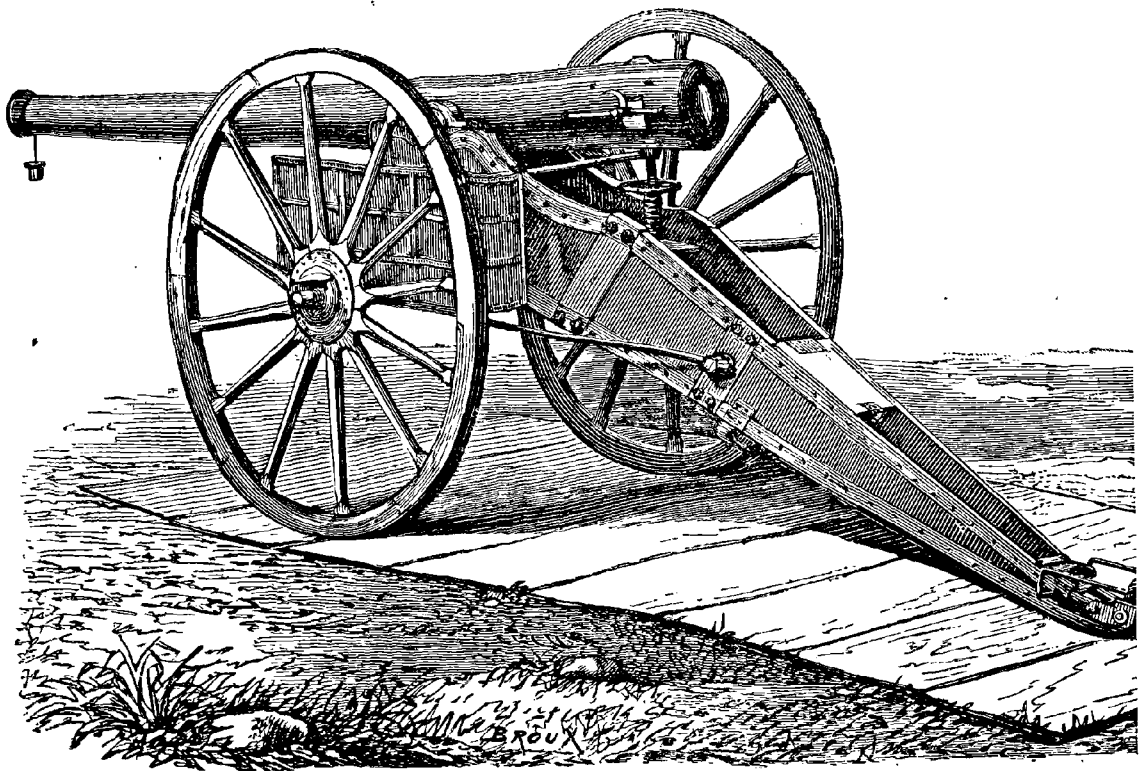
L'affût d'une pièce de rempart, ou de côte, de dimensions moyennes, a généralement les flasques formées par une charpente triangulaire, dont la partie antérieure repose sur un essieu à roues basses qui est monté sur un grand châssis, dont l'extrémité postérieure est garnie de roulettes pour en faciliter les déplacements latéraux.

Ces châssis sont quelquefois en bois, mais ceux des pièces de côtes sont presque toujours en fonte, par la raison que l'humidité de l'air de la mer détruirait trop rapidement le bois.

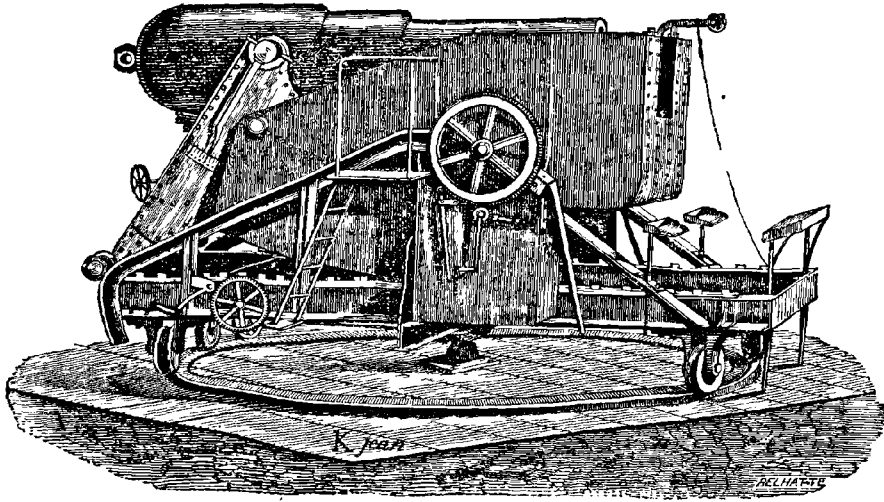
L'affût des grosses pièces de la marine est tout différent: nous trouvons dans la *Revue maritime et coloniale*, la description de celui qui porte les pièces de 24 centi-



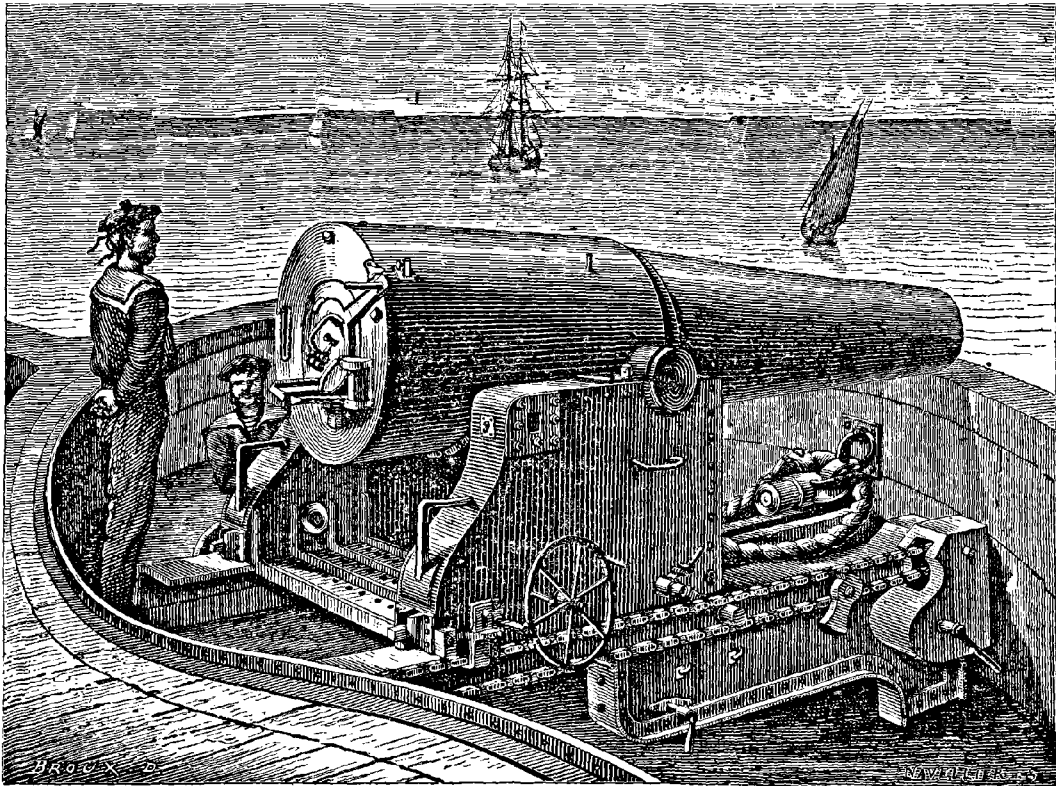
Affût Moncriff, pendant le tir.



Pièce de campagne autrichienne, système Uchatius.



Affût Montcriff, après le tir.



Canon français de la marine.

mètres dans les batteries de nos vaisseaux cuirassés.

« L'affût repose sur un châssis ; tous deux sont construits en fer. Le châssis s'attache au navire par une forte cheville logée dans la muraille ; il repose à l'avant et à l'arrière sur des roulettes marchant sur des circulaires en bronze. Les roulettes de l'arrière portent sur leur face postérieure des cloisons, entre lesquelles on engage des leviers pour exécuter de petits déplacements dans le sens latéral.

« Ces roulettes peuvent en outre se placer latéralement, pour faciliter le transport du châssis.

« A l'avant du châssis est une gorge en fonte, sur laquelle s'appuie la brague qui retient l'affût.

« L'affût se compose de deux flasques en tôle reposant sur les côtes du châssis ; à l'avant des flasques sur deux galets mobiles qui, en soulevant l'arrière de l'affût, font porter les galets d'avant de telle sorte que l'affût se meut à roulement sur le châssis. Dès qu'on baisse les galets d'arrière, les flasques reposent à frottement sur le châssis.

« L'entretoise, reliant l'avant des flasques, renferme des ressorts de choc sur lesquels s'attache la brague, afin de diminuer la violence des réactions et la fatigue du cordage. A la même entretoise est fixé un tampon de choc, qui agit, lorsque l'affût revient au sabord.

« Pour pointer la bouche à feu en hauteur, une chaîne passant sous le renfort, s'enroule dans l'intérieur de chaque flasque, autour d'une roue mise en mouvement par une vis sans fin, au moyen d'une manivelle.

« Dans le cas où l'appareil viendrait à manquer, le pointage pourrait s'exécuter avec des cônes placés sur l'entretoise de crosse.

« Pour modérer le recul, chaque flasqué porte un frein embrassant le côté du châssis. L'épaisseur de la partie de châssis sur laquelle frotte le frein augmente progressi-

vement à mesure que la pièce recule, de sorte que l'action des freins augmente en même temps que diminue la vitesse de recul.

« Les mouvements de mise en batterie s'exécutent à la manière ordinaire au moyen de palans fixés à l'affût d'une part, et d'autre part à la muraille ou aux boucles du châssis. Le pointage latéral s'exécute en agissant sur le châssis avec des palans attachés aux bandes de l'arrière.

« Les déplacements peu étendus peuvent s'exécuter avec des leviers engagés dans les cloisons des roues d'arrière.

« L'affût et le châssis pèsent 6,500 kilogrammes, le poids total du canon de 24 centimètres et de son affût est donc environ de vingt tonnes, la bouche à feu, ainsi montée, se manœuvre sans peine avec 20 hommes : en rade ce nombre pourrait se réduire à 14. »

Comme on l'a vu par nos gravures, les affûts des grosses pièces étrangères diffèrent peu de celui que nous venons de décrire, si peu même que nous ne nous attarderions pas à en parler s'il n'y avait l'affût à bascule, inventé par le capitaine anglais Moncriff, dans le but de cacher complètement à la vue de l'ennemi les points vulnérables qu'offrent toujours une batterie ; car même avec les canons se chargeant par la culasse, les artilleurs sont presque toujours à découvert.

Pour obvier à cet inconvénient, le capitaine Moncriff a imaginé un affût composé de deux parties très distinctes, l'une inférieure, qui tourne autour d'un arc vertical, à l'aide de galets roulant sur un rail circulaire, et l'autre superposée à celle-ci, et portant à son sommet le canon qui y est fixé comme dans tous les affûts ordinaires.

Seulement cette partie supérieure est montée sur deux tourillons qui lui permettent un mouvement de bascule soit pour s'abaisser soit pour se relever.

La pièce étant tirée, c'est le recul qui lui imprime naturellement le mouvement de

bascule qui la fait disparaître derrière le rempart, où les canonniers pourront la charger à couvert. Cela fait, ils n'ont qu'à décrocher la chaîne qui retient un contrepoids au moyen duquel le canon se relève et se remet en batterie.

C'est ingénieux, mais ce système n'est guère applicable qu'aux canons de rempart, ou à ceux que l'on met en batterie sur le pont des navires cuirassés.

Un mot maintenant de l'affût à mortier qui est infiniment plus simple, et rentre avec ses flasques triangulaires très courtes dans la catégorie des affûts de pièce de rempart.

Quelques-uns pourtant, sont circulaires, comme celui que représente notre gravure, pour faciliter le tir dans toutes les directions.

En revanche, quelques mortiers n'ont pas d'affût du tout, et ceux-là, qu'on appelle mortiers à plaques, reposent sur une large semelle, fondue en même temps que la pièce.

Quant aux mortiers gigantesques comme celui que représente notre gravure, ils reposent sur des affûts en fonte qui se rapprochent de ceux des pièces de la marine, avec cette différence que leur avant est taillé en escalier pour que la marche supérieure, échancrée comme il convient, puisse servir de point d'appui au mortier lorsqu'il est en position.

Il ne serait peut-être pas indifférent d'ajouter à ce chapitre quelques mots sur le montage des canons, dans certains cas spéciaux nécessités par la science de la guerre qui doit, de son essence, mettre à profit tout ce qui peut faciliter les opérations militaires.

Nous voulons parler des batteries blindées destinées à opérer en roulant sur les voies ferrées, car maintenant que l'expérience vient d'être faite en grand, et avec un notable succès dans la guerre anglo-égyptienne, il y a gros à parier que cet arme-

ment deviendra réglementaire en tant que les localités le permettront.

A la vérité, si les Anglais ont réussi, ils n'ont rien inventé en logeant un canon à l'extrémité d'un wagon blindé, à peu près comme on les place sur les chaloupes canonnnières ou sur les batteries flottantes.

On avait déjà fait cela avec un moindre succès, il est vrai, et des moyens moins perfectionnés du reste, pendant le siège de Paris.

Et ce n'était pas une innovation, car en feuilletant les journaux illustrés du temps de la guerre de sécession en Amérique nous trouvons un dessin représentant un wagon blindé qui fit un certain bruit de l'autre côté de l'Atlantique.

Peut-être fit-il plus de bruit que de besogne, en tous cas, nous ne le reproduisons qu'à titre de curiosité.

XI

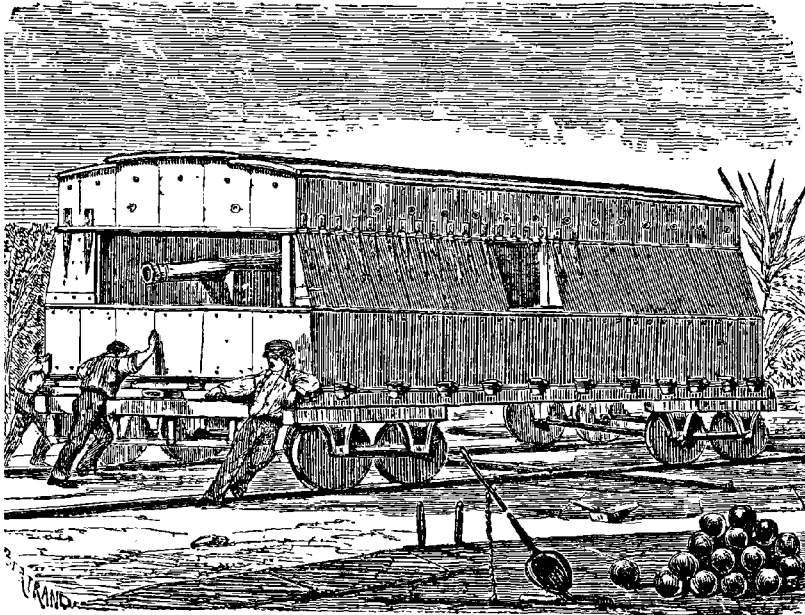
LES PROJECTILES

Les projectiles sont aussi variés que les systèmes de canon, plus même, puisque chaque pièce peut tirer différentes sortes de projectiles, sans parler des boulets rouges, et des boulets ramés qui n'existent plus guère qu'à l'état de souvenir.

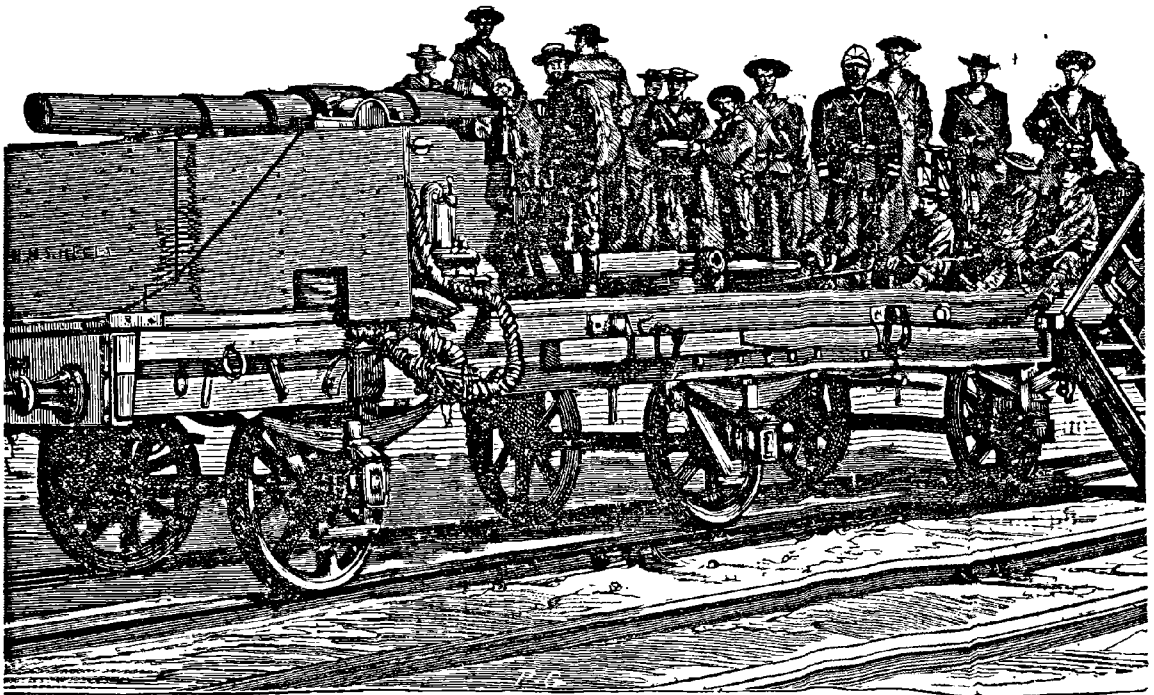
Ils se subdivisent en deux genres : les boulets et les obus.

Il y a encore des boulets sphériques, et quelques théoriciens prétendent même qu'ils causent sur les murailles des navires surtout, des ravages plus irréparables que les boulets coniques. Mais de même qu'il ne se fait plus guère de canons à âme lisse, de même le projectile cylindro-conique, qui dérive plus ou moins de la balle de la carabine Minié, est le plus généralement employé.

Les boulets adoptés en France, sont pour les pièces dites de marine, en acier massif : leur forme est ou cylindrique pour

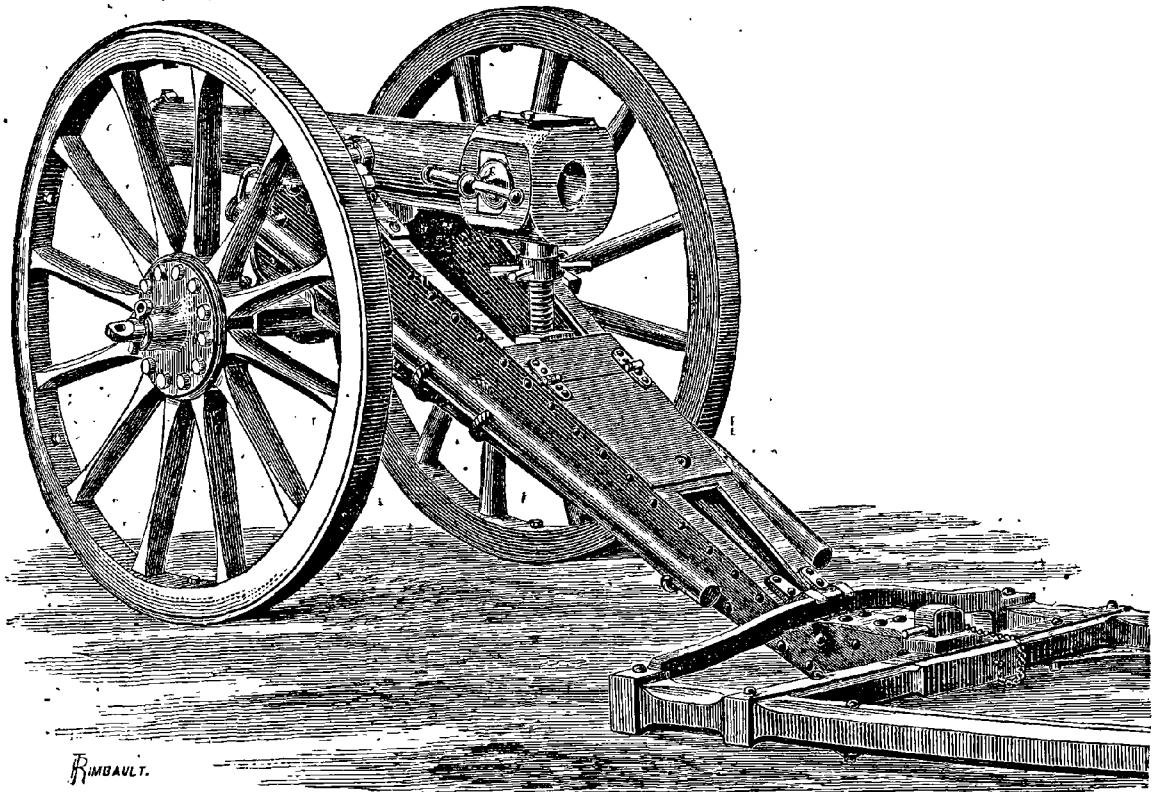


Wagon cuirassé américain armé d'une batterie d'artillerie.



Le wagon blindé des Anglais pendant la guerre d'Égypte.

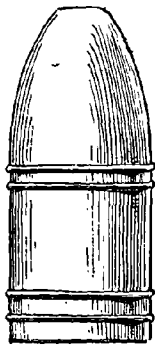
un tir à courte distance, ou ogivo-cylindrique pour un tir à longue portée; ils pèsent : | Pour les pièces du calibre de 16 centimètres, 45 kilogrammes.



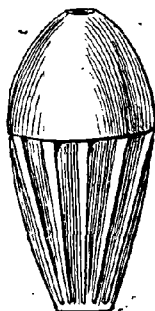
Canon de campagne prussien.

Pour celles de 19, 75 kilogrammes;
Pour celles de 24, 144 —

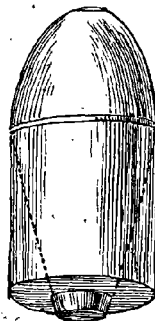
Pour celles de 27, 216 kilogrammes.
Ce poids énorme, calculé pour l'effet à



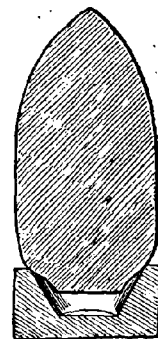
Obus autrichien du canon Uchatius.



Obus américain Schenkl sortant de la fonte.



Obus Schenkl recouvert de son enveloppe.



Projectile belge, système Timmerhans.

produire, semble dès l'abord être en contradiction avec le principe de l'artillerie moderne.
Liv. 9.

derne qui veut de très grandes puissances initiales; car il paraît tout naturel qu'un

projectile soit chassé d'autant plus rapidement qu'il est plus léger.

Dans la pratique, il n'en est rien pourtant à cause de la résistance de l'air, qui annule beaucoup plus vite la force vive des petits projectiles que celle des projectiles massifs.

Cela s'explique du reste mathématiquement; prenez par exemple deux boulets sphériques, l'un du diamètre de 10 centimètres, l'autre de 20; d'après les principes de la géométrie, le plus gros pèsera huit fois plus que le petit, tandis que sa surface ne sera que quatre fois plus grande.

Or, la force vive d'un projectile étant le produit de sa masse par sa vitesse, il s'ensuit qu'à vitesse initiale égale, la force vive du gros projectile sera huit fois plus grande que celle de l'autre.

Quant à la résistance que l'air lui opposera, elle ne sera que quadruple de celle du petit: puisque l'air n'agit que sur la surface de la demi-sphère qui lui est opposée; donc sa force initiale sera plus longtemps conservée.

C'est précisément à cause de cela qu'on a donné aux projectiles modernes la forme cylindro-conique, parce que déplaçant moins d'air que les boulets sphériques, ils éprouvent moins de résistance et atteignent ainsi une plus longue portée.

Quant à la portée maxima, il ne faut pas se faire d'illusion, elle ne doit entrer en ligne de compte que pour les obus qui éclatent à n'importe quel but, et produisent leur effet quand même, mais les boulets n'agissent plus en toute puissance, passé la moitié de la portée effective du canon qui les lance.

Les obus en fonte, et de forme oblongue, sont relativement moins lourds que les boulets puisqu'ils n'atteignent proportionnellement aux calibres que 31, 50, 52, 100 et 144 kilogrammes. Cela ne les empêche pas d'être infiniment plus meurtriers, puisqu'ils sont chargés de poudre de façon à pouvoir éclater en touchant le but.

Nous disons de poudre, mais il en est

qu'on charge avec de la fonte liquide et d'autres avec du pétrole quand il s'agit de propager l'incendie, tant il est vrai que le génie ne recule devant aucune combinaison pour faire plus sûrement le mal.

Le canon de 7, système de Reffyé, ne tire que des obus, et c'est sur leur type que nous étudierons au point de vue général, la fabrication de cet engin redoutable, laissant de côté la première fonte qui est assez élémentaire, puisqu'elle s'opère par le procédé ordinaire, et dans des moules multiples.

Seulement comme l'obus doit être creux, il faut introduire dans chaque moule un noyau qui tiendra la place de la cavité à obtenir.

Ce noyau qu'on appelle *lanterne*, se compose d'une tige de métal autour de laquelle on moule de la terre réfractaire et que l'on suspend à l'orifice du moule (pour laisser de l'épaisseur à l'obus), au moyen d'une broche qui traverse la tige.

La préparation de ces broches, et le séchage parfait des lanternes sont les opérations les plus longues de la fabrication brute des obus.

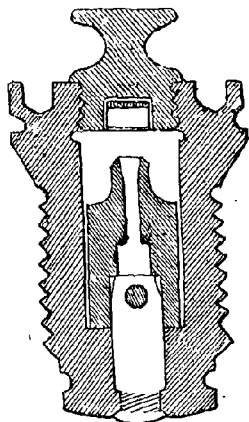
Sortant de la fonte, sous la forme déterminée par le moule, l'obus est tourné de façon à recevoir plus facilement le plombage indispensable pour que le projectile, à forcement complet, se moule exactement dans les rayures qui lui donneront sa portée et sa rectitude.

Une fois tourné au burin et fileté à sa sommité pour présenter un écrou aux filets de vis de la fusée, l'obus est décapé à blanc dans de l'eau acidulée, et trempé dans un bain de zinc, au sortir duquel il est revêtu de son enveloppe de plomb, dans un moule à deux valves, figurant des saillies annulaires séparées par des dépressions de 20 millimètres.

Cet obus, dont la cavité doit être remplie de poudre, est bouché avec une fusée destinée à en déterminer l'explosion.

La fusée se compose : du corps de la fusée, bouchon de bronze fileté intérieurement pour se visser à l'orifice de l'obus, et fileté aussi dans sa partie antérieure pour qu'on puisse y adopter le bouchon porte-amorce.

Le bouchon de fusée doit être creusé d'une



Fusée de l'obus français.

cavité cylindrique destinée à recevoir un petit cylindre de bronze nommé percuteur, lequel est lui-même rempli de poudre qui doit faire communiquer la flamme de l'amorce avec la poudre du projectile.

Il est bien entendu que ce bouchon-amorce n'est fixé dans le corps de fusée qu'au moment du tir; dans les magasins, dans les caissons, sa place est prise par un bouchon de bois.

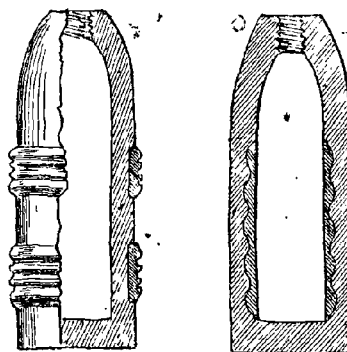
Quant à son jeu, il est des plus simples, lorsque le boulet chassé de l'âme du canon touche le but, il subit un temps d'arrêt si brusque que le percuteur rendu libre dans la cavité où il est renfermé, par suite de la rupture de la goupille qui le retenait, vient frapper l'amorce qui, en s'enflammant fait éclater l'obus.

C'est l'effet du chien de fusil à piston sur la capsule.

Ce procédé explosif est employé à peu de chose près dans les obus de tout système, mais exactement pour les projectiles creux de nos canons de marine, qui n'en diffèrent que par le volume.

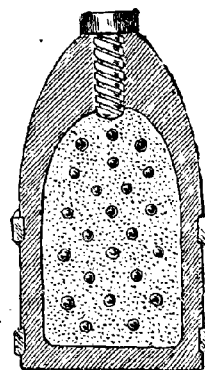
Nous dirons ici quelques mots, bien qu'il ne soit plus employé, de l'ancien obus français, parce qu'il a, en quelque sorte, servi de type à tous les projectiles modernes.

L'invention n'était pas toute française



Coupe de l'obus français.

puisqu'elle partait du principe du major Cavalli, qui avait muni les boulets de ses premiers canons rayés, de deux ailettes, destinées à engager le projectile dans les rayures de la pièce. Mais ce système était si défectueux et même si dangereux, car il faisait souvent éclater le canon, qu'on peut considérer comme une création les perfectionnements qu'on y a apportés successivement en France et en dernier lieu M. Treuille de Beaulieu lors de l'apparition de sa célèbre pièce de quatre.



Coupe de l'ancien obus français (boîte à balles).

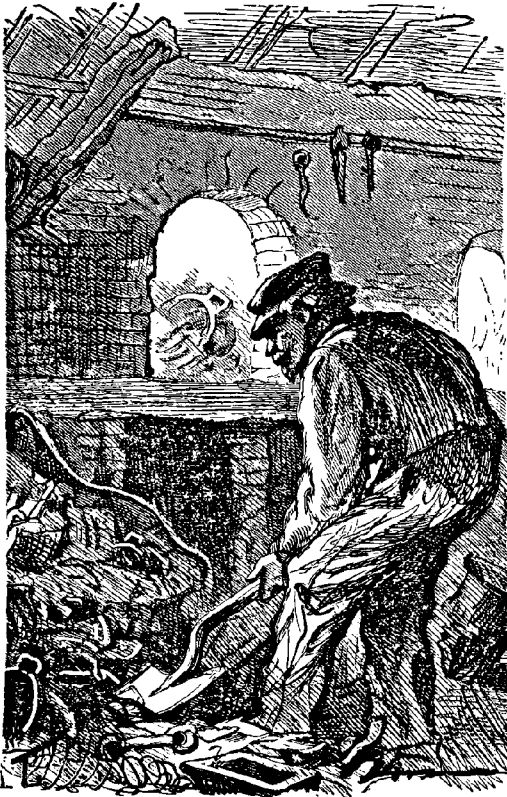
Son obus qui porta d'abord six ailettes, tant que les pièces n'eurent que trois rayu-

res, et douze lorsqu'on les creusa de six sillons parallèles, avait exactement la forme des obus d'aujourd'hui. Il pesait 4 kilogrammes et il suffisait de 200 grammes de poudre pour le faire éclater en une vingtaine de fragments utiles (si l'on peut employer cette expression) sans compter les morceaux

plus petits qui se trouvaient à peu près inoffensifs.

Ceci soit dit pour l'obus plein, car il y avait aussi la boîte à balles dont notre dessin représente une coupe.

Comme on le voit, c'était un obus ordinaire, seulement l'intérieur était chargé de



Fonte des obus. — Chargement d'un fourneau.



Fabrication des broches de lanterne.

85 petites balles de plomb, qui, par l'effet de la poudre qui faisait éclater l'obus, pouvaient s'éparpiller jusqu'à 275 mètres au delà.

D'une façon comme de l'autre, l'explosion de l'obus était provoquée par une fusée métallique qui bouchait la tête de l'obus par une vis, dans laquelle était creusé un canal communiquant, à angle droit, avec d'autres petits canaux, pratiqués dans la tête de la fusée.

Naturellement tous ces canaux étaient

remplis d'une matière fusante qui s'allumait par l'inflammation de la poudre faisant partir le canon et brûlait un espace de temps si rigoureusement calculé, qu'on pouvait faire éclater l'obus à une distance déterminée, en bouchant un ou plusieurs des événements que portait la tête aplatie de la fusée.

Ce système était certainement très ingénieux, mais nous avons maintenant la fusée percutante, aussi n'en parlons-nous que pour mémoire, comme nous allons parler des autres.

Chaque type de canon a nécessairement ses projectiles spéciaux ; ainsi il avait été fabriqué pour le canon Armstrong dont nous avons parlé :

Un boulet massif en fonte de fer, sa forme était oblongue ;

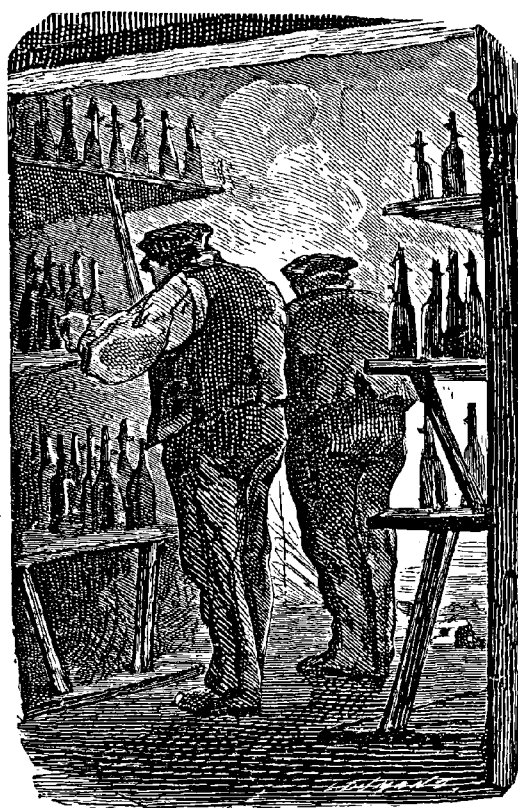
Un obus ordinaire de 77 centimètres de

longueur et dont la cavité renfermait 21 kilogrammes de poudre ;

Un obus à segments, ainsi nommé parce qu'il était formé de cinq cents morceaux de fonte, pesant chacun 227 grammes, qui se dispersaient à l'éclatement provoqué par une charge de 6^k,804 de poudre qui s'enflam-



Le moulage des obus.



Séchage des lanternes.

ment, soit pendant le trajet, soit en frappant le but, au moyen d'une fusée à percussion ;

Et un obus en acier portant une charge d'éclatement de 10^k,886.

On en fit même, toujours en acier, qui étaient destinés à contenir de la fonte en fusion.

La fabrication des projectiles Armstrong n'a rien d'absolument particulier, en tant que fonte, sinon la disposition des moules percés de nombreux événements pour précipiter

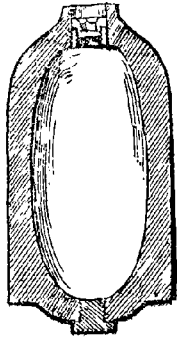
le refroidissement du métal. Mais leur système de forcement dans la pièce mérite description.

D'abord on ne les plaçait pas immédiatement sur la gargousse, ils en étaient séparés par une bourre composée de deux disques de cuivre superposés à une petite distance l'un de l'autre, de façon à former une sorte de chambre dont la concavité était remplie d'un mélange de graisse et d'huile, qui devait au moment où le coup partait, se répandre par le bris de la bourre, dans l'âme

du canon, de façon à l'empêcher de s'échauffer.

Ce procédé, inventé par M. Boxer, a été abandonné.

Reste le système de forçement qui n'a été que modifié, mais qui est encore le plus complet qu'on puisse imaginer.



Coupe de l'obus Armstrong.

Le projectile, élargi à sa partie postérieure pour s'arrêter à l'intérieur de l'âme juste à l'endroit où commence la rayure, est obligé de s'écraser par la base, au moment où le coup part; naturellement cette partie est en plomb, qui, se moulant sur la rayure, d'ailleurs peu profonde de la pièce, ne laisse aucun vent entre le projectile et l'âme du canon.

Ce n'est pas tout; la culasse porte encore un étranglement dans lequel il faut que l'enveloppe de métal mou de l'obus s'aplatisse de partout, pour suivre les rayures jusque vers le milieu du canon, où se trouve un nouvel étranglement qui lamine encore, en quelque sorte, le projectile.

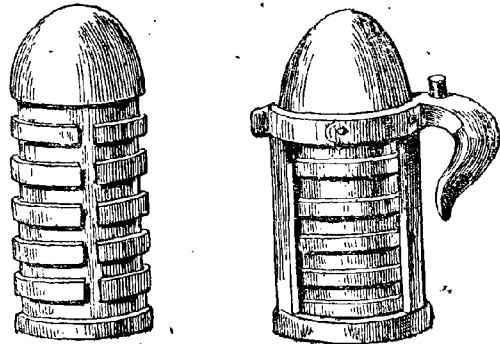
Cette double résistance donne évidemment une grande puissance de poussée au projectile, mais il faut que la pièce soit d'une solidité à toute épreuve pour ne pas éclater pendant le tir.

C'est d'ailleurs, le propre des canons Armstrong.

Les obus, qui ont fait la réputation des fameux canons de Wolwich, ne se rapprochent que très vaguement de ceux dont nous venons de parler. Extérieurement, ils

ressemblent beaucoup plus à l'ancien projectile français; car ils sont, comme lui, pourvu d'ailettes; ce qui est assez dire comment s'obtenait le procédé de forçement de l'obus dans les canons de Wolwich.

L'usine Krupp fabrique pour ses canons, en dehors des projectiles ordinaires qui ont beaucoup de rapport avec les nôtres, des obus en acier fondu d'un prix très élevé, 400 francs pour un projectile de 100 kilogrammes) mais qui, paraît-il, sont infailibles pour démolir les cuirasses de navire.



Obus Krupp.

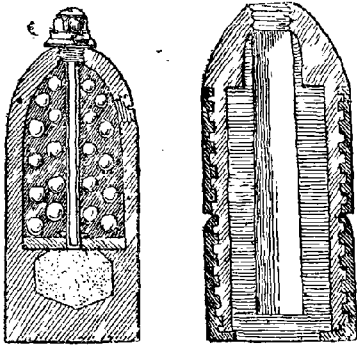
D'une forme cylindro-conique, ils sont arrondis du bout, tournés intérieurement et entaillés de rainures profondes dans lesquelles on coule du plomb, pour leur permettre de se mouler dans les rayures du canon sans les altérer, comme le ferait un métal résistant; ce qui se fait d'ailleurs pour tous les projectiles à charge forcée.

Ils sont ensuite tournés, forés et filetés à l'orifice, pour que l'on puisse fermer à demeure la cavité destinée à contenir la poudre, par un opercule qui se visse sur une longueur de sept centimètres; car les obus ont cela de particulier, qu'ils n'ont pas besoin de fusée ni d'amorce, la température qu'ils acquièrent par leur seul frottement lorsqu'ils traversent la cuirasse du navire, étant suffisamment élevée pour que la poudre s'enflamme et fasse éclater le projectile à l'intérieur du vaisseau.

L'approvisionnement ordinaire des ca-

nons Krupp se compose de boulets pleins, d'obus à percussion, chargés de poudre et d'obus chargés de balles de fusil qu'on appelle *schrappnells*, du nom de l'officier anglais qui les a introduits au commencement de ce siècle dans la pratique de l'artillerie.

Mais les Prussiens les ont perfectionnés, ils en fabriquent du reste de deux sortes, les *schrappnells* ordinaires, que nous appelons



Coupe de Schrapnells.

en France, boîte à balles et que nous employons aussi pour remplacer le tir à mitraille, et les *schrappnells* à rondelles de métal, tous les deux, du reste suffisamment chargés de poudre pour éclater sûrement et munis d'une fusée d'une fabrication particulière.

Ces projectiles sont d'un effet terrible, surtout à cause des lamelles de plomb qui les enveloppent et qui, se déchirant au moment de l'explosion, portent la mort à cinq ou six cents mètres de là, sous les apparences de balles machées.

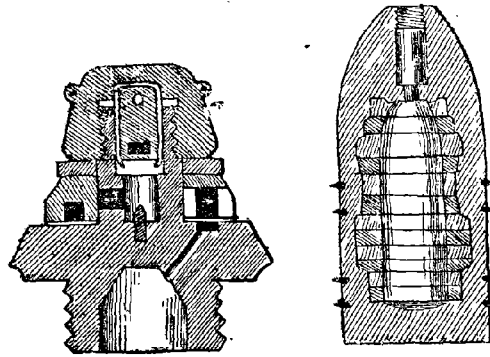
C'est cet effet, dont on ne se rendait pas bien compte, d'abord, qui a fait dire que, pendant la guerre de 70-71, les Prussiens avaient tiré avec des balles empoisonnées.

L'obus du nouveau canon autrichien est d'un système tout particulier, inventé par le général Uchatius.

Ces nouveaux projectiles, qui s'appellent des *ringholgeschosse*, nom difficile à prononcer d'ailleurs, mais qui est toute une description puisqu'il veut dire « projectiles

creux à anneaux », se composent d'anneaux métalliques superposés au nombre de douze, dont la surface interne est lisse, mais dont l'extérieure présente une série de cannelures longitudinales, lesquelles s'encastrent dans les cavités intérieures de l'enveloppe, qui est l'obus proprement dit.

Ces cannelures sont au nombre de dix, de façon qu'au moment où l'obus éclate, cha-



Fusée du projectile Uchatius.

Coupe du projectile Uchatius.

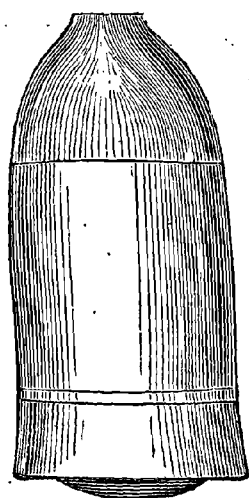
que anneau se sépare en dix morceaux, ce qui fait cent vingt éclats pour les douze anneaux; ajoutez à cela les cassures qui se produiront forcément dans l'enveloppe aux points où elle est entamée d'avance, vous aurez en moyenne cent cinquante fragments de métal dans un obus de 6^k,350, c'est-à-dire de quoi donner la mort à cent cinquante personnes; ce qui serait absolument effrayant, si ces obus, qui en somme ne sont qu'un perfectionnement mathématique du projectile à segments d'Armstrong, devaient éclater toujours au milieu des masses d'infanterie.

Cet obus, contrairement à l'usage généralement adopté, ne reçoit point de seconde enveloppe en métal mou, il est simplement cerclé de quatre anneaux en fils de cuivre qui s'engagent dans les rayures de la pièce et ont assez d'élasticité pour ne pas les endommager.

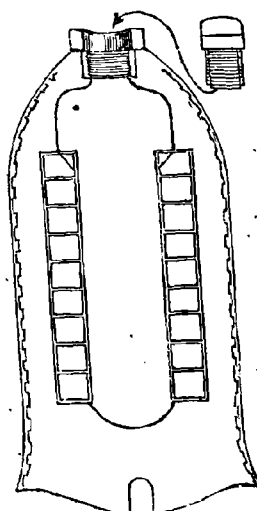
Son explosion est produite par une fusée d'une combinaison spéciale, mais que notre dessin fera suffisamment comprendre.



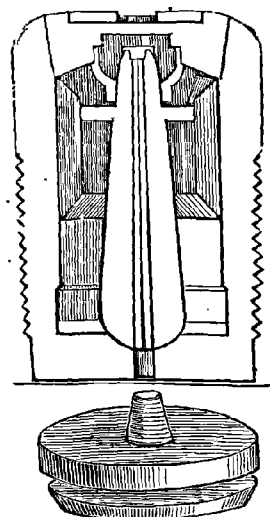
Fabrique de boulets Armstrong.



Bombe à segments.

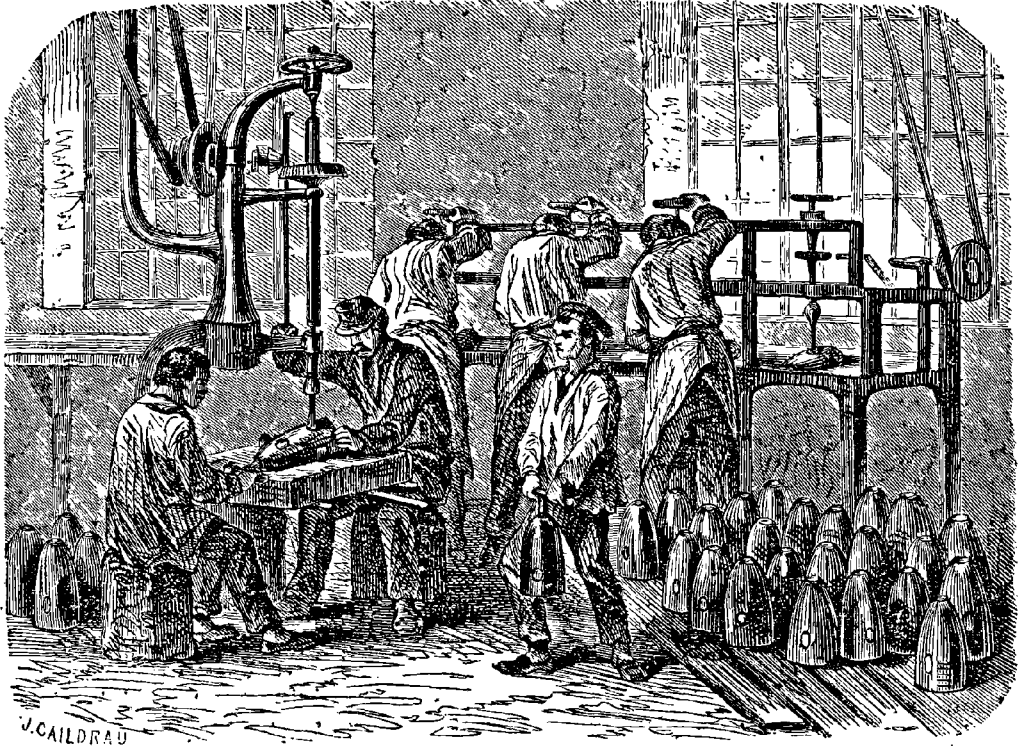


Coupe de la bombe.

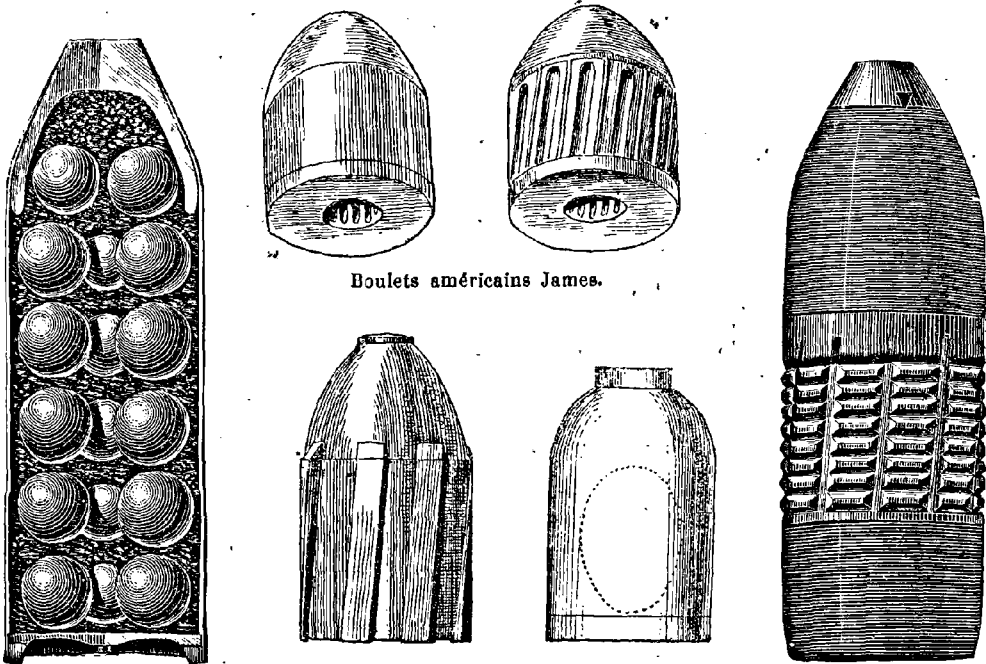


Coupe de la fusée et de la bourre.

LE MONDE INDUSTRIEL



Fabrique de boulets cylindriques.



Boulets américains James.

Coupe de l'obus Hotchkiss.
Liv. 10.

Obus américain Sawyer. Boulet américain Parrott.

Obus Hotchkiss.
10

Nous n'entreprendrons point de décrire tous les projectiles plus ou moins ingénieux (en théorie) dont les nations sont si fières, ce qui serait d'ailleurs aussi difficile que dénué d'intérêt; nous dirons seulement quelques mots des systèmes les plus connus et dont nous avons fait graver des spécimens.

Presque tous, du reste, sont revêtus extérieurement d'une enveloppe malléable destinée à préserver les rayures du canon, de l'usure qu'un projectile en métal dur ne manquerait pas d'y produire par le frottement; ces enveloppes sont généralement en plomb, sauf pourtant pour le projectile Schenkl (boulet ou obus), employé aux États-Unis, placé dans une sorte de cartouche en papier mâché, qui s'envole en poussière au moment de l'explosion.

Il faut dire cependant que cette enveloppe n'est pas entièrement en papier, comme on doit le penser à l'aspect de notre dessin.

Sa base, c'est-à-dire la partie postérieure du boulet, est formée d'une rondelle de plomb qui, au moment de la décharge, glisse en avant, le long de la partie conique postérieure, de façon à suivre les rayures de la pièce et à guider ainsi le projectile.

C'est, en somme, le système du général belge Timmerhaus perfectionné.

Le boulet de cet inventeur était, à l'origine, composé de deux parties distinctes, le projectile proprement dit et, au-dessous, un sabot expansif qui, lorsque le coup partait, se pressait contre le projectile en s'écrasant, de façon à pénétrer dans les rayures de la pièce.

Il est à croire que ce système a été modifié, si les Belges, qui ne cachent point leurs prétentions à posséder la meilleure artillerie de l'Europe, s'en servent encore; car il fut d'abord si défectueux, que les premières pièces dans lesquelles on s'en servit, éclatèrent dès les premiers coups, ce qui s'explique, du reste, en ce que l'écrasement du

sabot se produisant d'une manière irrégulière, le boulet sollicité d'un côté seulement, se *coincait* dans l'âme de la pièce, et opposait une résistance insurmontable à l'expansion des gaz de la poudre.

Les Américains, sans abandonner complètement le projectile Schenkl, qui leur a rendu de si grands services pendant leur guerre fratricide, en ont adopté un autre; l'obus Sawyer, dont l'enveloppe n'est pas continue, ce qui la rend, paraît-il, moins sujette à s'arracher.

Ce qui ne les empêche pas de se servir aussi du boulet James, dont la chemise de plomb est complète, mais elle adhère au projectile par des rayures longitudinales creusées en biais dans sa partie cylindrique, et dont les reliefs sont calculés pour s'encastrent dans les rayures de la pièce.

Ils ont aussi le boulet du système Parrott, dont l'extrémité est rendue plus dense par un refroidissement spécial qui est une difficulté de fabrication.

Les obus de ce fondeur, qui affectent la même forme, sont revêtus d'un vernis isolant, qui a pour but d'empêcher la poudre qu'ils contiennent, d'éclater par le frottement avant que le projectile ne soit sorti du canon.

Quant aux boulets du système Blakely, ils n'ont rien de particulier depuis qu'on a remanié leur forme primitive, qui les faisait ressembler à d'immenses olives.

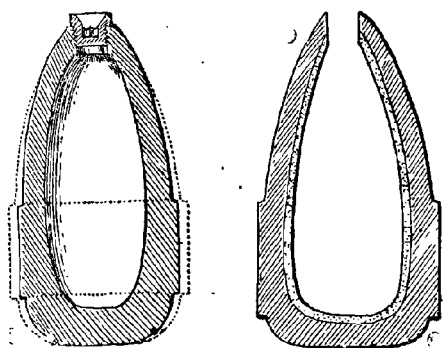
Les Anglais possèdent, outre le projectile Armstrong et ses similaires, l'obus en fonte de Withworth, doublé à l'intérieur d'une chemise de flanelle pour prévenir l'explosion, trop souvent prématurée par l'échauffement de la poudre, lors du passage du projectile à travers les plaques de blindage.

Withworth a, du reste, fabriqué un boulet plein, destiné spécialement à percer les cuirasses des vaisseaux, c'est celui que représente notre dessin.

Ils ont encore l'obus en fonte de Lancas-

ter, mais celui-ci est tout spécial, puisqu'il est destiné aux canons à âme ovale, dont nous avons déjà parlé et qui, pour les raisons que nous avons dites, sont d'une fabrication peu usitée, sinon tout à fait abandonnée.

Le même fondeur a produit enfin des obus revêtus à l'intérieur d'une couche de terre réfractaire, qui leur permet de con-



Obus Lancaster.

tenir liquide une charge de fonte en fusion, destinée à produire l'incendie au lieu de l'éclatement.

Citons encore l'obus Scott, qui a la même destination et partant le même revêtement, mais qui affecte la forme ovoïde.

Il n'est pas, du reste, d'un usage courant.

Quant à la bombe, dont nous n'avons encore rien dit, elle est fabriquée spécialement pour les mortiers.

C'est, comme l'obus, à la forme près, un globe de fer rempli de poudre dont l'explosion est déterminée par une fusée, non pas à percussion, mais remplie d'une matière assez lente à brûler, pour que le projectile ait le temps d'arriver à destination avant d'éclater.

Cette fusée est placée dans une ouverture qu'on appelle l'œil de la bombe; de chaque côté de l'œil se trouvent deux anses qu'on appelle *mentonnets* et dans lesquels on passe les anneaux en fer dont on se sert, soit pour transporter le projectile, soit pour le

placer dans le mortier; du côté opposé à l'œil, se trouve un renfort nommé *culot*, qui donne à la cavité de la bombe un fond horizontal, et par son poids, l'empêche de tomber sur la fusée.

Les bombes employées en France sont : de 32 centimètres de diamètre et du poids de 72 kilogrammes, de 27 centimètres pesant 49 kilogrammes et de 22 centimètres pesant 22 kilogrammes. Mais ces dernières ont été supprimées, étant d'ailleurs parfaitement remplacées par les obus de 24; pour la même raison, il a été question d'abandonner aussi celles de 27. Dans un temps donné, du reste, elles le seront toutes, puisque les projectiles de nos canons de marine sont plus redoutables.

Disons cependant pour mémoire que le mortier de 32 n'a pas lancé que des bombes de 72 kilogrammes, on en a fondu de 90, de 100, et même de 120 kilogrammes, et si l'on voulait remonter jusqu'au siège d'Anvers, on trouverait que le colonel Paixhans en a fait tirer qui pesaient 500 kilogrammes et contenaient 50 kilogrammes de poudre, c'est ce qu'on appelait des bombes doubles comminges.

Par contre, on en a fait d'infiniment plus petites, pesant 10 kilogrammes et moins. Il est vrai que ces projectiles, destinés à être lancés à la main, n'étaient plus des bombes, on les appelait selon leur calibre, bombes de fossés, bombettes, bombines, doubles-grenades, grenades, etc.

Mais c'était bon dans le temps où l'on voyait son ennemi, aujourd'hui qu'il faut des lunettes d'approche pour apercevoir seulement la poussière qu'il fait, nous avons changé tout cela.

La guerre ne se fait pas à deux lieues de distance, comme à portée de la voix, et l'on peut être sûr que jamais personne ne renouvellera la chevaleresque fanfaronnade du colonel des gardes françaises à Fontenoy :

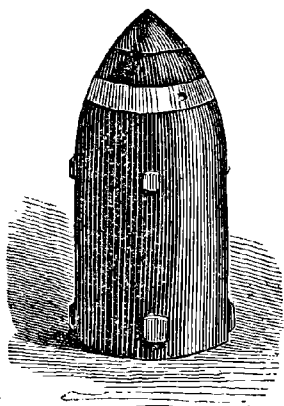
« Après vous, messieurs les Anglais. »

XII

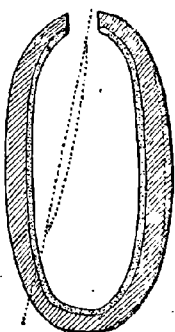
LES MITRAILLEUSES

Nous n'avions point oublié les canons à

balles, seulement nous voulions en faire un chapitre spécial, parce que ces pièces ne rentrent point dans les conditions de fabrication que nous avons décrites.



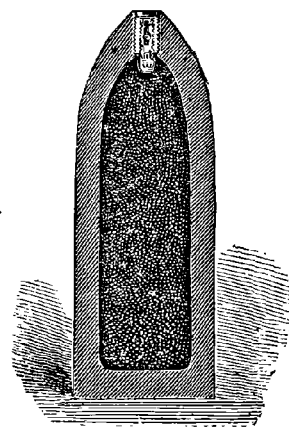
Obus de 7 pouces.



Obus Scott.



Boulet Withworth.

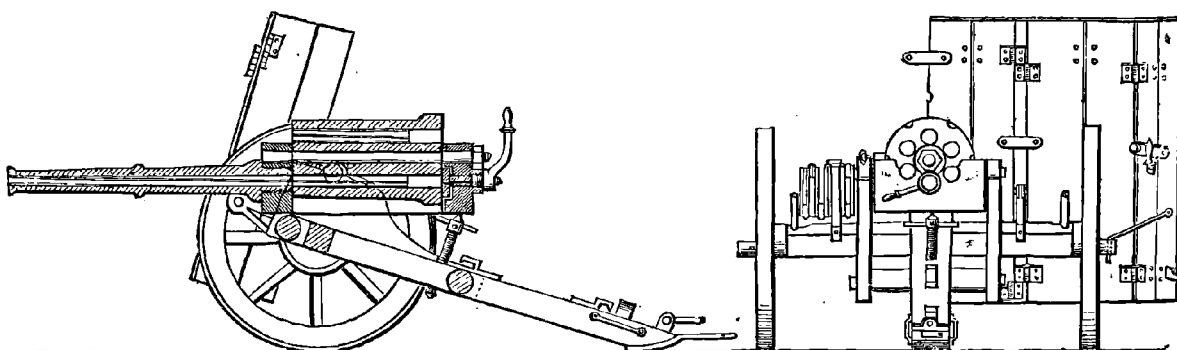


Coupe de l'obus de 6 pouces.

La mitrailleuse est née du besoin qui s'est fait sentir de créer un instrument capable de remplacer les effets de l'ancienne mitraille, de plus en plus abandonnée ; de là, son nom bien mérité d'ailleurs, car elle la remplace avantageusement.

Ce sont les Américains, gens de progrès avant tout, qui ont inauguré l'emploi de cet engin destructeur pendant les horreurs de leur guerre fratricide.

Divers types ont été employés ou tout au moins expérimentés, car la plupart étaient



Canon revolver Brame.

incapables d'un bon service. Les plus connus sont :

La mitrailleuse Agar, application en plus grand du système du revolver ; elle n'a qu'un seul canon autour duquel des chambres, chargées d'avance, viennent déposer leurs cartouches par un mouvement de rotation.

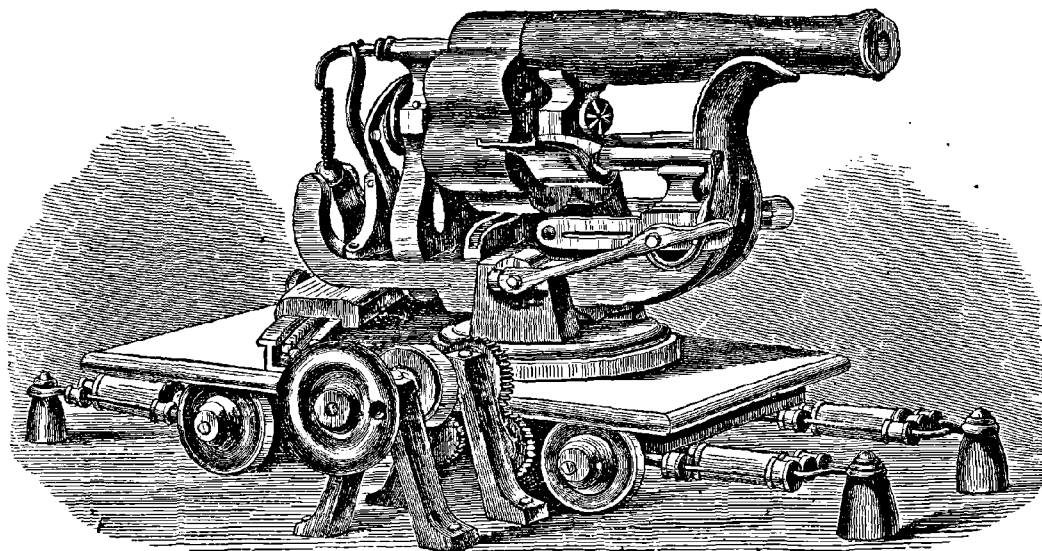
Mais ce mouvement est tellement précipité qu'en moins de vingt minutes le canon est chauffé à blanc, par la continuité du tir et qu'il est impossible de s'en servir davantage avant de l'avoir laissé refroidir.

La mitrailleuse Brame, sorte de canon revolver, qui apparut quelque temps après,

comme un perfectionnement, reposait sur le principe à répétition du revolver, mais, malgré les six ou huit canons dont

elle était pourvue, elle ne donna pas de résultats beaucoup plus satisfaisants.

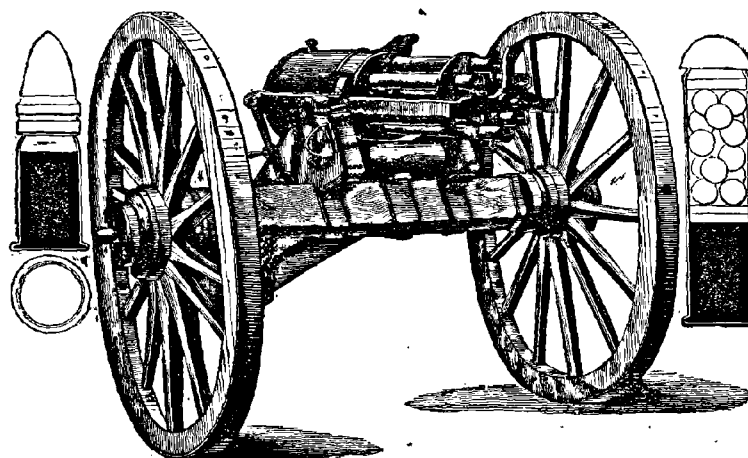
Vint ensuite la mitrailleuse Moyal, qui



Canon revolver Moyal.

prenait le titre de canon revolver; elle répondait, du reste, parfaitement à ce titre.

Dans ce système, l'âme du canon est en face d'une plate-forme verticale mobile,



Mitrailleuse Gatling.

autour d'un axe horizontal, et percée de trous, pour recevoir les charges. Dans ces trous se loge une gargousse renfermant aussi le projectile, de sorte que le service de la pièce ne demande pas d'autre opération que celle de faire tourner la plate-forme d'un cran à chaque coup que l'on veut tirer.

Au fur et à mesure que la plate-forme se déplace, les cartouches, posées à la main dans un couloir, sont saisies par un refouloir mécanique qui les pousse dans un des trous, en même temps qu'un écouvillon nettoie le trou qui vient de servir.

Tout se faisait mécaniquement dans cet

appareil, le feu lui-même était communiqué au canon par une pile électrique.

Il ne paraît pas cependant avoir donné des résultats bien brillants, puisqu'on en a tout de suite essayé d'autres, et notamment la mitrailleuse Claxton, et la mitrailleuse Gatling, qui n'arriva, du reste, que quand la guerre fut terminée.

Le système Claxton apparaissait en Europe, perfectionné après son emploi dans la guerre de sécession, à peu près à l'époque où notre mitrailleuse de Meudon était encore enveloppée de ses demi-mystères, qui n'en étaient vraisemblablement pas pour le colonel Claxton, puisqu'il prétendait faire mieux que le colonel Reffye.

C'est à Liège qu'on en expérimenta les divers types; car l'inventeur, se basant sur la légèreté de sa machine, avait divisé son système en trois catégories de pièces, les deux premières du calibre de 25 millimètres portaient le nom d'*artillerie à bras*, et la troisième, du calibre de 44 millimètres, était appelée *infanterie mécanique*, parce qu'un homme seul, pouvait manœuvrer et transporter la pièce sur une sorte de brouette affût, dont le caisson contenait 750 cartouches.

L'expérience fut assez concluante (on tira jusqu'à 120 coups à la minute) pour que la pièce fût adoptée, avec quelques modifications (surtout l'augmentation du nombre des canons), sous le nom de mitrailleuse Belge, par lequel elle est plus généralement connue.

Elle se compose de 37 canons de fusil rayés, réunis en fasceau et enveloppés dans une gaine en fonte de fer qui donne à la pièce l'apparence d'un canon.

Elle se charge, par l'introduction à l'arrière de l'enveloppe de fonte, d'un disque portant 37 cartouches, placées de façon à entrer toutes à la fois dans les canons.

On approche alors, du disque au moyen d'un levier à main, « l'appareil à percussion dont le choc contre les cartouches détermine

l'explosion de la poudre, et les 37 coups partent à la fois, le disque est enlevé vivement et remplacé par un autre tout chargé, celui-ci, une fois vidé, l'est lui-même par un troisième, et ainsi de suite tant que les besoins du tir l'exigent, et tout cela se fait très vite, car on peut, dans l'espace d'une minute, décharger trois disques de chacun 37 cartouches, ce qui fait justement 296 balles.

C'est bien quelque chose, mais on a essayé mieux encore et beaucoup d'autres espèces de mitrailleuses sont apparues successivement et ont été expérimentées dans tous les pays.

Celles dont on a le plus parlé, après la mitrailleuse française dite de Meudon (du lieu où les essais en furent faits) sont la mitrailleuse américaine ou mitrailleuse Gatling, et la mitrailleuse Montigny.

Cette dernière, qui n'est du reste qu'une imitation, quelques-uns disent même une contrefaçon belge, du canon à balles français, a été perfectionnée par le major Foshberry et M. Metford, et expérimentée avec succès à Liège en 1869; nous ne la décrivons pas à cause de sa ressemblance avec la mitrailleuse de Reffye, dont nous parlerons tout à l'heure.

Elle n'en diffère d'ailleurs qu'en ce que la manœuvre des culasses mobiles s'y fait avec des leviers au lieu d'une manivelle, et que la plaque de détente est pleine au lieu d'être percée de trous, ce qui fait qu'on est obligé de la faire descendre de façon à démasquer successivement l'orifice des canons, qui sont au nombre de 37 comme dans la mitrailleuse Belge, au lieu des 25 dont se compose le canon à balles français.

La manœuvre en doit être très facile, puisque cette pièce peut faire à la minute treize décharges qui lancent 481 balles.

Quant à la mitrailleuse Gatling, elle diffère complètement des autres, pour la forme, du moins, qui ne se rapproche pas du tout de celle du canon.)

C'est un immense revolver composé de six canons de très fort calibre, qui sont animés d'un mouvement par une manivelle tournée par un des servants, et viennent passersuccessivement devant l'aiguille, qui, faisant office de percuteur, détermine l'explosion.

Son mécanisme est donc réduit à un excentrique, qui a pour triples fonctions : de retirer les culots des cartouches vides, de repousser l'aiguille quand elle a fonctionné, et de conduire dans les canons, les cartouches qu'un des deux servants lui fournit constamment, car le tir de la mitrailleuse américaine est continu ; son seul inconvénient est dans la mobilité des canons qui empêchent d'obtenir une grande précision dans le tir.

Néanmoins les diverses expériences qu'on en a faites, ont donné ce qu'on appelle de bons résultats.

On s'en est du reste aperçu pendant le second siège de Paris, où l'on en a fait un usage trop étendu.

Arrivons au canon à balles français, c'est son nom réglementaire, et étudions en détail la mitrailleuse inventée par le colonel de Reffye.

Son âme est formée par un faisceau de vingt-cinq canons, plus gros que les canons de fusil, et assemblés par cinq de rang, de façon à former un carré, circonscrit par quatre planches de fer forgé de huit millimètres d'épaisseur, fortement boulonnées, les canons, brasés entre eux, le sont également avec les plaques, de façon à ne former qu'un seul bloc.

Les angles de ce parallépipède sont abattus sur un tour, après quoi il est porté à la fonderie pour y être recouvert d'une enveloppe de bronze qui lui donne la forme d'un canon ; lequel est tourné, foré, rayé, comme les autres pièces, avec cette différence que chaque canon reçoit dix rayures au pas de cinquante centimètres.

Avec cette différence aussi, que la pièce

se termine par une cage de fonte et ne faisant qu'un corps avec elle, destinée à renfermer, d'avant en arrière, la culasse mobile qui reçoit les 25 cartouches.

Empruntons maintenant à M. Turgan, qui est une autorité dans la matière, la description de cette culasse et du mécanisme de la pièce.

« De la face antérieure s'avancent quatre tiges ou *guides*, entrant dans quatre trous de l'enveloppe de bronze, et qui servent à maintenir le cintrage de la culasse mobile. La face supérieure porte une poignée, pour faciliter l'enlèvement de la culasse, des deux faces latérales sortent des crochets qui servent, dans les manœuvres, à suspendre la culasse mobile à l'affût.

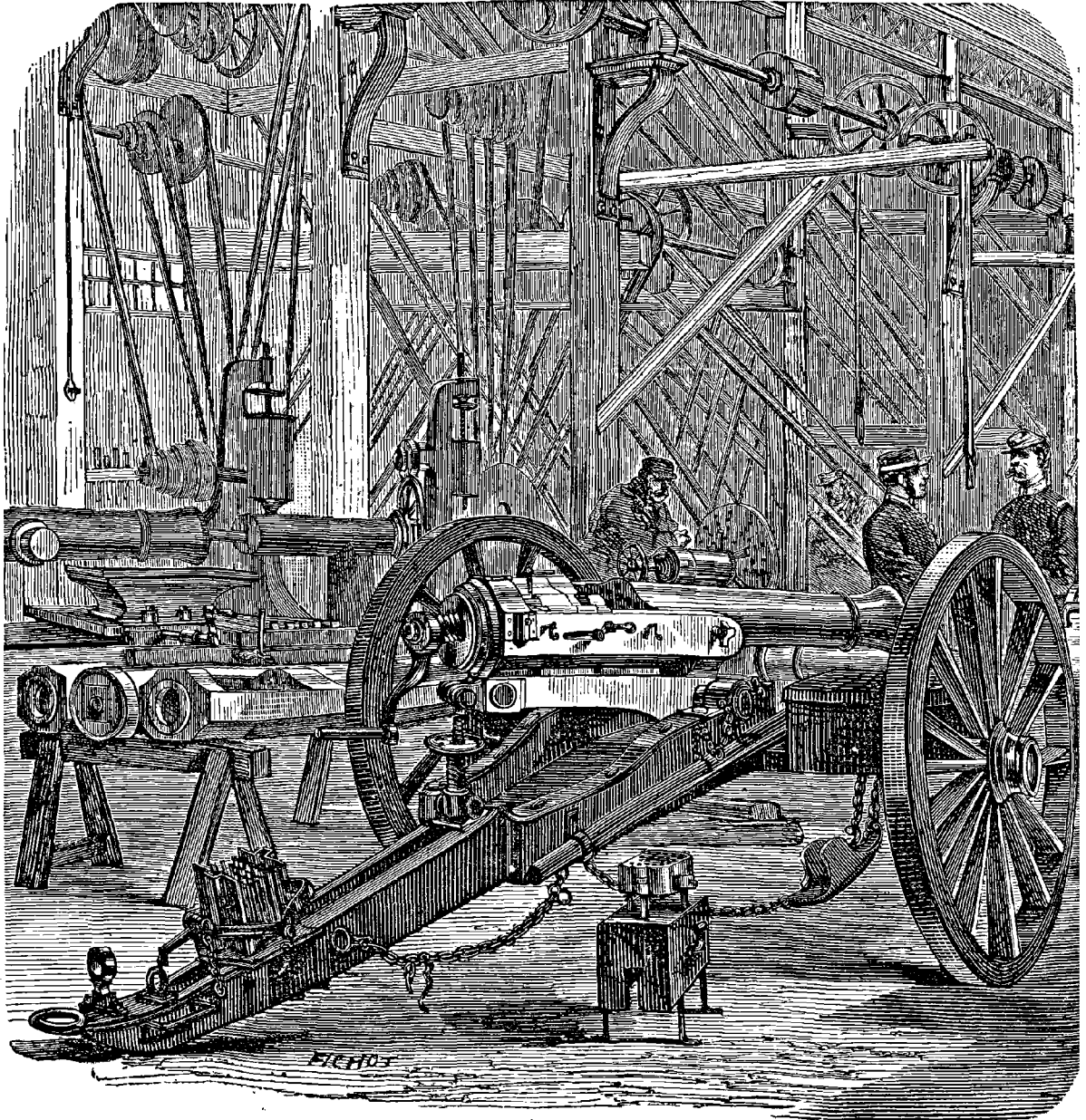
« Derrière la culasse mobile est placé le système de percussion, qui glisse d'arrière en avant, entre les joues de la cage, sous la pression d'une grosse vis à manivelle. Il comprend d'arrière en avant une *boîte à ressort* en acier, percée de 25 trous où sont logés les ressorts à boudin, à l'intérieur desquels une sorte de chandelier en cuivre, nommé *tetine* reçoit la tige postérieure des percuteurs. Les percuteurs sont élargis en embase de manière à appuyer sur les ressorts à boudin ; cette pression s'exécute au moyen d'une plaque en bronze, dite plaque de 14, parce que son épaisseur est de 14 millimètres.

« Les trous dont elle est percée sont assez larges pour laisser passer le *porte-aiguille*, mais assez étroits pour retenir l'embase des percuteurs, par conséquent, lorsque la vis appuie la boîte à ressort sur la plaque de 14, les ressorts se trouvent bandés.

« Toujours en marchant d'arrière en avant, après la plaque de 14, on trouve la boîte en bronze qui renferme la *plaque de déclanchement*, mobile de gauche à droite, suivant une vis mue par une manivelle placée à la droite de la cage.

« Cette plaque de déclanchement est percée de trous disposés de telle manière que

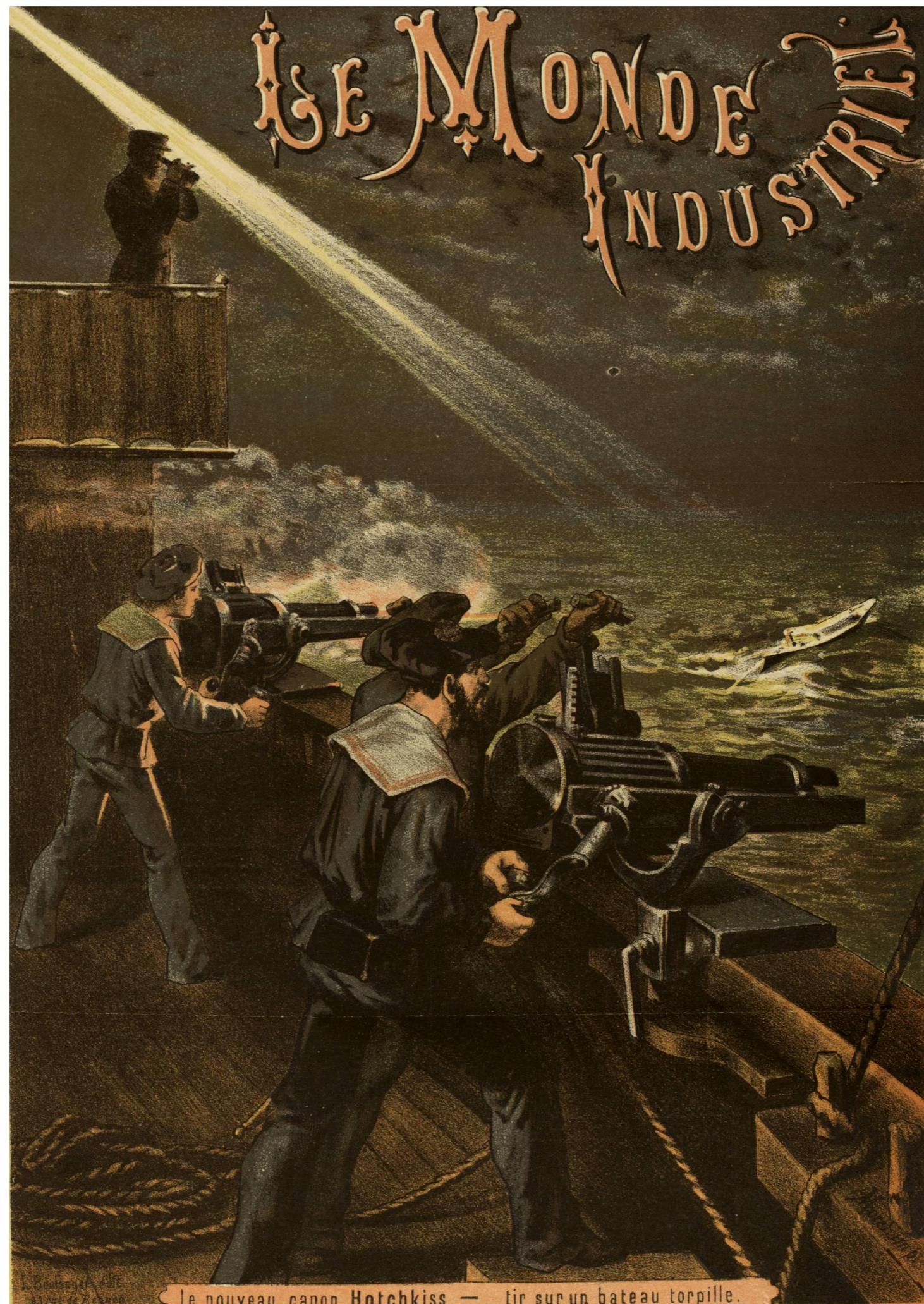
lorsqu'ils arrivent en face du percuteur, ils le dégagent, permettent aux ressorts d'agir et de porter vivement en avant l'aiguille ; celle-ci, traversant une autre pièce d'acier



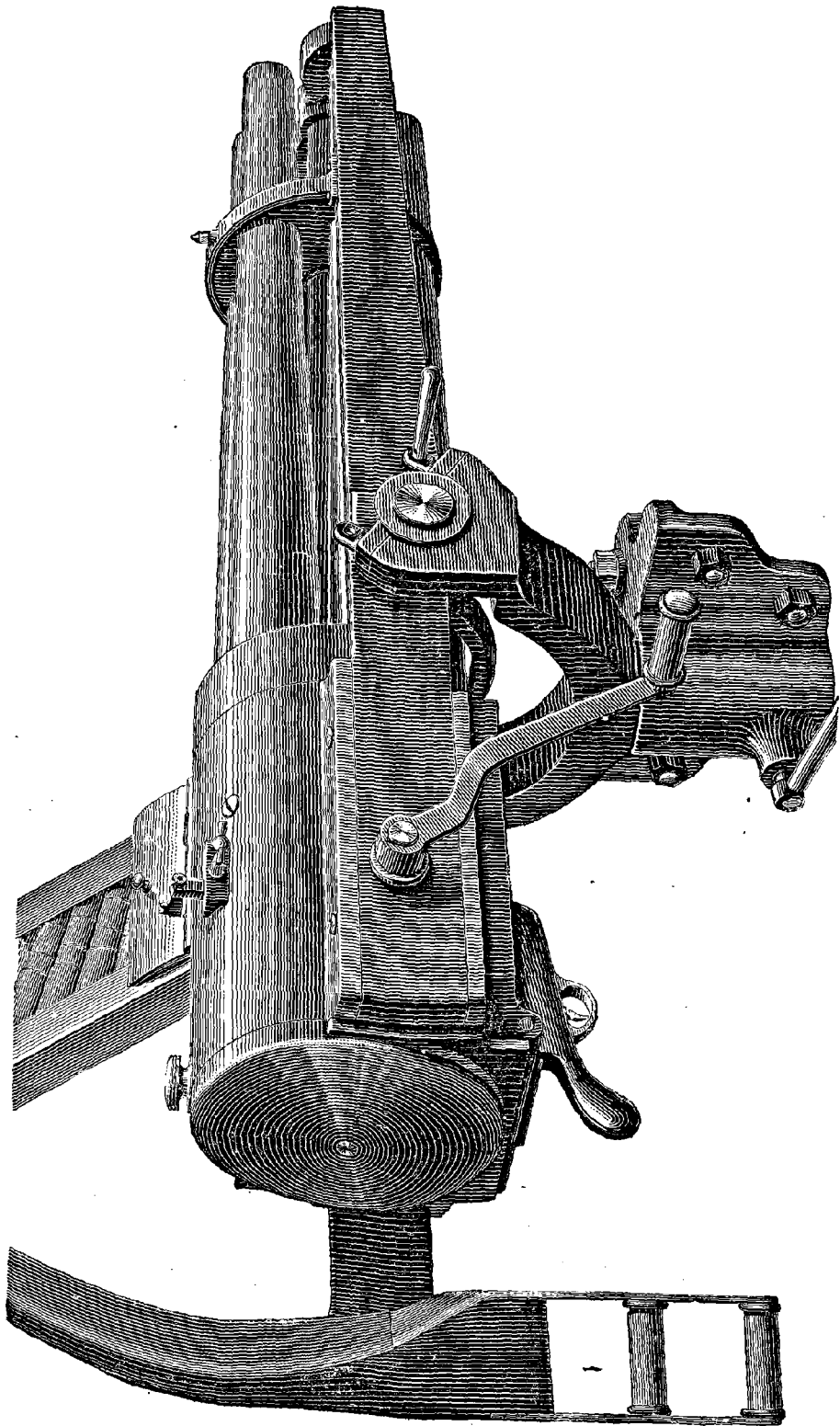
Mitrailleuse française et ses accessoires. — Atelier de construction.

dite : *avant du système*, vient frapper l'amorce centrale de la cartouche correspondante.

« La face antérieure de cette dernière pièce est cannelée, pour laisser au besoin un passage au gaz, quand le culot de la



Le nouveau canon Hotchkiss — tir sur un bateau torpille.



La nouvelle mitrailleuse Hotchkiss.

cartouche ne donne pas une obturation complète.

« Rien n'est donc plus simple que la manœuvre de ce système. »

Voici, en résumé, comment s'exécute le tir du canon à balles, on commence par mettre sur ses pieds en arrière et à droite de l'affût, une caisse servant de couvercle à un *déchargeoir* que l'on pose à côté; sur la face supérieure de cette caisse-couvercle, sont ménagées quatre crapaudines dans lesquelles on place les quatre guides de la face antérieure de la culasse mobile; sa face postérieure se trouve donc ainsi bien disposée pour recevoir les 25 cartouches qui tombent naturellement dans les trous de la culasse au sortir de la boîte carrée qui les contenait, et que l'on appuie sur cette face postérieure, devenue supérieure par la position renversée de la culasse mobile sur la caisse-couvercle.

On insère cette culasse alors chargée dans l'espace ménagé entre le système de percussion et les canons.

En faisant mouvoir, au moyen de la manivelle, la grosse vis de l'arrière, on avance la boîte à ressort jusqu'à ce qu'elle ait rencontré la plaque de déclenchement qui, appuyant sur l'extrémité du porte-aiguille, agit sur les ressorts et les maintient bandés. La vis continuant à marcher rapproche également la culasse mobile du canon, pendant que les quatre guides de la face antérieure de la culasse mobile, s'enfonçant dans les trous qui leur sont destinés, amènent exactement les cartouches en face de chacun des 25 canons.

Lorsque la vis est arrivée à la fin de sa course, toutes les pièces du canon à balles se trouvent juxtaposées et maintenues strictement par la vis, dont la solidité est assurée à l'arrière par un gros écrou de bronze.

En faisant tourner la manivelle de la vis de déclenchement, les aiguilles dégagées dans un ordre donné, viennent frapper l'une après l'autre, l'amorce des cartouches, et le

tir, qui se succède canon par canon, peut cependant être assez précipité pour que les vingt-cinq décharges paraissent presque simultanées.

Pendant ce tir, un autre servant a chargé l'une des culasses de rechange au moyen d'une autre boîte; après le tir, la grosse vis de l'arrière est rapidement desserrée; on enlève la culasse portant les cartouches vides, on la remplace par la culasse aux cartouches pleines et le tir continue ainsi au moyen de quatre culasses de rechange.

Comme on le voit, c'est expéditif et pratique à tous les points de vue, puisqu'à la distance de mille mètres, le tir d'une mitrailleuse couvre absolument une superficie de cinq cents mètres carrés, de façon à n'y pas laisser, en peu d'instant, un seul être vivant.

Eh bien! on a encore trouvé meilleur que cela, la mitrailleuse Hotchkiss, d'une invention récente, mais qui est adoptée déjà presque partout.

Il est vrai que cette mitrailleuse est aussi un canon et qu'elle peut jouer indifféremment les deux rôles selon son adaptation.

L'ingénieur américain qui a trouvé cela, ne cherchait d'abord qu'un canon revolver, s'ajustant sur un affût fixe, au hordage des vaisseaux, pour combattre les bateaux torpilleurs et il a si bien réussi que dès 1879, la France adoptait son engin pour sa marine, comme l'ont fait depuis la Russie, la Hollande, le Danemark, la Grèce, et même l'Allemagne, malgré ses canons Krupp.

Le canon revolver se compose de cinq tubes, montés parallèlement l'un à l'autre autour d'un axe central.

Ces tubes, placés entre deux disques de bronze, forment un groupe disposé pour tourner devant une culasse, contenant les divers mécanismes du chargement, de l'inflammation, et de l'extraction de la douille des cartouches tirées.

Jusqu'à présent on en a fait de trois modèles: deux affectés spécialement à la ma-

rine et le plus récent, monté sur un affût roulant pour servir à l'armée de terre.

Dans le premier type les tubes du canon ont 37 millimètres de diamètre, presque le triple de l'ancienne mitrailleuse, et l'ensemble muni de tourillons est monté sur un affût spécial en bronze fixé sur le plat bord du navire à peu près comme un étai de serrurier, mais portant une douille également de bronze qui permet au canon de se mouvoir horizontalement et verticalement pour les besoins du pointage.

Deux hommes suffisent au service de la pièce, le tireur, qui pointe horizontalement le canon en faisant agir avec son épaule la crosse qui le termine, et verticalement, en se servant d'une poignée qu'il tient de la main gauche de façon à conserver sa droite libre pour faire manœuvrer la manivelle fixée au côté de la pièce, — et le chargeur qui fait glisser les cartouches projectiles dans un couloir de la culasse, d'où elles viendront se présenter d'elles-mêmes aux canons quand la pièce sera en action.

Cette action est donnée par la manivelle, à laquelle le tireur fait faire un cinquième de tour, mouvement suffisant pour agir sur le mécanisme renfermé dans la boîte de culasse.

Ce mécanisme se compose d'un ressort qui, poussant brusquement un percuteur en acier à peu près semblable à ceux des fusils chassepot, le fait frapper sur l'amorce de la cartouche de façon à l'enflammer, et à faire partir le coup.

L'opération commence par celui des cinq canons qui se trouve placé au bas du faisceau, et ce canon n'est pas plutôt déchargé, que la manivelle le fait tourner autour de l'axe, et l'amène devant un extracteur qui arrache le culot de la cartouche vide, au moment même où un second canon recevra sa cartouche, celui-ci, tiré, fera le même mouvement, de façon qu'au cinquième coup, le premier canon tournant toujours par cinquième de tour, arrivera

juste en face du couloir où se trouve la cartouche qui lui est destinée.

Et ainsi de suite sans interruption, ce qui permet de tirer de 60 à 80 coups à la minute, c'est-à-dire de lancer, si les munitions ne manquent pas, de 3,500 à 4,800 obus par heure, car c'est là surtout qu'est la supériorité de la nouvelle mitrailleuse, c'est qu'elle lance des obus et que sa portée atteint jusqu'à 5,000 mètres.

C'est à cause de cela qu'on a créé tout de suite les deux autres types dont nous avons déjà parlé, et qui ne diffèrent d'ailleurs que par le calibre des canons.

Dans le premier, affecté également au service de la marine, l'âme du canon est de 47 millimètres; ce qui lui permet de lancer des obus respectables.

Il faut un homme de plus pour servir cette pièce, car le tireur ne pourrait pas à la fois mouvoir la manivelle et pointer; le troisième servant à donc pour mission de tourner la manivelle, mais comme il faut que le tir de la pièce soit entre les mains du pointeur, la manivelle ne fait que déplacer les canons sans pouvoir faire partir le coup, le percuteur étant mû seulement par une détente adoptée à une crosse de pistolet placée sous le canon, et que le tireur presse à sa volonté.

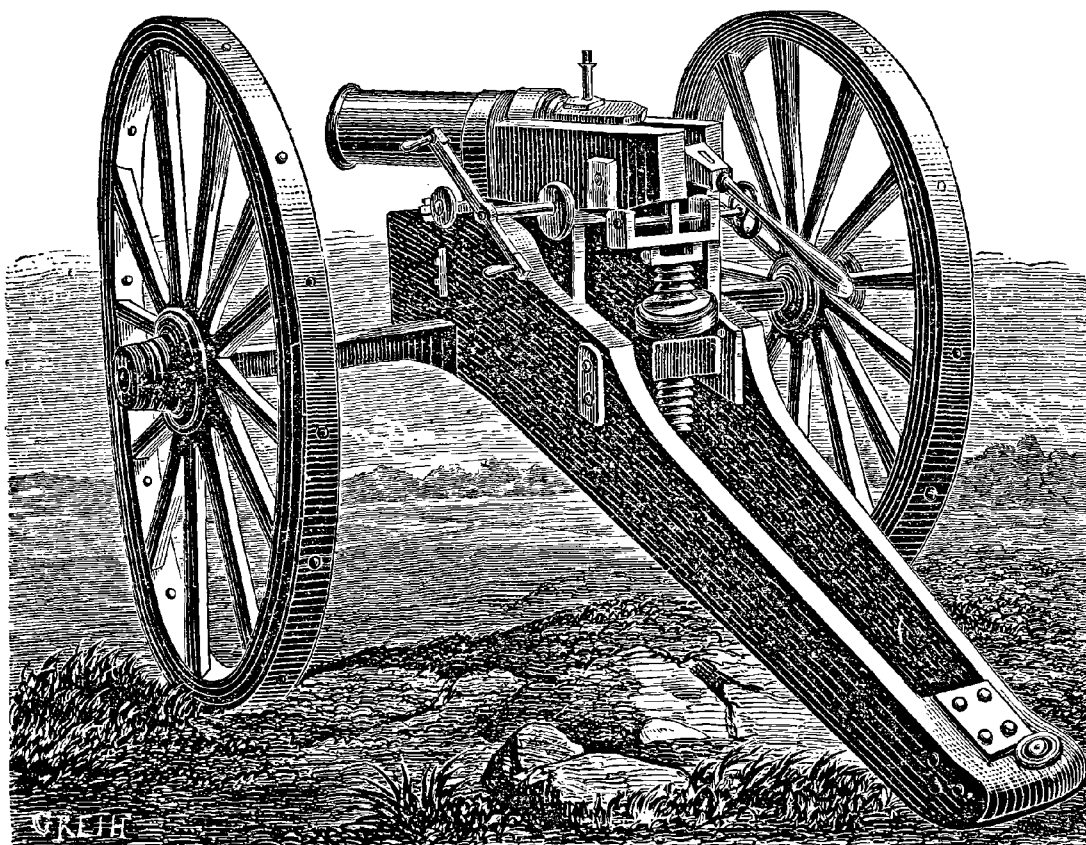
Dans le deuxième type, approprié au service de l'armée de terre, la mitrailleuse est montée sur un affût de campagne exactement comme les pièces ordinaires.

Les canons ont 42 millimètres de diamètre intérieur et l'ensemble pèse 475 kilogrammes, presque autant que la pièce de sept de Reffye.

Quant aux projectiles du canon revolver Hotchkiss, ils sont de trois sortes : un boulet ogival en acier à pointe durcie destiné à perforer les cuirasses des bateaux torpilleurs.

Un obus explosif, en fonte, fermé d'une fusée percutante.

Et une boîte à mitraille renfermant une



La mitrailleuse Montigny.

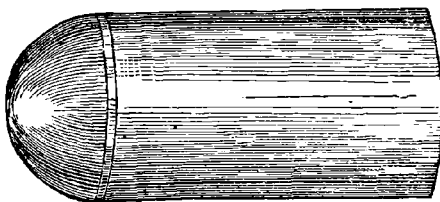
vingtaine de balles placées par couches, alternativement avec un rang de poudre.

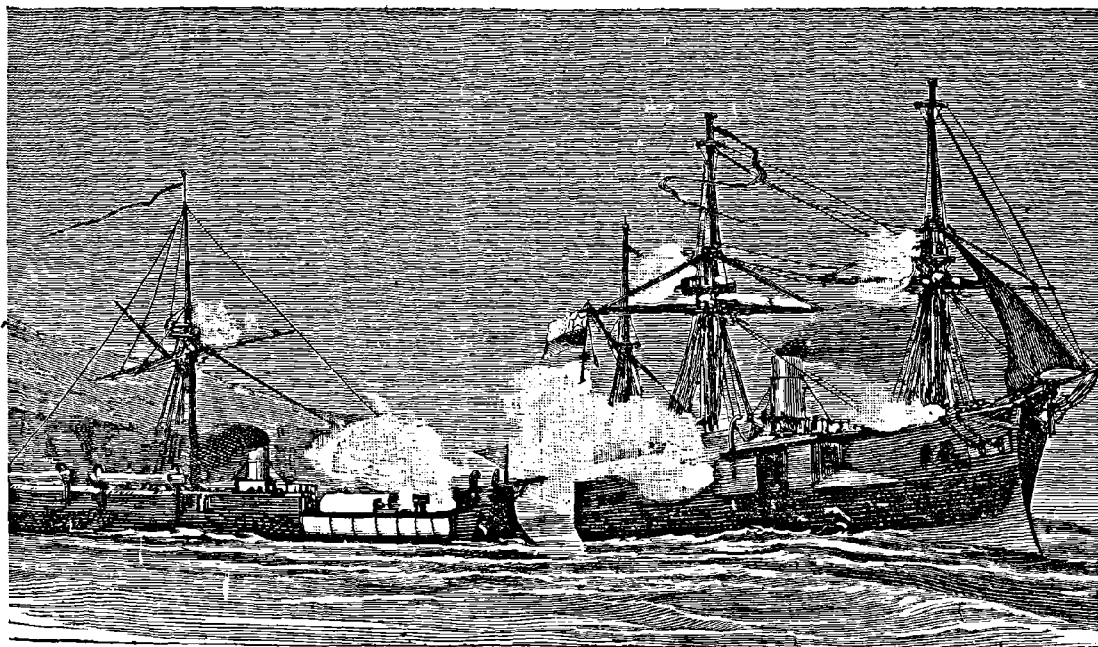
Tous ces projectiles, quel que soit leur genre, sont cerclés d'une ceinture de laiton posée simplement sur des rainures ménagées dans le métal, et qui joue, vis-à-vis des rayures, exactement le rôle du métal mou,

dont on enveloppe généralement les obus ordinaires.

Tel est le dernier engin destructeur trouvé par les professeurs en l'art de tuer réglementairement les autres.

Ou du moins tel était hier, car, par ce temps d'électricité, qui sait ce que seront les champs de bataille de l'avenir?





LA MARINE DE GUERRE

I

LES NAVIRES CUIRASSÉS

Le lecteur ne doit pas s'attendre à trouver dans cette étude, la description de toutes les opérations qui constituent le navire.

Un vaisseau, qui est une caserne, ou, pour être plus exact, une forteresse flottante, est, par cela même, chose si complexe qu'il faudrait des volumes, encore serions-nous obligés de mettre à contribution toutes les industries si diverses qui concourent à sa construction.

Nous prenons ici le navire tout fait et ne nous en occupons qu'au point de vue de son armement.

L'armement de la marine de guerre est de deux sortes : offensif et défensif.

L'armement offensif, se compose des canons, dont nous venons de parler avec détails.

L'armement défensif comprend les cuirasses, les blindages de toutes sortes qui, depuis l'adoption générale de l'artillerie moderne, sont devenus une nécessité pour les bâtiments de guerre.

C'est la fabrication, la pose et les divers systèmes de ces blindages, se modifiant au fur et à mesure que les canons se perfectionnaient, qui seront l'objet de notre travail.

Ce qui ne nous empêchera pas de donner des aperçus sur l'ensemble des navires, si

variés de formes et d'agencement, dont nous aurons occasion de parler; toutes les fois qu'il le faudra pour la clarté de l'histoire descriptive de cette invention mémorable (plus peut-être que merveilleuse) qui, si elle n'appartient pas en propre à la France, lui doit du moins ses premiers, et incontestablement ses plus utiles perfectionnements.

Aussi bien, du reste, que son véritable point de départ, la construction du *Napoléon*, le premier vaisseau de guerre à grande vitesse qui ait labouré les mers de sa puissante hélice.

*
**

L'art de cuirasser les navires, que l'on estime aujourd'hui avoir atteint sa perfection, n'est pas absolument aussi récent qu'on pourrait le croire, puisque, dès l'an 1550, les chevaliers de Saint-Jean de Jérusalem avaient équipé une caraque blindée de plomb, dont les larges plaques étaient fixées par des boulons d'airain.

Cette caraque, construite à Nice et qui fut célèbre sous le nom de la *Santa-Anna*, prit une part très active au siège de Tunis que fit Charles-Quint dans le but de rétablir le bey Muley-Hassan, détrôné par le trop fameux corsaire Barberousse.

Nous en trouvons la description dans l'*Histoire des chevaliers de Saint-Jean de Jérusalem*, par Bosio.

« Elle avait six ponts, une nombreuse et puissante artillerie, son équipage se composait de 300 hommes. Il y avait à bord une chapelle spacieuse, une sainte-barbe, une salle de réception et une boulangerie; mais ce qu'on remarquait de plus singulier dans sa construction, c'était une cuirasse de plomb qui était fixée sur ses flancs par des boulons d'airain.

« Et cette cuirasse, qui ne lui enlevait rien de sa vivacité et de sa légèreté, était assez solide pour résister à l'artillerie de toute

une armée, ainsi qu'on put le voir au siège de Tunis. »

Malgré son succès, ce système ne fit pas école, et près de deux siècles se passèrent avant qu'on en vit se produire de nouveaux dans ce genre; encore n'est-il pas prouvé que l'essai dont nous allons parler fut suivi d'exécution.

Il s'agit d'un projet que don Juan de Ochoa adressait, en 1722, au roi d'Espagne, accompagné d'un dessin à la plume, fait vraisemblablement par l'inventeur lui-même, et que nous croyons intéressant de reproduire ici.

Les légendes de ce dessin donnent les détails de la construction de ce navire que l'on peut considérer comme un des ancêtres de nos vaisseaux cuirassés.

« A, est le tillac du navire, formé de deux demi-portes qui se ferment et se réunissent au milieu du navire avec leurs gonds de fer, au ras du bord, ainsi qu'on le voit dans la figure.

« B. — Une des deux portes avec leurs verroux qui se ferment et s'assujettissent en dedans; lorsque l'une est ouverte et l'autre fermée, elles doivent reposer sur le bord du navire et non pas sur leurs gonds.

« C. — Tillac de proue et de poupe, se composant de deux demi-portes, unies et s'ajustant avec celles des côtés ainsi qu'on le voit.

« D. — Éperon du vaisseau, comme celui des galères, en fer pour sa défense.

« E. — Éperons des côtés, tout en fer, et placés de façon à ne pas gêner les rames.

« F. — Fenêtres par où sortent les rames dont il faudra toujours être bien approvisionné pour la manœuvre.

« G. — Canons d'artillerie, qui doivent être d'environ 22, mais ils peuvent avoir un calibre plus élevé si on le désire.

« H. — Rames du bâtiment, qui doivent être semblables à celles dont on se sert pour les galères et manœuvrées comme elles. Si entre un canon et l'autre on pouvait

placer deux rames au lieu d'une, cela vaudrait beaucoup mieux.

« Si on construisait exprès de ces navires épieux, ils devraient être très forts, et les membrures aussi unies que le permet ce genre de construction.

« Sur une quille bien forte, un seul pont pour mieux résister au poids de l'artillerie. Il sera pourvu aux aménagements nécessaires aux gens de l'équipage ; mais nous n'avons pas cru utile de les mentionner ici.

« Lorsque le navire sera construit, il devra être recouvert de plaques de fer d'un doigt d'épaisseur, à partir de la quille elle-même.

« Nous avons dit qu'en commençant la mise en œuvre, les membrures devaient être bien unies ; c'est pour que les plaques de fer ne portent pas à faux et ne se plient pas sous le boulet, ce qui n'arrivera pas si elles sont assises sur des bois bien forts, étant ainsi à couvert de tout feu et danger de guerre. On arrivera ainsi à de grands résultats au grand scandale des ennemis et sécurité de nos ports.

« En ouvrant les ouvertures du tillac on pourra naviguer et conduire le vaisseau où l'on voudra en mettant en place les mâts et les voiles.

« Dans l'idée énoncée et pour gagner du temps, on pourrait utiliser quelques vieux navires en les transformant. »

Il ne paraît pas qu'on ait donné une suite matérielle à cette idée, ou si l'essai a été fait, il faut qu'il ait donné de bien maigres résultats puisqu'il n'en est pas resté de trace.

Ce n'est qu'à la fin du xviii^e siècle qu'un nouvel essai de navires cuirassés fut fait, encore ne fut-il pas couronné du succès que son auteur, le chevalier d'Arcon, avait fait espérer.

Les batteries flottantes avec lesquelles il prétendait réduire Gibraltar lors du siège de ce fort en 1782, portaient un blindage

incliné qui les garantissait des bombes, un bordage d'un mètre cinquante, qui les protégeait contre les boulets et devait braver les boulets rouges, au moyen d'une circulation d'eau entre les joints et les assemblages, pour en neutraliser les effets incendiaires.

Malheureusement, soit que les plans de l'ingénieur n'eussent pas été suivis exactement, soit que ses mesures eussent été mal combinées, le constructeur ne produisit que des bâtiments très lourds, se mouvant difficilement à cause de leur épaisseur, et marchant d'autant plus irrégulièrement qu'ils n'étaient blindés que du côté qu'ils devaient présenter au feu des assiégés ; si bien qu'ils furent assez promptement détruits par l'ennemi.

Mais la cause du blindage n'était pas perdue. Fulton, qui ne se contentait pas d'avoir fait une révolution dans l'art naval, par l'application de la vapeur à la navigation, devait l'étudier quelque vingt ans après.

En 1813, une batterie flottante fut construite à son instigation et sur ses plans, par le gouvernement américain.

Elle était longue de 47^m,60, sur 17 de large, et avait 6^m,40 de creux et un tirant d'eau de 3^m,05. Sa coque, en bois de chêne, était recouverte d'une muraille métallique capable de la protéger contre l'artillerie de l'époque.

Ce bâtiment qui s'appelait le *Démologos*, mais qui prit le nom de *Fulton* après la mort du célèbre ingénieur, était mû par la vapeur, avec un procédé nouveau, mais défectueux puisqu'il ne permit jamais une vitesse de plus de quatre nœuds et demi.

Sa machine consistait en un seul cylindre à vapeur actionnant une roue à aubes placée au centre du navire, position choisie évidemment pour préserver le propulseur du navire, mais très défavorable au point de vue de la marche.

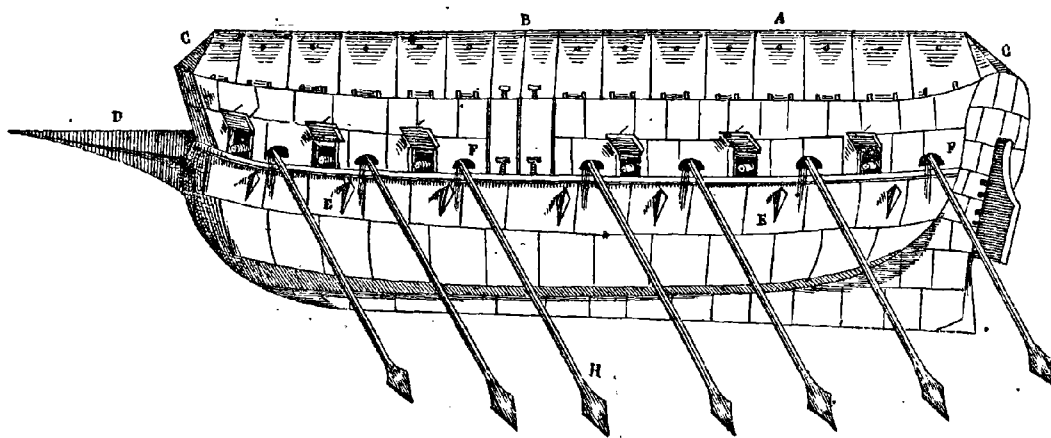
Quant à son armement offensif il se composait de 20 canons de 32, placés dans une batterie couverte, dans laquelle étaient aussi

aménagés des fours à chauffer les boulets rouges et des appareils pour lancer de l'eau bouillante sur les navires.

Le *Fulton* n'eût pas occasion de faire ses preuves, car il sauta par accident en 1829, et comme on tenait à expérimenter le système on en reconstruisit un tout semblable auquel on donna naturellement le nom de *Fulton II*; seulement comme on ne pouvait obtenir une vitesse raisonnable en laissant la roue à aubes sous le navire, on lui en donna deux, placées sur les flancs dans les conditions ordinaires.

Du reste le navire lui-même rentra bientôt dans les conditions ordinaires, car, comme c'était un des meilleurs marcheurs de la marine des États-Unis, on le débarrassa de sa cuirasse pour diminuer son poids.

L'expérience n'était donc pas concluante et on ne l'aurait peut-être pas renouvelée sans l'invention du colonel Paixhans, qui consistait à lancer horizontalement des projectiles creux de gros calibre avec autant de précision que des boulets pleins — et qui eut pour conséquence : d'exciter l'émulation de tous les novateurs, et de pousser l'artillerie



Projet de navire cuirassé de Don Juan de Ochoa.

de marine dans la voie des progrès, où elle a toujours marché depuis.

Alors les navires se trouvaient sérieusement menacés de destruction, puisqu'un seul boulet creux, logé dans leur muraille, pouvait en éclatant produire une voie d'eau impossible à fermer; on reprit peu à peu l'idée de les cuirasser.

C'est encore l'Amérique qui commença.

Dès 1842, MM. Robert et Edwin Stiévens, avaient soumis au gouvernement le plan d'une batterie flottante impénétrable aux boulets; de nombreuses expériences avaient prouvé qu'une muraille de fer de quatre pouces et demi d'épaisseur pouvait suffisamment résister, les ingénieurs reçurent une commande; mais ils perdirent tant de temps

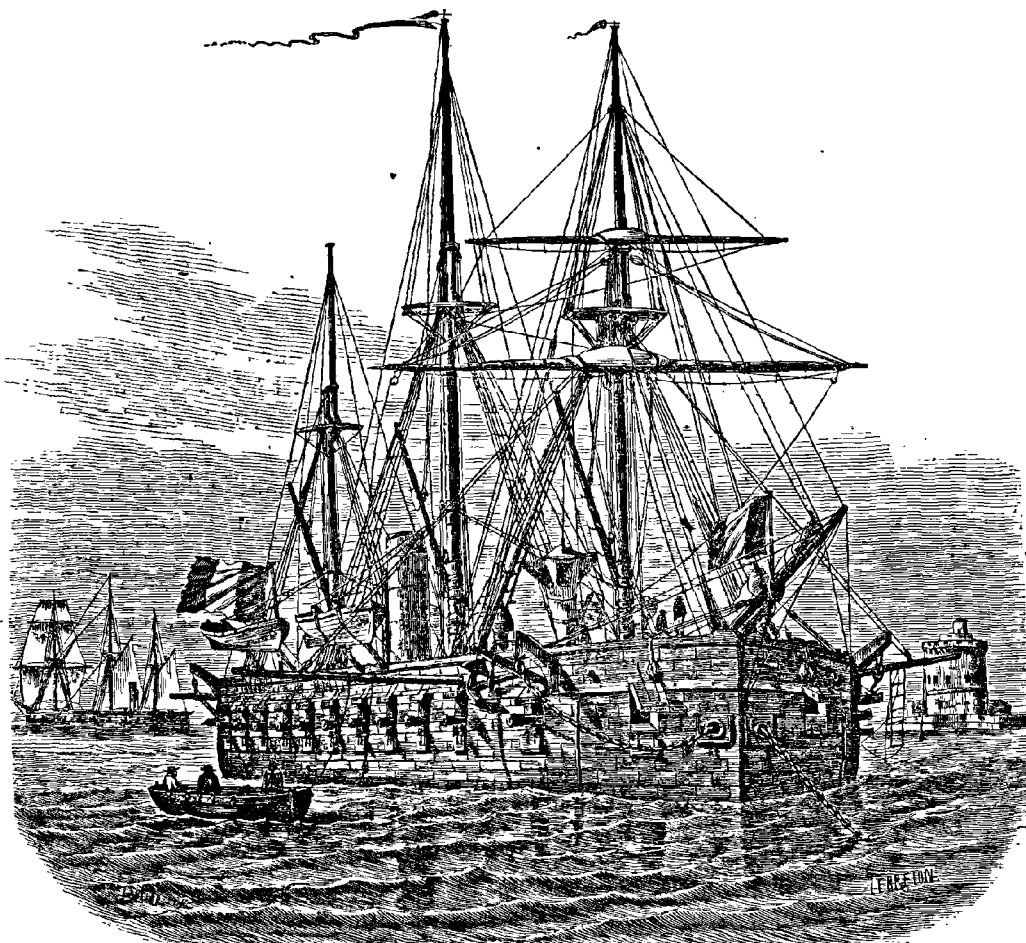
en essais nouveaux, portant sur les détails de la construction, mais surtout sur la composition des plaques de blindage que leur batterie, qu'on appela batterie d'Hoboken, du nom du port où on la mit en chantier, ne fut pas prête avant celles qu'on avait commencées en France beaucoup plus tard, c'est-à-dire aussitôt qu'on eût constaté, par la façon dont nos vaisseaux avaient été maltraités à l'attaque des forts de Sébastopol, qu'ils étaient impuissants devant l'artillerie nouvelle.

Des expériences furent faites à Vincennes, sur des plaques de blindage, avec les boulets du plus gros calibre et leur résultat fut assez satisfaisant pour qu'on s'occupât immédiatement de la construction de cinq batte-

ries flottantes : la *Dévastation*, la *Lave*, le *Congrève*, la *Foudroyante* et la *Tonnante*, sur les plans de l'ingénieur Guyesse, directeur des constructions navales.

Ces bâtiments, dont la forme rappelle à la

fois celle des chalands, et celle des galiotes hollandaises, n'étaient pas des navires dans toute l'acception du mot, puisque, malgré une force motrice de 300 chevaux, ils étaient incapables de se diriger eux-mêmes.



LA LAVE, batterie flottante cuirassée.

Longs de 53 mètres, larges de 14, lourds à proportion et même hors de proportion, puisqu'ils pesaient 4,500,000 kilogrammes, ils se manœuvraient très difficilement, marchaient mal et présentaient en outre l'inconvénient de ne pouvoir contenir qu'une très petite quantité de provisions.

En revanche, ils avaient un faible tirant d'eau qui permettait de les remorquer à peu

près où l'on voulait; ils portaient une artillerie considérable (16 canons de 50), et surtout ils pouvaient la maintenir en activité à l'abri de toute attaque, grâce à une cuirasse de fer doux de 10 centimètres d'épaisseur.

Et dans les circonstances particulières où l'on se trouvait c'étaient de puissants auxiliaires.

Comme navires, ils ont été jugés tout de suite ; mais ils rendirent de tels services, à titre de batteries, devant Kinburn (où embossés à moins de 300 mètres de distance, ils reçurent un nombre considérable de boulets de 42 sans être endommagés sensiblement), qu'on s'occupa de les perfectionner.

M. Dupré, commandant d'une de ces batteries, dont l'action fut si décisive sur la prise de Kinburn, terminait ainsi son rapport :

« Qu'on les rende navigantes, pouvant aller seules au feu par tous temps, qu'on les rende maniables, habitables et on aura opéré dans la marine militaire une révolution radicale. »

On parlait alors beaucoup de la fameuse batterie d'Hoboken, qui portait déjà le nom de *batterie Stevens*, et donnait des résultats plus complets que les nôtres, surtout au point de vue de la navigation.

C'était, du reste, un grand navire de 128 mètres de long sur 13 de large et de 6,000 tonneaux de jauge, construit sur le type des transatlantiques de ce temps, et recouvert de plaques, qui avaient été expérimentées avant leur mise en place, elles présentaient des garanties de solidité à toute épreuve.

Mais ce blindage, pesant 2,000 tonnes, alourdissait tellement le navire, dont la coque pesait déjà 4,450 tonnes, qu'il avait fallu porter sa puissance motrice jusqu'à 8,000 chevaux vapeur. Cette machine gigantesque, qui n'a été dépassée que sur le *Great Eastern*, donnait une vitesse de 20 milles à l'heure, c'est-à-dire 37 kilomètres.

Quant à son armement, il se composait de cinq canons de 15 pouces, lançant des boulets de 420 livres et de deux canons rayés de 20 pouces, dont les projectiles pesaient 4,090 livres.

Tous ces canons, montés sur des affûts à pivot, pouvaient tirer à volonté des deux côtés et devaient être manœuvrés et chargés au moyen d'un appareil à vapeur, relié à la machine principale, qui avait encore d'autres

annexes pour alimenter les chaudières, pour aérer le navire et surtout pour mettre en mouvement les pompes avec lesquelles, en introduisant dans des compartiments *ad hoc*, 900 tonnes d'eau, on faisait enfoncer le navire jusqu'à 6^m,80.

C'étaient trop d'innovations à la fois, et il faut bien croire que la batterie Stevens ne fonctionna pas à la satisfaction générale, puisque ses constructeurs en mirent peu après, en chantier, une autre, bâtie sur le même plan, mais dans des proportions beaucoup plus restreintes.

Le *Nangatuck*, tel fut le nom de ce navire, n'avait que 101 pieds de long sur 20 de largeur, mais sa carrière fut trop courte, pour qu'on pût former sur lui un jugement approfondi ; prenant part à l'attaque du fort Darling, une pièce de 100, qui éclata dessus, causa de tels désastres dans sa coque que l'on ne jugea pas utile de le réparer.

A ce moment-là, du reste, il apparaissait tous les jours en Amérique de nouveaux systèmes, que les besoins de la guerre de sécession faisaient accepter, et qui disparaissaient presque aussi vite.

Celui qui laissa le plus de traces fut le système de M. Ericson, constructeur célèbre du non moins célèbre *Monitor*.

Mais n'anticipons pas sur les événements, et revenons en France où, s'occupant activement d'améliorer les conditions de navigation des premières batteries flottantes, on venait de lancer la *Gloire*, la première des frégates cuirassées qui sillonna l'Océan.

Commencée dans les ateliers de Toulon, en mai 1858, cette frégate fut construite sous la direction de M. Dorian, ingénieur de marine, d'après les plans de M. Dupuy de Lôme, déjà célèbre comme constructeur du *Napoléon* ; elle était lancée dès le mois de novembre de l'année suivante, mais elle ne fut armée qu'en août 1860.

Longue de 78 mètres et large de 17, la *Gloire* fut revêtue de plaques de fer de 14 centimètres d'épaisseur d'une extrémité à

l'autre, jusqu'à 2 mètres au-dessous de sa ligne de flottaison.

Elle était mue par une machine à hélice de 900 chevaux qui, grâce à la forme élancée du navire, put lui donner une vitesse moyenne de 12 à 13 nœuds, soit à peu près 24 kilomètres à l'heure, à toute vapeur.

De nombreuses expériences ont démontré qu'avec la moitié de ses feux allumés, elle pouvait faire encore 11 nœuds, et, avec le quart, 8 à 9 nœuds, ce qui établissait ceci, (calcul important au point de vue de la navigation de guerre), qu'avec son chargement ordinaire de charbon, la *Gloire* pouvait franchir une distance de 800 lieues en allumant tous ses feux, de 1,200 en ne dépensant que la moitié de sa puissance de vapeur, et de 1,600 en n'en usant que le quart ; sans compter même sur le bénéfice du vent, qui pouvait être favorable à la traversée entreprise. Du reste, il n'y fallait pas compter beaucoup, car sa mâture, très légère, ne pouvait porter qu'assez de toile pour l'appuyer dans les gros temps, et lui permettre de se réfugier dans un port quelconque en cas d'avaries dans la machine.

L'armement de la *Gloire* se composait de 36 canons de 30, rayés, disposés dans les batteries, mais son avant tronqué lui permettait encore de recevoir sur le pont deux canons de chasse placés au-dessus du blindage, qui ne s'élevait qu'au niveau du pont supérieur.

Seulement, au-dessus, on avait élevé un blockhaus crénelé pour la mousqueterie, et cuirassé comme le navire, de façon à abriter à roue, les timoniers et le commandant.

La *Gloire* ayant répondu à tout ce qu'on en attendait, au point de vue de la navigation, le type du vaisseau cuirassé était trouvé et pendant qu'en France on construisait la *Normandie* et l'*Invincible* sur le même modèle, l'Angleterre qui jusque-là était restée tranquille spectatrice des efforts des pays voisins, entra en lice à son tour et produisit des spécimens nouveaux que nous étudierons chronologiquement, comme ceux de l'Amé-

rique et des autres puissances maritimes, quand nous aurons donné, au point de vue général, les quelques détails sur l'ensemble et la construction des navires qui nous paraissent utiles pour que l'on comprenne mieux ce qui nous reste à dire.

*
**

Un navire, quelle que soit sa destination, qu'on le construise en bois ou en fer, doit être établi de telle sorte que son poids, pour un maximum de solidité, soit aussi inférieur que possible à celui du liquide qu'il déplacera. De là, la difficulté de créer des vaisseaux cuirassés bons marcheurs, car malgré les forces propulsives, qu'on leur donne, ils sont toujours alourdis, hors de proportions, par les énormes plaques dont on les blinde.

La seconde condition, *sine qua non* de la viabilité du navire, est la détermination de la force qui doit le mettre en mouvement, force qui doit être proportionnée à la somme des résistances qui seront opposées à sa marche par son poids et par sa forme.

Les ingénieurs maritimes ont pour cela des procédés qui ne sont point discutables en théorie, mais qui, dans la pratique doivent laisser quelque chose à désirer, puisque, malgré les immenses progrès apportés dans la construction des navires de guerre, on tâtonne toujours un peu, ce qui s'explique facilement, en ce sens qu'on expérimente constamment sur des types nouveaux.

A la forme près, qui est plus ou moins allongée suivant les modèles, un navire a toujours pour base la *coque* formant un tout continu dont une partie sera dans l'eau, tandis que l'autre flottera, ce qui implique, dans le sens horizontal, deux divisions séparées par la surface de l'eau, qu'on appelle ligne de flottaison.

Naturellement, cette ligne change de place selon que le navire est plus ou moins chargé, mais dans tous les cas, la partie émergée se nomme la carène ou les œuvres

vives, et celle qui est au-dessous de la ligne de flottaison s'appelle l'*accastillage* ou les œuvres mortes.

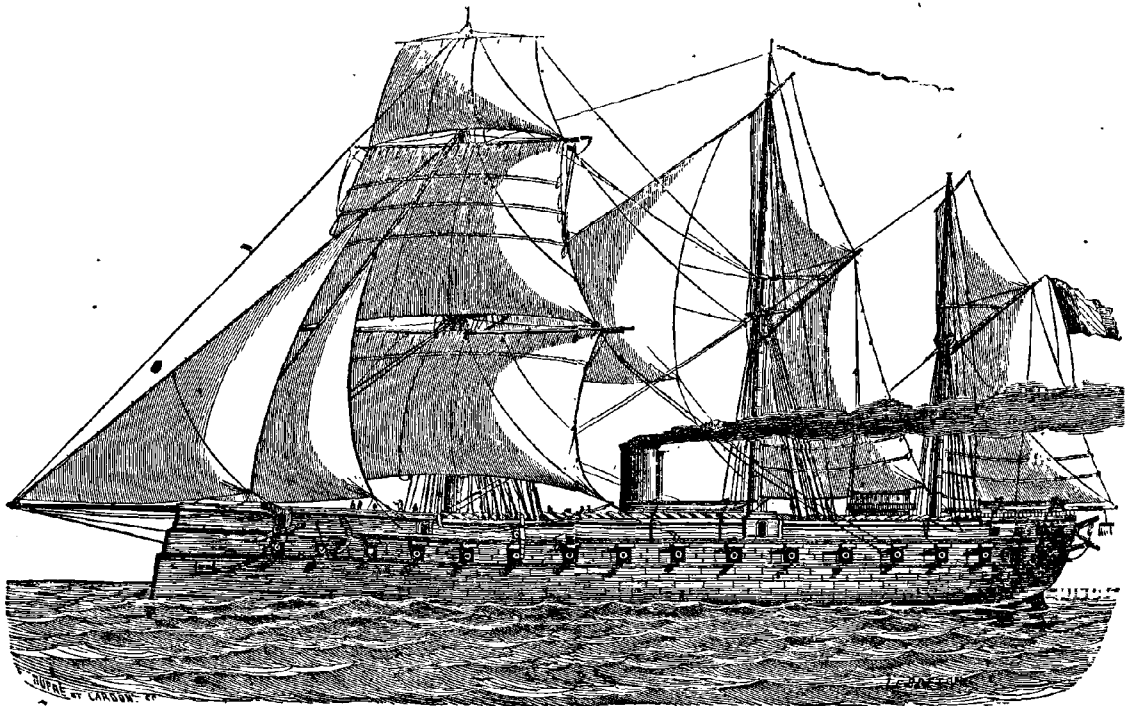
Ces deux parties ont bien d'autres subdivisions et changent de nom, selon les pièces qui les composent ou qui les couvrent.

Ainsi, pour commencer par le commencement, la partie inférieure de la coque s'appelle la quille.

La *quille* d'un navire est la pièce recti-

ligne et horizontale qui forme sa base, elle se termine d'un côté (à l'avant) par le *brion*, pièce qui s'ajuste dessus par une partie droite et se prolonge d'une partie courbe qui porte l'*étrave*, laquelle forme l'avant du navire et la base de la proue.

De l'autre côté, la quille est terminée par l'*étambot*, forte pièce posée presque verticalement pour supporter le gouvernail, qu'on y fixe au moyen de pentures.



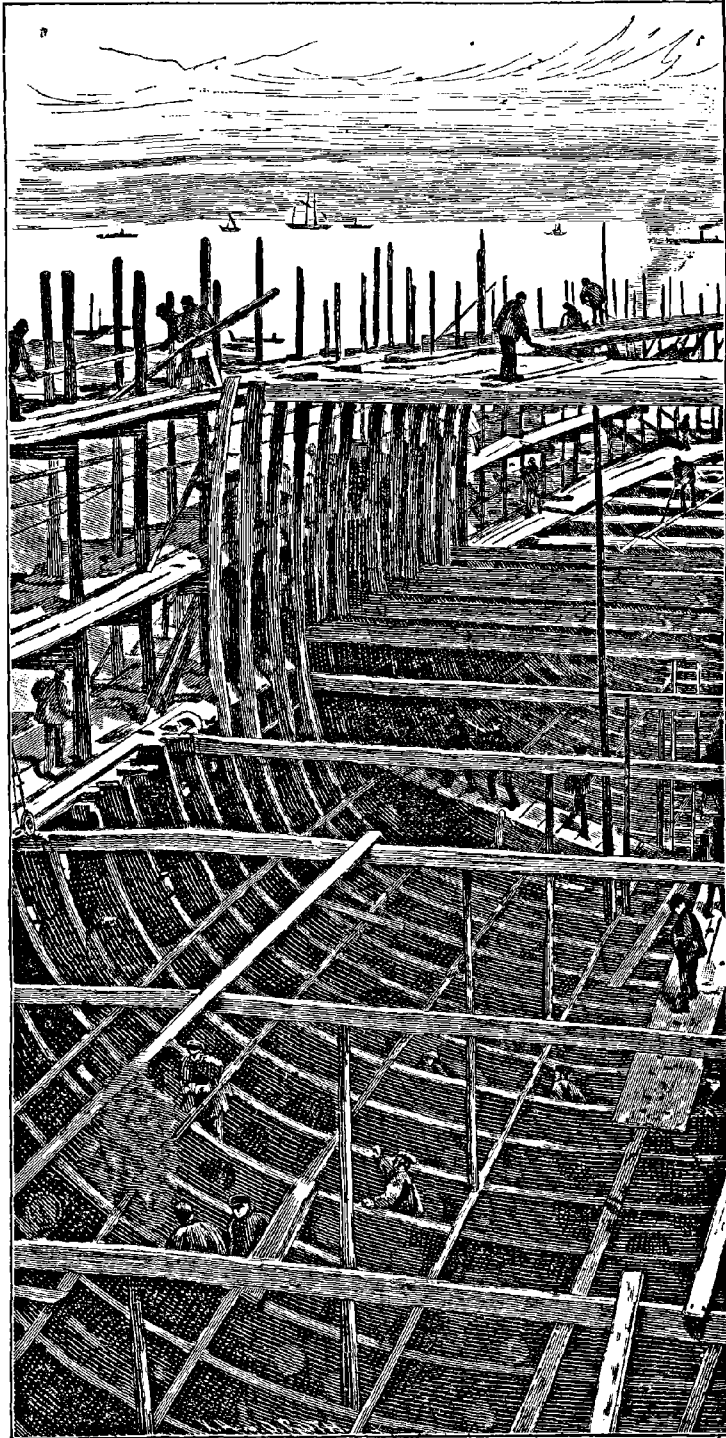
LA GLOIRE, première frégate cuirassée.

Le navire sera donc circonscrit entre l'*étrave* et l'*étambot*; pour en dessiner la forme on ajuste de chaque côté de la quille, qui est en quelque sorte son épine dorsale, une double série de côtes qu'on appelle *couples*.

Ces *couples*, en bois courbé (pour les bâtiments en bois) ne sont pas d'un seul morceau, ils se composent de la *varangue*, pièce quasi horizontale pour se fixer à la quille avec plus de solidité, et du *genou*, pièce coudée qui sert de trait d'union entre

la *varangue* et les allonges, que l'on aboute en nombre suffisant pour faire toute la hauteur du navire.

En outre, pour donner plus de consistance à cet échafaudage, qui est en somme la charpente du navire, on place au-dessus de la quille et dans sa direction, un assemblage de pièces de bois, qu'on appelle *carlingues*, qui recouvrent le point de départ des varangues, et supportent des couples de liaisons intérieures qu'on appelle *porques*.



Construction d'un navire. — Les couples.

La carlingue, qui est la doublure intérieure de la quille, supporte aussi le pied des mâts.

L'ensemble des couples, dont la distance pour les navires de guerre, est déterminée par la largeur qu'on veut donner aux ouvertures par où passeront les bouches de canon et qu'on appelle *sabords*, — constitue la membrure, dont les côtes sont reliées entre elles et consolidées par des pièces transversales nommées bordages, fortes planches de chêne que l'on rapproche le plus possible l'une de l'autre, de façon à ne laisser que d'étroites jointures que l'on remplit, du reste, avec de l'étoupe enfoncée au marteau; c'est ce qu'on appelle le calfatage.

Cela fait, toute la surface de la carène est passée au goudron et ensuite recouverte intérieurement par les plaques de doublage.

Pour les navires en fer, et c'est ainsi que l'on fait maintenant presque tous ceux destinés à être mus par la vapeur, par économie de temps, d'emplacement et même de poids, ce qui peut paraître extraordinaire au premier aspect, voici, d'après M. Turgan, comment on procède dans les forges et chantiers de la Méditerranée, qui ont acquis une grande supériorité dans ce genre de construction.

« Lorsque la construction d'un navire est décidée et quand les données principales en ont été arrêtées dans l'atelier des dessinateurs, toutes les pièces en sont dessinées à leur vraie grandeur sur le plancher d'une salle immense appelée *salle à tracer*; pour arriver à tracer toutes les pièces, on suppose des coupes, les unes perpendiculaires à la largeur, les autres parallèles à la flottaison, et enfin les troisièmes, parallèles au plan longitudinal qui traverse le navire de bout en bout, et il faut que les trois sections se raccordent parfaitement; cette vérification du plan primitif amène souvent des modifications que le bureau de dessin corrige

« On trace ensuite les couples ou côtes du vaisseau, qui sont en fer comme toutes les autres parties de tout navire construit dans les ateliers de la Seyne, où le bois n'est employé que pour la mâture, le plancheyage des ponts, l'aménagement intérieur du navire, mais rarement dans la construction proprement dite.

« Ces couples sont non seulement dessinés, mais taillés en bois de vraie grandeur, et forment des modèles sur lesquels le couple en fer devra être exactement figuré. Pour donner aux fers à couples la courbure voulue, on les chauffe d'abord dans un four de 16 mètres de long, et on les porte sur une plaque en fonte où l'on enfonce des coins dans la figure exacte du modèle en bois; avec des crocs, des clavettes et des pinces, on assure le fer à la forme voulue.

« Chaque couple reçoit un numéro, et comme il doit être percé de trous pour recevoir les rivets qui fixeront les tôles constituant la paroi du navire, la place exacte de ces trous est déterminée par les dessinateurs, de telle sorte qu'au moment de l'assemblage, les ouvertures faites à la tôle se trouvent exactement en face l'une de l'autre.

« On commence toujours par la quille, en plaçant sur la cale de solides morceaux de bois reliés ensemble et enveloppés par de forte tôle à angle très obtus, dont la branche inférieure constitue la quille proprement dite, et la branche supérieure commence la paroi du navire. Sur cette quille on dresse les couples, dont les deux branches sont reliées par une tôle triangulaire qui les fixe.

« Les trous sont percés par des machines à poinçonner de diverses origines; les tôles sont cintrées et plus ou moins courbées, suivant la place qu'elles occupent dans le navire, par un laminoir à trois cylindres.

« Avec ces éléments si simples, on assemble tous les bâtiments de commerce. Un élément nouveau a été apporté dans la construction par l'introduction des vais-

seaux cuirassés ; c'est la plaque de blindage, qui a motivé des instruments et des machines-outils de plus en plus puissants. Les plaques employées à la Seyne viennent de Saint Chamond ou de chez M. Marel, de Rive-de-Gier ; elles sont travaillées à la Seyne au moyen d'une presse hydraulique de plusieurs centaines de mille kilogrammes, mais qui est encore jugée trop faible par les ingénieurs du chantier. »

Mais nous parlerons des plaques de blindage, un peu plus tard, car elles ne se posent généralement que quand le navire est fini, et nous n'en avons encore que la coque.

Il va sans dire que les tôles employées à la Seyne pour le bordé des navires, et dont l'épaisseur varie entre 3 et 30 millimètres, doivent être d'une qualité parfaite.

Elles proviennent des usines du Creuzot, de Saint-Chamond, de Terre-Noire et autres établissements, dont la fabrication est irréprochable ; et sont d'ailleurs éprouvées au moyen d'un appareil fort ingénieux que représente notre gravure.

C'est une espèce de grande romaine, dont le fléau en bascule sur un point d'appui fixe, est chargé, exactement comme dans l'appareil à peser, d'un poids que l'on peut faire changer de place, au moyen d'une vis, de façon à augmenter progressivement la pression qu'il exerce, selon qu'on l'approche plus ou moins de l'extrémité du bras du levier.

L'effort exercé par le levier chargé est transmis à un couteau d'acier, qui appuie sur la plaque dont on veut éprouver la résistance, en même temps que deux autres couteaux le soutiennent par dessous.

Naturellement plus le poids avance vers l'extrémité du fléau, plus la charge augmente et plus la flexion éprouvée par la plaque de tôle s'accroît.

Naturellement aussi, l'opération n'est poussée que selon que cela est nécessaire, d'après les proportions que l'on peut me-

surer à chaque instant, avec la plus grande exactitude, au moyen d'une règle graduée fixée sur l'appareil.

Reprenons maintenant notre description : La coque d'un navire en fer est de beaucoup plus légère que celle d'un navire en bois de mêmes dimensions, et cela se comprend, car sa membrure, dégagée de toute charpente, est composée de fers d'angle, ou *cornières*, pliées et équerrées à chaud, et tenues fort longues pour former des couples de la plus grande dimension : ces couples sont réunis par des empatures de 1 mètre à 1^m,30, fortement rivées l'une sur l'autre, et recouvertes extérieurement d'un bordé de feuilles de tôle aussi longues que possible mais assez étroites pour pouvoir se prêter à toutes les inflexions de la carène.

Mais si la coque est plus légère, si elle offre beaucoup plus de volume intérieur, vu le peu d'épaisseur des matériaux, elle est aussi moins résistante que la massive coque en bois. Sans doute, on les fait aussi solides que possible ; mais, outre que les coques métalliques ont à redouter, dans les longues traversées, une oxydation qui les amincit sensiblement, elles n'offrent pas les mêmes garanties de sécurité contre les écueils qu'elles peuvent rencontrer, et les chocs qui peuvent survenir en mer.

Pour remédier à cet inconvénient, on divise la cale des navires de fer en compartiments étanches, c'est-à-dire isolés les uns des autres d'une manière absolue, ou ne communiquant, si les besoins de l'aménagement l'exigent, que par des ouvertures faciles à boucher vite et sûrement.

De façon que, si un choc ou un accident quelconque brise une plaque et fait une voie d'eau, la partie de la cale, qui est en arrière de cette plaque est rapidement fermée et l'eau qui remplit le compartiment troué ne peut, de là, gagner les autres parties du bâtiment, qui continue sa route, et a tout le temps de gagner le port le plus voi-

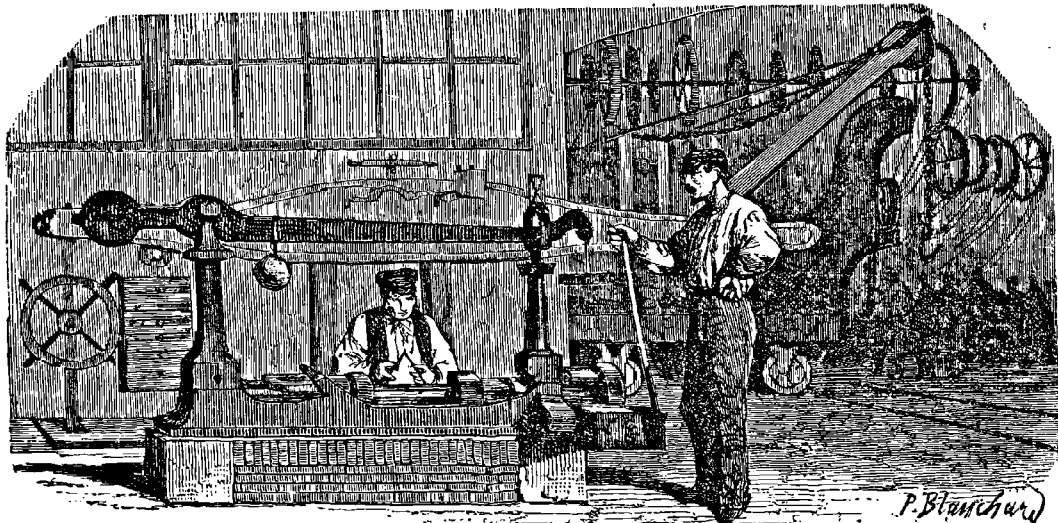
siu pour réparer ses avaries, qui ne sont jamais bien graves.

Systeme excellent, d'ailleurs, qui a été adopté par tous les constructeurs de navires en fer, et qui sera peut-être l'élément fondamental du vaisseau de guerre de l'avenir.

Quand on sera las des cuirassés ; quand on aura reconnu qu'au fur et à mesure qu'on augmente l'épaisseur du blindage, au risque de faire des forteresses qui ne flotteront plus que péniblement, il s'invente des ca-

nons dont les projectiles sont capables de les transpercer, on finira par y renoncer et on y suppléera vraisemblablement par des navires légers, dont les bordages en bois n'opposeront aucune résistance aux boulets, et qui souffriront d'autant moins de ce déchiquetage que leur intérieur sera composé d'un plus grand nombre de compartiments étanches.

Et ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on pense à cette transformation, qui s'accomplira fatalement ; car, dès 1872, M. A. Vernier



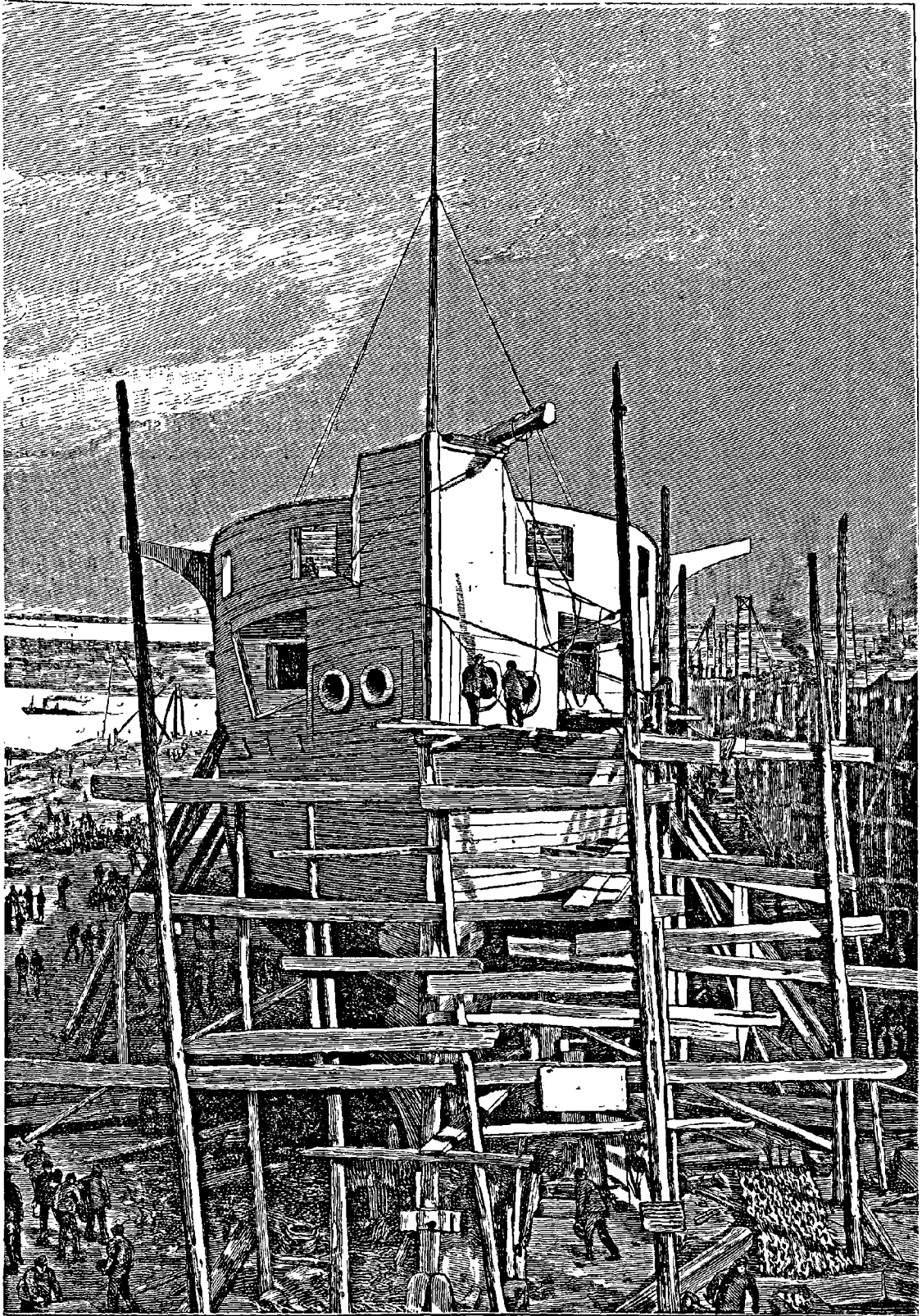
Machine à éprouver la résistance des tôles.

écrivait les lignes suivantes, qui lui étaient inspirées par un rapport du comité des projets de vaisseaux de guerre et qu'il n'est pas sans intérêt de reproduire ici :

« Le vaisseau que l'on cherche à obtenir serait un vaisseau cellulaire, si je puis m'exprimer ainsi ; il n'aurait plus de cuirasse, mais serait coupé en petits compartiments sous la ligne de flottaison. De cette façon, un boulet qui entrerait romprait simplement plusieurs cellules, mais le vaisseau n'en continuerait pas moins à flotter. Le système cellulaire donnerait au vaisseau une grande légèreté ; le boulet y ferait son chemin, mais sa route serait fermée

de toutes parts par les cellules environnantes. Si cette révolution s'accomplit, les vaisseaux de guerre lutteront de nouveau de légèreté et de vitesse, et les vieux cuirassés deviendront tout à fait inutiles. Il est à peine nécessaire d'indiquer les conséquences d'une telle transformation ; on songe pourtant à conserver la cuirasse de blindage aux parties vives du vaisseau ; on espère rendre la machine tout à fait invulnérable.

« Il faut donc se représenter le vaisseau de l'avenir comme une très puissante machine à vapeur entourée d'un mur de fer ; cette machine servira de centre à un vais-



Navire sur la cale de construction.

seau extrêmement léger, bâti suivant le système cellulaire, et capable d'être troué dans différentes directions sans cesser de flotter. Quant aux détails du système, à la disposition des canons, à la meilleure forme à donner aux cellules, il n'y a rien d'arrêté encore; mais on peut, dès à présent, affirmer que c'est dans la direction que nous indiquons que vont se porter les efforts de l'architecture navale.

« Les Anglais songent aussi à employer le liège dans la construction des navires nouveaux; cette substance a l'avantage d'être très légère et de n'opposer aucun obstacle au passage du boulet. Cela pourra sembler un étrange paradoxe, mais, en fait, le but qu'on poursuit aujourd'hui, c'est non plus de trouver le meilleur type de navire résistant au canon (on a renoncé à cette espérance par suite de l'écrasante supériorité du canon sur le blindage), mais, au contraire, de trouver le navire le plus facile à traverser par le boulet.

« Les cellules, dont j'ai déjà parlé, le liège, remplissent bien ce but. Il faut que le boulet puisse passer sans provoquer ces terribles ébranlements, ces chocs qui préparent la perte du navire. Il n'est pas douteux que l'amirauté anglaise va bientôt appliquer ces idées si hardies, et s'attacher à faire des navires faciles à déchiqeter dans leurs parties diverses, capables cependant de conserver une masse assez compacte et assez étendue pour que les blessures les plus nombreuses ne puissent y laisser un volume d'eau capable de le faire couler. »

Mais nous n'en sommes pas encore là, et nous aurons bien des essais, bien des transformations à mettre sous les yeux de nos lecteurs, sans compter ceux qui se produiront encore, avant qu'il en soit question officiellement.

Revenons donc à notre construction et reprenons notre navire en chantier dans l'état où nous l'avons laissé.

* * *

Avant de le diviser en deux, trois ou quatre étages, selon la nature et surtout selon la hauteur du bâtiment, on place les mâts (c'est-à-dire la partie basse des mâts), qui reposent, comme nous l'avons dit, sur la carlingue, et sont terminés à leur extrémité inférieure par un tenon qui s'encastre dans un massif placé à cet effet à l'emplanture; leur extrémité supérieure porte également un tenon destiné à recevoir le chouquet qui les reliera avec les mâts supérieurs, lesquels, naturellement, ne se montent que lorsque le navire est lancé, et déjà dans le bassin de carénage. Mais, pour n'avoir plus à revenir sur la question de mâture, nous allons en parler tout de suite.

Le nombre des mâts varie selon la nature des bâtiments; ainsi, le vaisseau, la frégate, la corvette, le trois-mâts et la gabarre, ont trois mâts, sans compter le mât de beaupré, dont tous les navires sont pourvus, et qui diffère des autres en ce que, placé à l'avant du navire, il fait avec le pont un angle de 20 à 25 degrés.

Le brick, la goélette, le brigantin, le chasse-marée et le lougre, n'ont que deux mâts; le sloop, le cutter et la tartane n'en ont qu'un.

Les navires à vapeur, qui dominent en nombre maintenant dans toutes les marines de guerre, ne s'astreignent point à ces règles; leur mâture est quelquefois très fantaisiste, non seulement pour le gréement, mais encore pour le nombre des mâts; l'Angleterre a construit des vaisseaux de guerre à quatre et cinq mâts, le *Great-Eastern* en a jusqu'à sept; il est vrai qu'il n'appartient pas à la marine militaire.

Néanmoins les mâtures les plus communes sont à trois et à deux mâts.

Dans le premier cas, le mât placé le plus à l'avant (après le beaupré, bien entendu) est le mât de misaine, le mât du mi-

lieu est le grand-mât, et le mât de l'arrière le mât d'artimon.

Quand les navires n'ont que deux mâts, c'est le mât d'artimon qui manque.

Chacun de ces mâts est composé de quatre parties superposées, c'est-à-dire trois au-dessus des bas-mâts, dont nous avons déjà parlé.

Pour le mât de misaine, ces parties s'appellent successivement : petit mât de hune, mât de petit perroquet, et grand mât de cacatoès.

Pour le grand mât : grand mât de hune, grand mât de perroquet et petit mât de petit cacatoès.

Pour le mât d'artimon : mât de perroquet de fougue, mât de perruche et mât de cacatoès de perruche.

Tous ces mâts sont soudés ensemble au moyen de blocs de bois appelés *chouquets*, disposés de façon à coiffer le mât inférieur terminé par un tenon et à maintenir le mât superposé ; à cet effet, il est percé d'un trou carré qui sert à le capeler sur la tête du premier, et d'un trou rond pour laisser passer librement le second, accouplé à l'autre un peu plus bas, au moyen de cercles de fer.

Outre cela, il existe au point de jonction des bas-mâts et des mâts de hune, des plates-formes à peu près rectangulaires qu'on appelle hunes et qui sont percées d'un trou carré, nommé trou du chat.

La hune, maintenue en place par des pièces de bois solidement chevillées, sert à plusieurs fins :

1° D'observatoire pour le matelot de vigie, qui y monte à l'aide des haubans, sortes d'échelles faites avec des cordages, posées transversalement sur des câbles qui ont pour mission de maintenir les bas mâts dans la position verticale, et qui, à cet effet, vont finir au bordage des navires, et sont tendus le plus loin possible du pied des mâts au moyen d'arc-boutants qu'on appelle porte-haubans, lesquels sont naturellement

munis de poulies qui permettent de les serrer plus ou moins, lorsque le hauban lui-même n'est pas terminé par une crémaillère qui remplit le même office ;

2° De points d'appui aux haubans des seconds mâts, fixés de la même façon que ceux des bas mâts, mais de chaque côté de la hune, de manière à ce que les haubans forment avec le sommet du mât une pyramide quadrangulaire, dont la hune est la base et le mât de hune, l'axe.

Les haubans, qui prennent le nom des mâts auxquels ils sont affectés, seraient insuffisants à les maintenir dans la direction verticale ; il y a aussi des étais, des galhaubans et tout un système de cordages, dont la nomenclature ne serait que d'un intérêt tout spécial, d'autant que le mot *cordage* est absolument banni du vocabulaire maritime, qui donne un nom spécial à chaque bout de corde composant le gréement d'un navire, et n'admet en termes génériques que : manœuvre ou filin.

Chaque mât est pourvu de vergues, auxquelles sont attachées les voiles ; ces vergues sont des pièces de bois, généralement en sapin et presque toujours d'un seul morceau ; cependant, les basses vergues des grands navires, étant trop fortes pour qu'un seul arbre puisse les former, on y supplée par des assemblages cerclés de fer.

Les vergues sont de plusieurs sortes, selon la forme des voiles qu'elles doivent porter ; elles prennent naturellement différents noms.

Celui de vergues est laissé à celles qui supportent des voiles carrées, auriques, au tiers ou à bourcet, et généralement toutes les voiles réglementaires ; mais on appelle ;

Corne, la vergue du bas mât d'artimon qui sert à appuyer la brigantine (c'est à l'extrémité de cette vergue que se hisse le pavillon sur les navires de guerre) ;

Antenne, les vergues destinées à recevoir les voiles triangulaires qu'on appelle voiles latines.

Arcs-boutants, les vergues qui portent des voiles à livarde ;

Bomes ou *guis*, celles qui bordent les brigantines ;

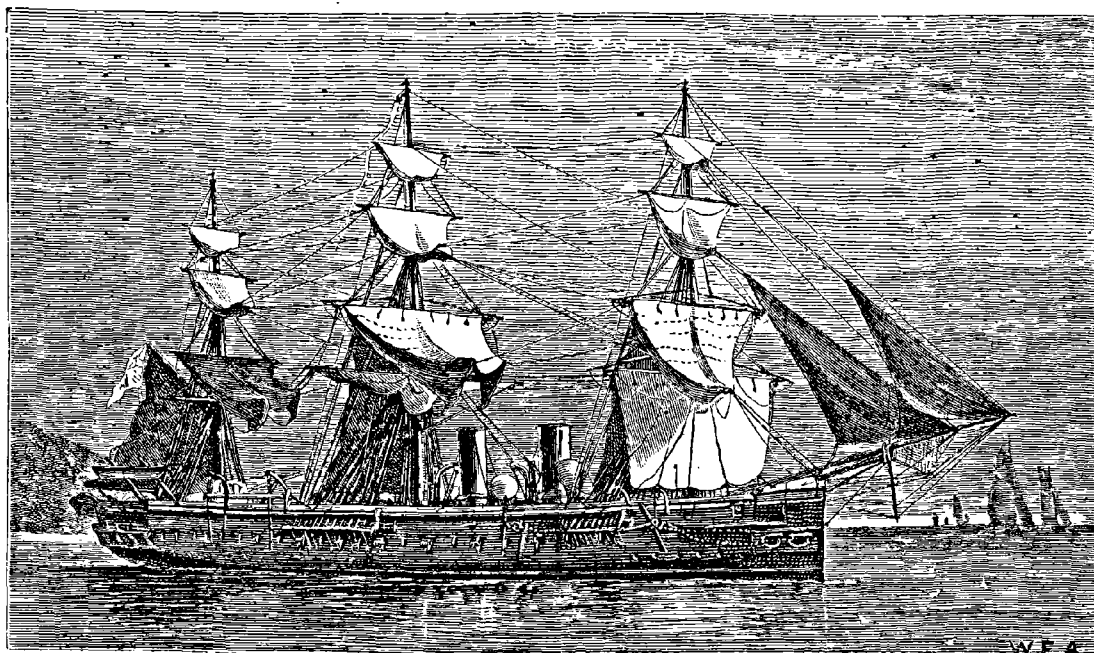
Bouts-dehors, celles qui reçoivent les bonnettes ;

Et *Tangons*, celles qui servent à fixer les amures des bonnettes-basses et des voiles de fortune.

Ce dernier nom est celui que l'on donne, en général, à toutes les voiles supplémentaires que l'on déploie quand, pour une raison ou pour une autre, on veut augmenter sa vitesse.

Les voiles réglementaires (que représente la gravure ci-dessous) portent les noms suivants :

Pour le mât de beaupré : civadière,



Un vaisseau de guerre avec toutes ses voiles.

grand foc et clin-foc; encore la civadière n'est-elle pas indispensable : elle n'existe pas d'ailleurs dans le dessin que nous donnons ;

Pour le mât de misaine : misaine, petit hunier, petit perroquet et petit cacatoès ;

Pour le grand mât : grande voile, grand hunier, grand perroquet, grand cacatoès ;

Et pour le mât d'artimon : brigantine, perroquet de fougue, perruche et cacatoès de perruche.

Inutile de dire que les voiles diminuent de largeur et même de hauteur au fur et à mesure que le mât est plus élevé ; du reste,

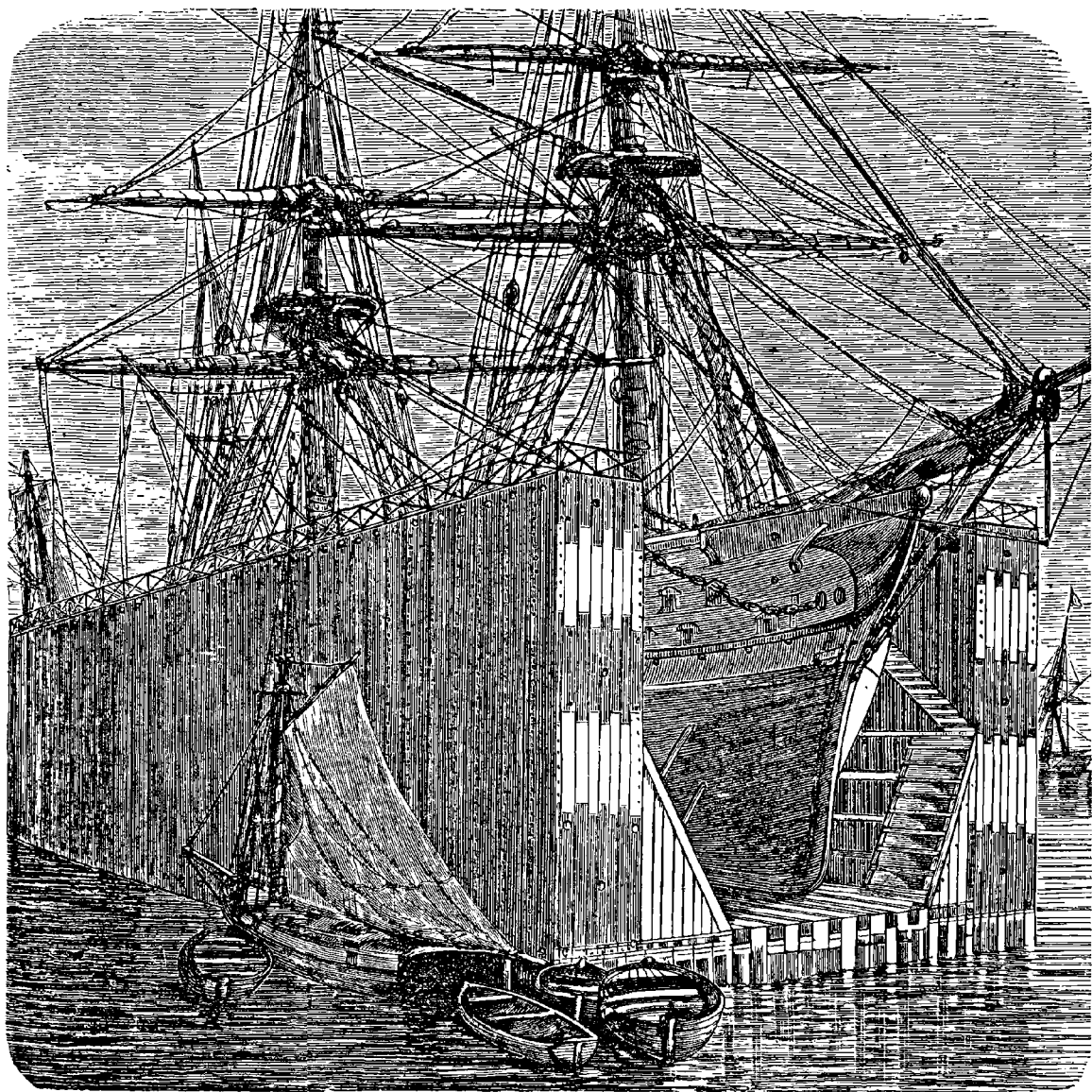
nous ne nous appesantirons pas sur cette question : les vaisseaux de guerre dont nous voulons parler étant créés plus spécialement pour naviguer à vapeur, et ne se servant guère de leur voilure, auxiliaire économique en principe, que comme un pis-allé.

Les bas mâts posés, on s'occupe de l'aménagement du navire, c'est-à-dire de sa division horizontale en un certain nombre de planchers qu'on appelle ponts, reposant sur des poutres nommées *baux* pour le plancher supérieur, et *barrots* pour les autres, lesquelles sont soutenues par des piè-

ces de bois verticales, appelées *épointilles*.

Chaque étage est divisé en outre par des cloisons verticales, en aussi grand nombre qu'il est nécessaire pour que chacune des

choses, si nombreuses et surtout si encombrantes, qui composent le chargement d'un navire de guerre, trouve commodément sa place.



Gréement d'un navire dans le bassin de carénage.

Il n'y a donc pas de règle fixe pour l'aménagement d'un vaisseau, qui est plus ou moins intelligent, selon que l'ingénieur a plus ou moins bien compris son mandat ;

mais, pour que nos lecteurs se fassent une idée de ce que peut être l'intérieur d'une caserne flottante, nous leur donnons ici deux grandes gravures qui, réunies, for-

ment l'ensemble complet et exact, comme une carte géographique, du vaisseau cuirassé le *Suffren*, dont l'aménagement, bien que déjà ancien, est admirablement entendu. On a pu faire autrement depuis, on n'a certainement pas fait mieux.

Mais avant de commencer notre description, qui ne sera que le commentaire des légendes explicatives de nos dessins, il est bon que l'on connaisse les quatre grandes divisions de tout navire.

Transversalement, il est composé de deux parties : l'*avant*, qui s'étend depuis l'étrave qui forme la proue, jusqu'au grand mât, et l'*arrière*, qui part du grand mât et se termine à l'extrémité du navire qu'on appelle la poupe.

L'avant est le séjour habituel des matelots qui ne passent à l'arrière que pour les besoins du service, ou, ce qu'ils aiment infiniment mieux, pour y recevoir un *boujaron* supplémentaire d'eau-de-vie, qu'on leur distribue après une corvée extraordinaire, ou quand ils ont été très mouillés ; ils en sont généralement prévenus par le commandement : « *Passez derrière border l'artimon !* » parce que c'est au pied du mât d'artimon que se fait la distribution.

C'est aussi à l'avant que sont placées les ancres suspendues extérieurement à des arcs-boutants, qui s'avancent de chaque côté du mât de beaupré et qu'on appelle des bossoirs.

Dans certains navires cuirassés de construction récente, où les bossoirs sont supprimés, les ancres sont accrochées, comme on le verra dans notre deuxième dessin, le long du bastingage, près du mât de misaine.

L'arrière est consacré au logement de l'état-major, et renferme, aussi, la machine propulsive, l'hélice et le gouvernail.

Longitudinalement, le navire est divisé en deux parties : Tout ce qui est à droite, en regardant de l'arrière à l'avant s'appelle,

non pas le côté, mais la *bordée* de *tribord* ; et tout ce qui est à gauche, *babord*. Ces noms désignent indifféremment les choses et les hommes, si bien que les matelots sont divisés pour le service du bord, en tribordais et babordais.

Nous verrons plus loin l'utilité de cette division, détaillons maintenant notre première gravure, qui représente une coupe de l'arrière du vaisseau.

* *

1, est la galerie du commandant, autrement dit chambre, mais on l'appelle galerie par tradition, parce que, du temps des grands vaisseaux de ligne, non protégés mais aussi non aveuglés par des cuirasses, l'appartement du capitaine se terminait à l'extrême arrière par une galerie vitrée, qui donnait sur un balcon faisant le tour de la poupe, lequel était abrité par une seconde galerie dont la balustrade entourait la dunette ; le système du blindage a changé tout cela, tout au plus reste-t-il une ou deux fenêtres à la chambre du commandant, mais on continue à l'appeler galerie.

La galerie du commandant sert aussi de chambre du conseil.

2. — Salle à manger du commandant, aussi confortable et même aussi élégante que possible, mais non *ornée*, comme sur les vaisseaux de guerre anglais, d'un canon de gros calibre qui ne sert absolument qu'à embarrasser, à moins que ce ne soit pour rappeler au commandant qu'il peut y avoir des bouches inutiles, même dans une salle à manger.

Ces deux pièces reçoivent la lumière d'en haut, par des espèces de châssis vitrés qu'on appelle des claires-voies.

3. — Office du commandant.

4. — Avant-office.

Toute la partie du pont qui surmonte l'appartement du commandant, depuis le dôme qui abrite l'escalier, qu'on appelle la

grande écouteille, jusqu'à la poupe, porte le nom de gaillard d'arrière, l'extrême arrière s'appelle aussi la dunette. On y remarquera, outre les parties numérotées, les pertes haubans d'artimon, et le cabestan autour duquel s'enroulent les câbles qui servent à amarrer le navire; le cabestan est employé aussi à guinder les mâts, et en général, à tous les travaux de bord qui demandent beaucoup de force; car cette machine, très simple puisqu'elle n'est composée que d'un treuil vertical qu'on fait mouvoir au moyen de barres horizontales qui le traversent, a une puissance considérable.

5. — Barre du gouvernail.

Il nous faut dire quelques mots de cet instrument d'importance capitale, puisqu'il est indispensable à la direction du navire.

Le gouvernail est une pièce plate qui se place sur le prolongement arrière du vaisseau, de telle façon que ses deux faces latérales, pouvant être obliquées d'un côté ou de l'autre de ce plan longitudinal, opposent au fluide assez de résistance pour forcer le navire à tourner sur son axe vertical, selon la route que l'on veut lui faire suivre.

L'installation du gouvernail à bord d'un navire, est essentiellement variable, surtout dans les cuirassés de nouvelle construction, mais il se compose toujours de trois pièces principales qui sont la mèche, le coin et le safran.

La mèche a toute la longueur de la machine, puisqu'elle unit le safran, qui est la partie extérieure fixée à l'étambot et agissant directement sur l'eau, au levier qu'on appelle *barre* et qui doit lui imprimer les mouvements de rotation nécessaires. A cet effet, elle traverse le navire en faisant des coudes qui augmentent sa force (comme on le voit par le n° 44 de notre gravure).

La partie de la mèche qui avoisine l'étambot est taillée en chanfrein de chaque côté, ainsi que l'étambot lui-même, pour faciliter les mouvements de rotation du gouvernail.

Le coin, qui n'est pas du reste indispen-

sable, ne sert en quelque sorte que de trait d'union entre la mèche et le safran, il est cependant utile, pour combler les vides et donner à l'ensemble la forme et la dimension qu'il doit avoir et qui est proportionnée à la grandeur du navire; c'est-à-dire que la partie la plus large du gouvernail (celle qui est en bas), soit égale au douzième de la longueur du maître-bau, (la plus grande largeur du navire), et aille en diminuant d'un quart jusqu'à la ligne de flottaison.

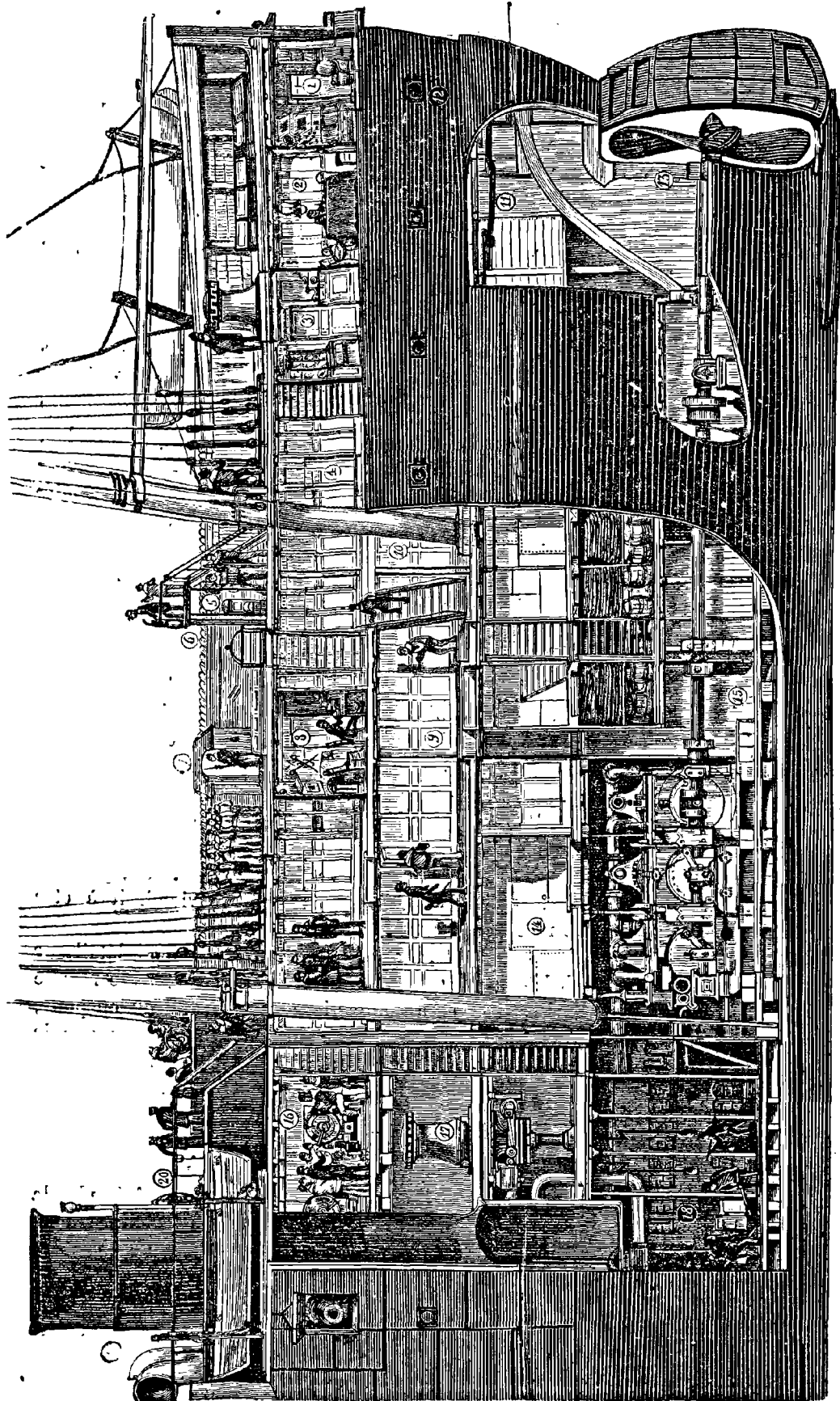
Comme on le pense bien, ces pièces sont fortement chevillées ensemble, et de plus, réunies encore par les ferrures du gouvernail, qui en embrassent les deux faces latérales aussi bien que la mèche.

Ces *ferrures*, qui fixent le gouvernail à l'étambot, à peu près comme les fenêtres, sont fixées sur leurs chambranles, sont, malgré leur nom, presque toujours en cuivre, par la raison que ce métal est moins susceptible de s'oxyder que le fer: c'est ce qui fait que les gouvernails d'une certaine dimension sont doublés de cuivre comme la coque des navires en bois.

Par surcroît de précaution, le gouvernail est muni de chaînes ou de sauvegardes de différents systèmes, qui le retiendraient à l'arrière du navire dans le cas où, par l'effet d'un gros temps, il viendrait à être arraché de ses ferrures.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur la manœuvre du gouvernail, tout le monde en a vu fonctionner, en grand ou en petit, nous ferons seulement remarquer que le plus ou moins d'obliquité qu'on peut faire prendre au gouvernail, dépend de la longueur de sa barre, et que plus une barre est courte, plus il est possible d'obtenir d'obliquité.

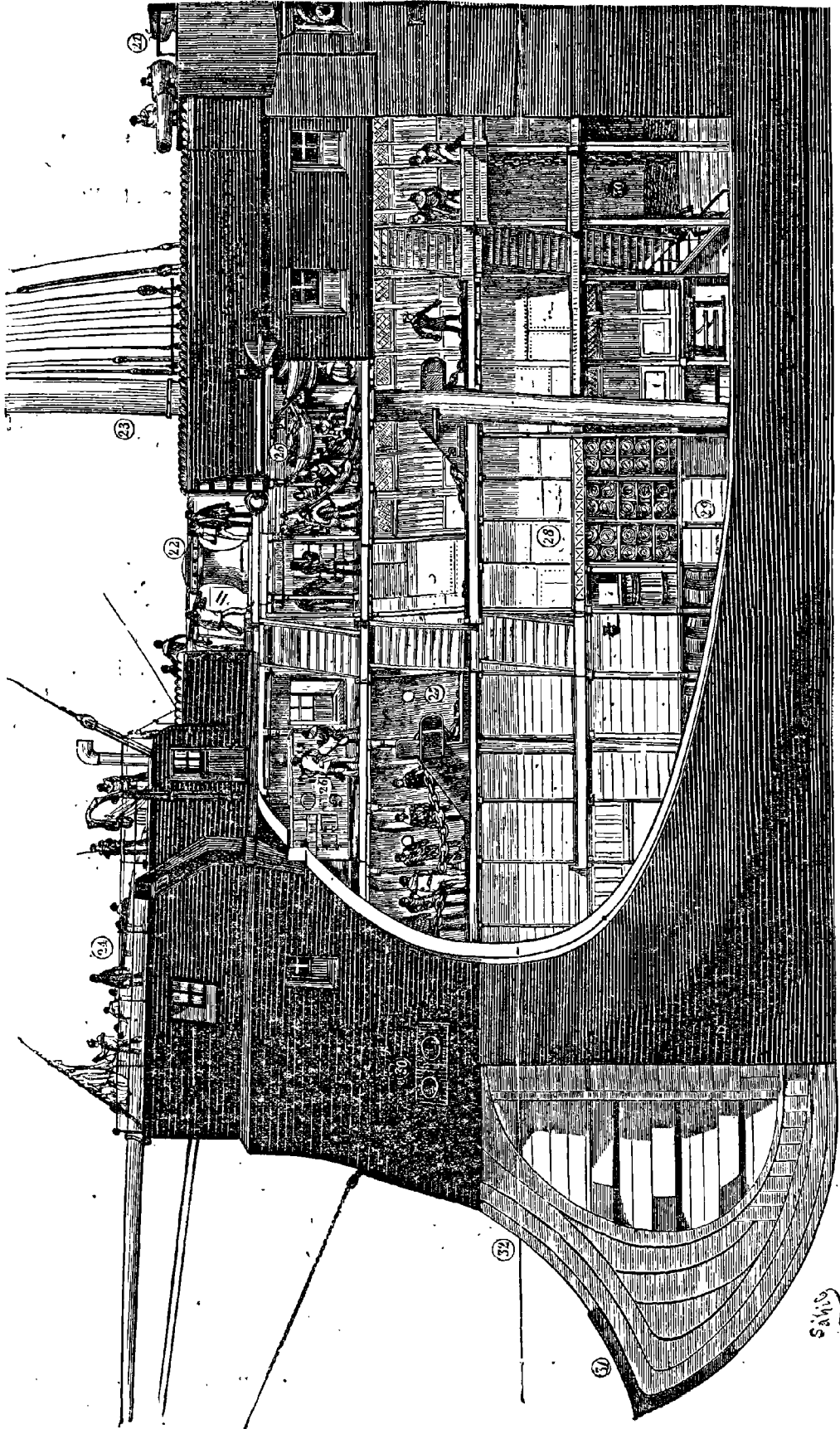
Il est vrai que d'un autre côté, plus la barre est longue, plus le gouvernail est facile à manœuvrer, mais on a remédié à ces inconvénients en se servant de roues pour faire mouvoir la barre, et l'on a pris un moyen terme, en donnant au levier la lon-



AT. HUYER.

Coupe d'un vaisseau cuirassé. — Portion arrière.

- 1. Galerie du commandant. — 2. Salle à manger du commandant. — 3. Office du commandant. — 4. Avant office. — 5. Barre du gouvernail. — 6. Passerelle de relèvement. — 7. Factionnaire de la coupée. — 8. Chambre du commandant en second. — 9. Chambre des officiers. — 10. Échelle de descente. — 11. Coqueçon. — 12. Carré des officiers. — 13. Hélice. — 14. Poste des aspirants. — 15. Machine, arbre de l'hélice. — 16. Rêduit blindé. — 17. Pompe à incendie. — 18. Chambres de chauffa. — 19. Cheminée. — 20. Passerelle de manœuvre sur laquelle se tient l'officier de quart.



Coupe d'un vaisseau cuirassé. — *Portion avant.*
 21. Tourelles blindées, armées de canons. — 22. Cabestan. — 23. Mât de misaine. — 24. Mât de beaupré. — 25. Poste de couchage de l'équipage. — 26. Hôpital du bord. — 27. Bittes, autour desquelles s'enroulent les chaînes. — 28. Cuivines. — 29. Sontie à poudre. — 30. Puits des chaînes, éoubiers. — 31. Éperon. — 32. Épaisseur figurée du blindage.

gueur nécessaire pour obtenir une obliquité de 40 à 45 degrés.

Le n° 6 désigne la passerelle de relèvement; ainsi nommée, parce que c'est de là que les officiers relèvent le point et font les observations astronomiques relatives à la marche du navire.

Le chiffre 7 désigne le factionnaire de la coupée, on appelle coupée l'endroit où le plain-pied du pont est interrompu, et c'est le cas, là, où va commencer une partie un peu plus élevée, comprenant le réduit central, circonscrit entre les tourelles blindées, qui portent les canons hors batterie.

Ces tourelles n'apparaissent naturellement pas dans notre dessin; on ne peut voir celle de tribord, puisque le navire est sensé coupé en deux; mais, derrière le grand mât, on distingue la culasse du canon placé sur la plate-forme de la tourelle de bâbord.

Notre deuxième dessin qui, comme nous l'avons dit, est la continuation de celui-ci, montre du reste en élévation, la deuxième tourelle de tribord aussi bien qu'une partie de la cuirasse du fort central, dont on voit aussi un fragment dans celui-ci.

8. — Chambre du commandant en second, prenant jour par le pont au moyen d'une claire-voie. Cette chambre est d'ailleurs tout un appartement, circonscrit entre les deux escaliers qui conduisent aux deux passerelles.

9. — Chambres des officiers qui, avec le carré des officiers, indiqué par le chiffre 12, occupent le même emplacement que les appartements des deux commandants.

Le mot « carré » désigne une pièce commune qui sert à la fois de salon et de salle à manger à l'état-major.

10. — Mât d'artimon, qui, ainsi que le grand mât, n'est pas appuyé tout au fond du vaisseau, pour ne pas gêner le jeu de l'arbre de l'hélice, qui occupe le centre de la cale.

Dans les navires qui ont deux hélices,

l'artimon repose directement sur la carlingue.

11. — Coqueron, autrement dit cuisine de l'état-major, et ainsi nommée du nom de coq donné aux chefs de cuisine de la marine.

12. — Carré des officiers.

13. — Hélice propulsive du vaisseau, mise en mouvement par les machines à vapeur, auxquelles elle est reliée par un arbre de couche gigantesque, en acier plein et fabriqué avec le plus grand soin, car le moindre défaut pourrait amener une rupture, qui serait un vrai désastre si elle se produisait en pleine mer.

Les hélices, aussi bien que les arbres de couche de la marine nationale, proviennent presque toujours de l'usine d'Indret, admirablement installée pour ce genre de travail, bien que sa spécialité soit les chaudières et machines à vapeur.

Les hélices se font en bronze, parce que le fer se corroderait trop rapidement au contact de l'eau de mer, elles sont coulées d'une seule pièce par les procédés ordinaires et pèsent jusqu'à 12,000 kilogrammes, même plus, selon les vaisseaux auxquels elles sont destinées.

La fabrication des arbres de couche est plus difficile, elle serait même à peu près impossible, si l'on n'avait pas inventé le marteau pilon à vapeur.

Grâce à cet auxiliaire si puissant, mais en même temps si docile qu'on peut casser une noisette sans écraser l'amande, avec une tête de marteau pesant 50,000 kilogrammes, la besogne est très simplifiée.

On sait que les arbres de couche sont recourbés sur eux-mêmes de façon à présenter trois coudes, dans des axes différents, au moyen desquels ils reçoivent des bielles (ces coudes faisant alors manivelle) le mouvement de rotation qu'ils impriment à l'hélice, eh bien! aucune puissance humaine n'eût été capable de couder ces masses de métal qu'il faut pour les grands

navires; le marteau-pilon, le fait en quelques coups habilement dirigés.

Pour cela, il faut d'abord chauffer à blanc dans des fours faits exprès, où la combustion est activée par une soufflerie permanente, l'arbre qu'il s'agit de façonner.

Une de nos gravures représente ce travail, rendu facile à quelques hommes seulement, par l'emploi d'une chaîne enroulée sur la poulie d'une grue tournante qui, après avoir apporté l'arbre à l'orifice du four, le dépose lorsqu'il est rouge, sur une enclume munie d'une étampe de la forme voulue, dans laquelle le coude se moulera en quelque sorte sous les coups redoublés du marteau-pilon.

Les trois coudes faits, l'arbre n'est pas terminé, il faut encore qu'il subisse les diverses opérations de l'ajustage, dont la plus importante est le tournage. Ce travail était naguère très difficile et très dispendieux, à cause des coudes-manivelles, inclinés les uns sur les autres, suivant des angles de 30 degrés environ, mais grâce au tour inventé par M. Mazeline pour raboter circulairement les arbres couvés; l'opération se fait pour ainsi dire d'elle-même avec toute la précision voulue et dans des conditions aussi économiques que possible.

Ce qui ne veut pas dire pourtant qu'un arbre de couche s'établisse à bon marché.

Tout est très cher, du reste, dans la construction d'un navire cuirassé qui coûte rarement moins de dix millions, et souvent beaucoup plus.

Pour revenir à notre gravure, le compariment situé au-dessus de l'arbre de couche, est la soute aux poudres de l'arrière, qui s'étend jusqu'à l'extrémité du navire.

14. — Poste des aspirants, toujours assez nombreux sur les vaisseaux de guerre, il comprend au centre, leur carré et tout autour leurs chambres, dans lesquelles ils sont logés deux à deux.

Comme tous les autres officiers du bord, ils couchent dans de petits lits qu'on appelle

cadres, suspendus aux deux extrémités par le même procédé que le sont les embarcations, sur les flancs du navire.

15. — Machines motrices, que nous ne détaillerons point, pour ne pas faire de double emploi avec le chapitre de cet ouvrage qui traitera des machines à vapeur en général; mais on peut juger de leur importance par la place qu'elles tiennent dans le navire, place en rapport, du reste, avec le rôle qu'elles y jouent; car bien qu'ils aient toute leur voilure, à peu près comme les anciens vaisseaux de ligne, les cuirassés, en raison de leur poids énorme, doivent compter beaucoup plus sur leur vapeur que sur le secours du vent.

Aussi sont-ils pourvus de machines très puissantes.

A ce propos, nous ferons remarquer que la force nominale d'une machine à vapeur n'est jamais que le quart de sa force effective, attendu qu'on ne l'estime que comme si le navire ne devait allumer que le quart de ses feux, ce qui est souvent le cas, du reste, car on chauffe rarement à toute vapeur.

Le chef mécanicien, qui ne quitte pas la chambre des machines, est en communication directe avec le commandant ou l'officier qui le remplace sur la passerelle, par un fil télégraphique spécial.

Chacun d'eux a sous les yeux un tableau sur lequel apparaissent les commandements généraux, comme : En arrière, en avant, doucement, plus vite, stoppez, etc., au fur et à mesure qu'ils sont donnés, et cela presque simultanément, car, aussitôt que le commandant transmet un ordre à la machine, le chef mécanicien lui répond immédiatement pour lui faire voir qu'il l'a compris et qu'il le fait exécuter.

16. — Réduit blindé, ou, plutôt, portion du réduit blindé, qui, dans les vaisseaux « dits à fort central », comme l'est celui que représente notre dessin, comprend : la batterie, les pompes et la chambre de chauffe des machines.

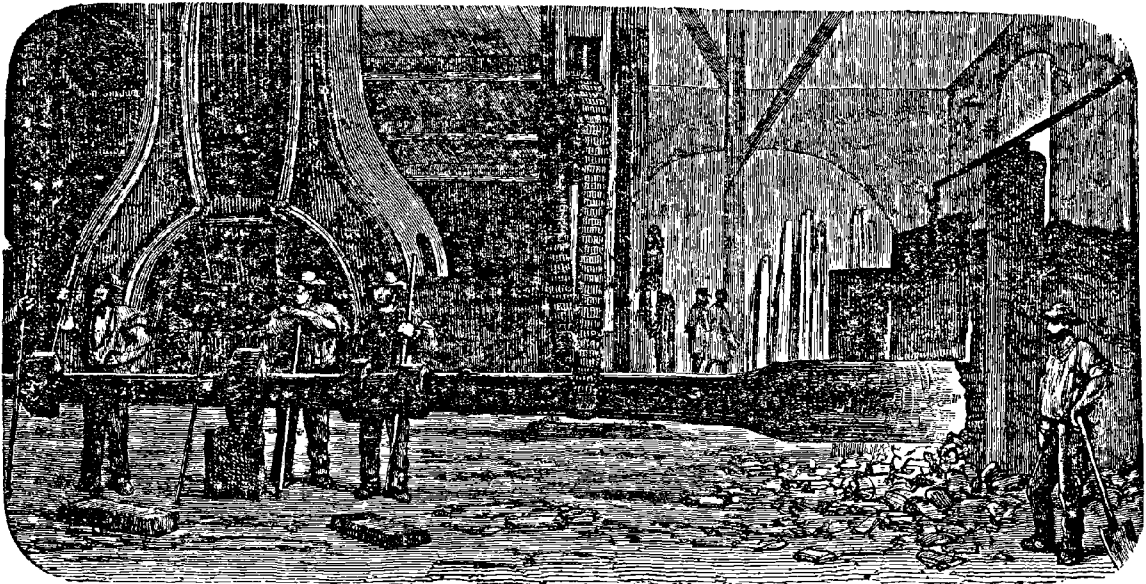
On ne voit à découvert qu'une portion de la batterie, mais, en réunissant nos deux gravures, on comprend parfaitement que la batterie est circonscrite entre les quatre tourelles blindées qui flanquent le réduit central, et qu'elle contient huit gros canons, quatre à tribord, quatre à bâbord.

17. — La pompe, dont le piston, mû par la vapeur, est à l'étage au-dessous ; elle est à double effet, aspirante et foulante, ce qui lui permet de servir au besoin à épuiser les

voies d'eau et à éteindre les incendies ; pour cela, elle est disposée de façon que l'on puisse y adapter de nombreux tuyaux, que l'on peut diriger à la fois dans toutes les parties du navire.

Ce compartiment est appelé l'archi-pompe.

18. — La chambre de chauffe, qui tient presque autant de place que les cylindres moteurs, et de fait, il en faut pour installer les chaudières et loger le nombreux personnel qui les alimente.



Chauffage d'un arbre de couche.

Tout près, dans la partie cachée dans notre dessin par le blindage du vaisseau, est la soute au charbon, toujours trop petite, car c'est à peine si l'on peut y emmagasiner l'approvisionnement de plus de huit jours.

19. — Cheminée des machines, flanquée de chaque côté, dans le sens longitudinal, d'appareils ventilateurs qui portent de l'air frais dans la chambre de chauffe et dans les autres parties du navire.

Et, dans le sens latéral, des embarcations fixées sur leurs supports.

Ces embarcations sont, réglementairement, au nombre de huit à bord d'un vais-

seau, savoir : le canot du commandant, la baleinière du commandant, la baleinière du commandant en second, le canot major, le grand canot, la chaloupe à vapeur, le grand youyou et le petit youyou.

Mais si le vaisseau est commandé par un amiral, le nombre des embarcations de hord augmente en raison de la composition de l'état-major général.

20. — Passerelle de manœuvre, c'est là que se tient constamment l'officier qui commande le quart et l'aspirant qui le seconde ; ce qui n'empêche pas le commandant d'y venir quand les besoins du service l'exigent,

c'est-à-dire toujours pendant un combat ou une tempête. Car, si le commandant est maître, après Dieu, sur son vaisseau, il a aussi toutes les responsabilités d'un chef suprême.

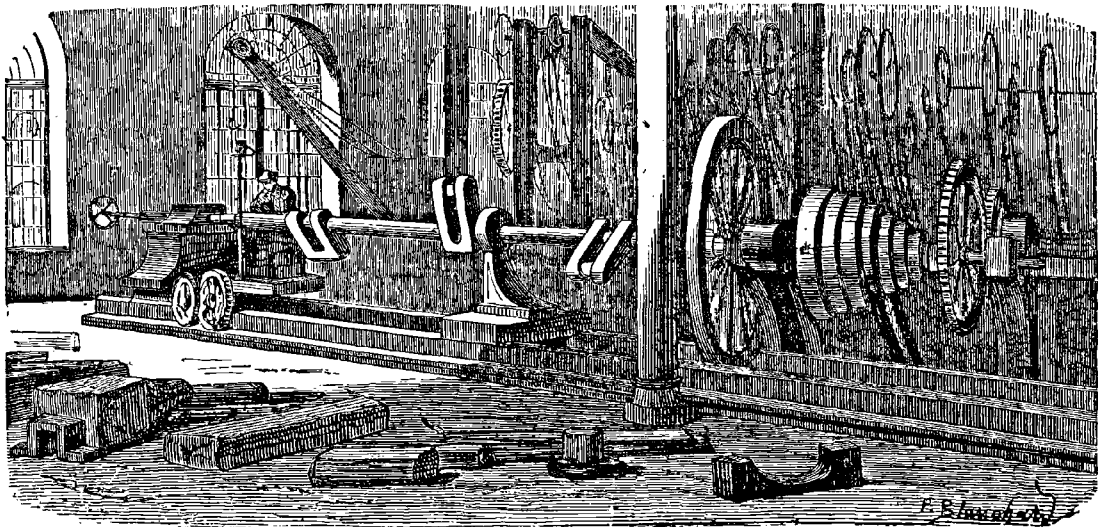
Ouvrons ici une parenthèse pour expliquer ce qu'on appelle le quart.

Le mot est expressif, d'ailleurs, car c'est le diminutif de « quart de l'équipage », formant un personnel suffisant pour faire manœuvrer le navire en temps ordinaire.

On sait déjà que l'équipage d'un navire est divisé en deux parties, égales en nombre,

qu'on appelle bordées. Eh bien? les bâbordais et les tribordais sont partagés eux-mêmes en deux parties égales qui prennent le service successivement, de façon à ce qu'il y ait toujours le quart de l'équipage sur le pont pendant que les trois autres quarts se reposent.

Chaque service, qui s'appelle aussi *quart*, comme l'ensemble des hommes qui l'accomplissent, avait primitivement une durée de six heures, on l'a réduite à quatre pour éviter que les mêmes hommes prennent toujours le service aux mêmes heures et répar-



Tour pour les arbres à trois coudes.

tir plus également le travail le plus pénible.

En effet, autrement, la bordée qui serait de quart, de minuit à six heures du matin ferait le même service toutes les nuits, tandis que ce système, qui permet aux hommes de se reposer plus souvent, leur donne alternativement le travail de jour et de nuit.

On l'a encore modifié, sur les navires dont l'équipage n'est pas assez nombreux pour être divisé en quatre bordées et où le quart de quatre heures aurait toujours imposé le service de nuit aux mêmes hommes.

Pour obvier à cet inconvénient, on a fait un quart de plus, en divisant celui de quatre

à huit heures du soir, en deux petits quarts, de cette façon, la bordée qui est de service un jour, entre huit heures et minuit, prendra le lendemain, le quart, de minuit à quatre heures. Et ainsi de suite, de manière à ce que chaque bordée se partage successivement les heures les plus dures du travail.

Un officier ne remet jamais le quart à celui qui le remplace sans avoir *fait le point*, c'est-à-dire, indiqué l'endroit où se trouve le navire; et *jeté le loch* pour constater la vitesse de sa marche.

Faire le point est une opération astrono-

mique et mathématique difficile à expliquer sans le secours des mots techniques ; je vais l'essayer pourtant.

La boussole, dont l'aiguille aimantée a, comme on sait, la propriété de se diriger vers le Nord, en est le point de départ.

A l'aide du compas, seulement, on pourrait déterminer la route à suivre entre deux points donnés sur la carte, et, connaissant la vitesse du navire, il serait facile à chaque instant de savoir où il se trouve ; mais les routes ne se suivent pas directement ; il y a des courants qui entraînent, des écueils qu'il faut éviter, sans compter les grands vents, qui chassent quelquefois hors de la route, la grosse mer qui paralyse souvent les manœuvres ; il faut donc régulièrement déterminer la longitude et la latitude du lieu occupé par le navire.

La latitude s'obtient au moyen d'observations astronomiques, d'autant plus faciles à faire et à rectifier, que les opérations qui ont été continuées depuis le départ, sont consignées sur le journal du bord et que la position du navire, contrôlée par les points connus que l'on quitte ou vers lesquels on se dirige, est indiquée de quatre heures en quatre heures.

Quant à la longitude, on la trouve par le chronomètre, car la différence entre l'heure de Paris et l'heure du bord est égale à la longitude.

Et cela s'explique ainsi : Étant donné un point fixe dans l'espace, il s'écoulera vingt-quatre heures, c'est-à-dire une révolution diurne de la terre, entre deux passages consécutifs d'un observateur à ce même point.

Pendant ce temps, tous les points de l'équateur, divisé, comme on sait, en 360 degrés auront passé devant le point fixé dans l'espace, il en résulte donc une relation directe entre la division du jour en vingt-quatre heures et celle de la circonférence en 360 degrés ; d'où, l'heure de Paris, dont le méridien est la longitude zéro, est le point de départ de ce calcul, ce qui explique pourquoi

dans la marine, on attache tant d'importance à la qualité des chronomètres.

La latitude et la longitude connues et figurées sur une carte, on n'a plus qu'à tracer l'arc d'un grand cercle passant par cette longitude ; et le point où il coupera la ligne de latitude, sera l'endroit précis où se trouve le navire.

L'opération du loch est infiniment plus pratique, mais moins exacte, car elle ne peut faire déterminer la position du navire que par le chemin parcouru, ce qui n'est pas toujours très approximatif ; les deux se contrôlent du reste.

Toutes les heures, réglementairement, et en dehors de cela, aussi souvent que l'officier de service croit s'apercevoir que le navire change de vitesse, il fait *filer le loch* pour s'en assurer.

Le loch se compose de trois parties distinctes : 1° Le bateau de loch, petit instrument en bois, de forme triangulaire, garni à sa base d'une quantité de plomb suffisante à lui donner assez de résistance pour rester immobile à l'endroit où il aura été jeté.

2° La ligne de loch, fixée au bateau et se déroulant de sur un moulinet qu'on appelle bâton de loch, au fur et à mesure que le navire qui porte le moulinet s'éloigne.

Il suffirait de multiplier la longueur de la corde dévidée pendant quinze secondes, (temps ordinaire de déroulement) par 240, qui est le nombre de fois qu'il y a quinze secondes dans une heure, pour savoir combien le navire fait de route à l'heure ; mais le travail est tout fait d'avance, la ligne de loch est divisée par des nœuds, en longueurs qui, étant la 240^e partie d'un mille marin représentent juste un mille parcouru dans l'espace d'une heure, d'où il s'ensuit que si le déroulement du loch a été de huit ou douze nœuds, c'est que le navire marche à une vitesse de huit ou douze mille à l'heure.

C'est de cette façon de compter les distances parcourues, que vient l'expression

maritime « filer tant de nœuds », on saura maintenant ce que cela veut dire; et quand on lira, au courant de ce travail : « tel vaisseau file dix nœuds », par exemple, on comprendra qu'il fait dix milles à l'heure, soit, un peu plus de dix-huit kilomètres et demi, puisque le mille marin est de 1,857 mètres.

* * *

Passons maintenant à l'explication de notre deuxième gravure, qui est la continuation de la coupe du vaisseau.

Le chiffre 21 désigne l'une des quatre tourelles blindées qui circonscrivent le fort central et dont la plate-forme porte des canons. Ces canons sont placés en barbette, c'est-à-dire à ciel ouvert, de façon à pouvoir se tirer à toutes les inclinaisons, point important pour les pièces à longue portée, qui ne trouvent pas toujours par les ouvertures pratiquées dans les batteries, et qu'on appelle des sabords, le développement nécessaire pour tirer obliquement.

22 est le cabestan, affecté plus spécialement à la manœuvre des ancres, que nous expliquerons un peu plus loin.

23 est le mât de misaine; toute la partie du pont comprise entre ce mât et l'extrémité du navire, s'appelle gaillard d'avant.

24. — Mât de beaupré, posé comme on le voit, presque horizontalement. Ce mât, bien que le moins long de tous, est le plus important, il peut être, en quelque sorte, considéré comme la clef de tous les autres, parce que tous les étais font en grande partie leur effort dessus.

La partie du pont qui porte le pied du beaupré, s'appelle la poulaine: c'est là que se tiennent les sentinelles qu'on appelle les hommes du bossoir, bien qu'il n'y ait plus de bossoir proprement dit sur les navires cuirassés.

Ces factionnaires qui, la nuit, sont au nombre de deux, l'un par tribord et l'autre par bâbord, ont pour mission de signaler à

l'officier de quart tout ce qu'ils aperçoivent à l'horizon, seulement, comme le trajet de l'avant à la passerelle, que ne quitte jamais l'officier de service occasionnerait un retard dans l'avertissement, ils le lui donnent au moyen d'une trompe, d'après les conventions du bord.

Ainsi, un coup de trompe annonce un navire à l'avant; deux, un navire par bâbord; trois, un navire par tribord.

Les navires sont reconnus de loin la nuit par les feux qu'ils portent et qu'ils doivent porter réglementairement pour éviter les abordages qui, malgré ces précautions, sont encore trop fréquents.

Ces feux sont ainsi fixés :

Pour les navires à voile, feu rouge à bâbord et feu vert à tribord.

Pour les navires à vapeur, les mêmes fanaux, et de plus un feu blanc fixé au mât de misaine à deux ou trois mètres au-dessus du pont; pour les remorqueurs; feux rouges et verts pour les côtés, et deux feux blancs superposés au mât de misaine.

Quant aux bateaux d'un faible tonnage, pêcheurs et autres, ils ne doivent arborer qu'un seul feu blanc placé dans un endroit très apparent.

Exception est pourtant faite pour les bateaux pilotes qui, outre ce feu blanc, doivent brûler toutes les cinq minutes une espèce de feu de bengale, qu'on appelle un moine.

25. — Poste de couchage de l'équipage, notre dessin n'en montre qu'une partie, car ce poste, dans lequel les matelots disposent leurs hamacs quand l'heure du repos a sonné pour eux, s'étend jusqu'à la batterie. Il ne reçoit pas de lumière par le pont, il est éclairé comme l'indique notre dessin par des fenêtres qu'on appelle des *hublots*; en style marin, d'ailleurs, toutes les ouvertures pratiquées dans le flanc des navires sont des hublots, les ouvertures qui font communiquer un étage avec l'autre, lorsque les escaliers (qu'on appelle des échelles) manquent, se nomment des écoutilles, elles

se ferment généralement avec des trappes qu'on lève de l'étage supérieur au moyen de barres.

26. — Hôpital du bord, il s'étend jusqu'à l'étrave, et comprend chambre de malades, infirmerie, pharmacie, laboratoire, et même un fourneau spécial pour la cuisine des malades.

27. — *Bittes* : On appelle ainsi des mon-

tants verticaux en chêne massif, reliés par une traverse horizontale sur laquelle s'enroulent les chaînes qui servent à amarrer les ancres.

Ce qui fait qu'on donne le nom de *bitture* à une longueur de chaîne à peu près double de la profondeur de l'eau à l'endroit où l'ancre doit être immergée.

La bitture est étendue sur l'entrepont, de



Chambre à coucher des officiers.

façon qu'une moitié au moins puisse s'écouler du navire par les écubiers au moment même où l'ancre est abandonnée à sa chute, l'autre moitié, file sur les bittes avec plus de lenteur.

Cette disposition s'appelle à bord, *prendre ses bittures*, et comme cela équivaut à faire boire la chaîne, on dit d'un marin qui a bu jusqu'à s'enivrer qu'il a pris une fameuse bitture.

On peut se rendre compte de l'opération en étudiant notre gravure et en suivant la chaîne depuis le chiffre 30, placé tout à fait à l'avant, qui désigne les deux ouvertures

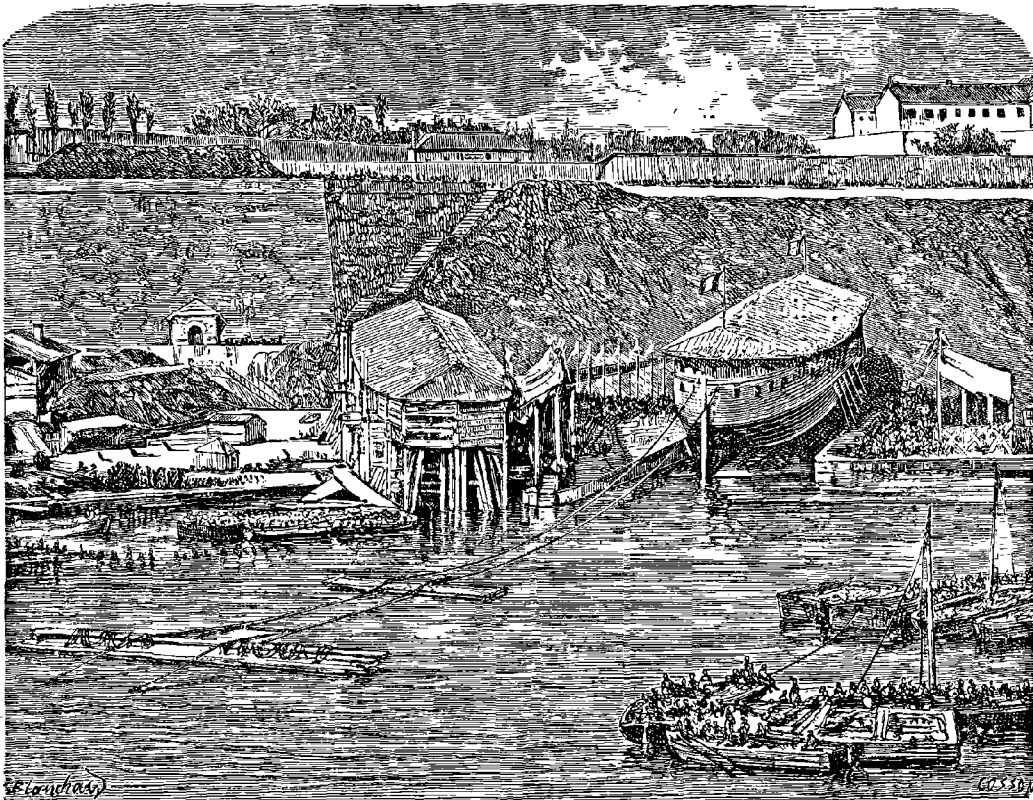
par où passent la chaîne qui retient l'ancre et qu'on appelle *écubiers*, jusqu'au second chiffre 30, qui désigne le compartiment où la chaîne vient s'enrouler pour tenir le moins de place possible, et qui prend le nom de puits aux chaînes.

Comme on le pense bien, ces bittes ne tiennent pas tout le deuxième étage de l'avant; les chaînes, si volumineuses qu'elles soient, prennent relativement peu de place et il reste entre les espaces qui leur sont ménagés à tribord et à bâbord, un compartiment assez vaste pour servir de poste aux maîtres de toutes sortes, canonniers, ti-

moniers, gabiers, mécaniciens et autres qui ont le grade de sous-officiers. C'est là qu'ils couchent, et qu'ils prennent leurs repas en commun.

28. — Les cuisines qui, avec la cambuse située plus à l'avant, occupent tout ce côté de l'étage qui surmonte la cale, et ce n'est

pas trop, si l'on songe que les cuisiniers doivent préparer à chaque repas de six à sept cents portions pour tous les hommes de l'équipage, qui mangent à la gamelle comme les soldats de l'armée de terre, mais qui n'ont ni les possibilités ni l'espace pour élaborer eux-mêmes leur rata quotidien.



Lancement d'une frégate cuirassée, des chantiers de la Boucherie.

C'est dans la cambuse attenante aux cuisines que les vivres de toutes sortes sont distribués trois fois par jour à l'équipage.

29 est la soute aux poudres de l'avant, car on remarquera qu'il y en a déjà une à l'arrière. Cette disposition est adoptée maintenant partout, car elle diminue de moitié l'agglomération des matières dangereuses.

Naturellement l'une et l'autre de ces soutes sont installées de façon, qu'en cas d'incendie, il suffise de tourner un ou plusieurs

robinets pour que les poudres soient noyées avant que le feu ait pu provoquer leur explosion.

Tous les autres compartiments de la cale proprement dite, divisée en deux étages par un faux pont, sont autant de soutes qui prennent des noms divers : ainsi il y a le puits aux boulets (magasins des projectiles), la soute à filin, la cale à vin, la cale à biscuit, la cale à eau, la cale aux légumes et bien d'autres, chaque chose du reste s'ar-

rime (synonyme d'arrangement) à bord des navires avec un ordre et une économie d'emplacement qu'on ne retrouve nulle autre part, ce qui est d'ailleurs une nécessité, étant donnés les innombrables objets d'approvisionnement qui composent le chargement (prononcez cargaison) d'un vaisseau de guerre ayant 700 hommes d'équipage.

30. — Puits aux chaînes et écubiers; nous en avons déjà parlé, mais nous dirons ici quelques quelques mots sur l'ancre, malgré que tout le monde connaisse cet instrument et l'usage auquel il est destiné, parce que nous tenons à ce que notre travail soit aussi complet que possible.

On appelle tige ou *verge* la partie qui s'étend en ligne droite d'une extrémité à l'autre d'une ancre; elle est terminée à l'un des bouts par les deux branches qu'on appelle *bras*, lesquels sont façonnés à leurs extrémités en forme de pelles triangulaires qui portent le nom de *pattes*, tandis que leur pointe s'appelle le *bec*.

A l'autre bout de la verge est fixé un anneau, qu'on appelle *organeau*, sur lequel s'amarre le câble ou la chaîne qui supporte l'ancre; au-dessous de l'organeau est une pièce de bois ou de fer qui forme une croix avec la verge; elle porte le nom de *jas*.

Un navire a toujours deux ancres de service aux bossoirs, deux de rechange, en cas d'accident, deux à jet, et une de détroit, remplacée quelquefois par une ancre d'évitage.

Le chiffre 31 de notre dessin désigne l'éperon; comme c'est une des armes offensives du vaisseau, nous entrerons dans quelques détails sur cet engin destructeur, dont la fabrication est extrêmement intéressante, témoin le récit qu'en a fait M. Turgand, dans sa description de l'usine d'Assailly; récit que nous lui empruntons d'ailleurs, certain d'être agréable à nos lecteurs.

Il s'agit de la fonte d'un éperon en acier pesant 8,000 kilogrammes.

« Les fours de fusion, dit M. Turgand, sont des fours à réverbères disposés autour d'une vaste halle, de manière que leur sommet soit au niveau du sol; chacun de ces fours contient neuf creusets moulés avec une terre réfractaire des environs de Clermont, extrêmement résistante; dans chaque creuset on place 24 kilogrammes de fragments d'acier, et l'on ferme l'ouverture avec un bouchon rond et luté. Il faut environ six heures pour que la liquéfaction soit complète.

« Pendant ce temps on termine dans le sol de la halle la préparation du moule dans lequel sera versé le métal. Les parois sur lesquelles se moulera l'acier sont d'un sable tout particulier, chimiquement préparé, et qui est un secret de fabrication; de sa bonne composition dépend en grande partie le succès de la coulée. Il est en effet très important que le moule n'ait pas de fissures, qu'il n'adhère pas au métal, car la pièce doit ressortir nette et polie comme une statue de bronze. De forts madriers fortifient la calotte du moule, et un sable fin recouvre le tout jusqu'au niveau du sol.

« A peu de distance de l'ouverture du moule, s'élève une grue, à l'extrémité de laquelle pend, au bout d'une chaîne, une poche en tôle revêtue de terre réfractaire, percée d'un trou à sa partie inférieure, et retournée sur un amas de houille incandescent qui la chauffe au rouge cerise vif.

« Au-dessus de l'ouverture du moule, pend un couvercle garni d'une quenouille, sorte de battant de cloche, également revêtu d'argile et qui doit servir de tampon pour boucher l'ouverture de la poche.

« Pour l'éperon du *Cheops*, 36 fours à 9 creusets avaient été chauffés; environ 200 hommes : fondeurs, arracheurs, chauffeurs et aides étaient placés à leur poste pour exécuter une manœuvre dans laquelle les 324 creusets devaient être vidés en moins de dix minutes.

« Voici comment on opéra : les arracheurs, à cheval sur l'ouverture du four, tirèrent avec de longues pinces les creusets, un à un, et vinrent les apporter circulairement autour du moule pour les fours situés à peu de distance, et dans de petits chariots à dix places pour les fours plus éloignés; puis, à un signal donné et presque en même temps, la grue souleva la poche, la porta, après l'avoir retournée, sur l'orifice du moule, le couvercle s'abaissa, enfonçant la quenouille dans l'ouverture inférieure et laissant béants, dix becs par lesquels les fondeurs vidèrent les creusets au fur et à mesure qu'on les leur apportait.

« Du côté de la halle opposée aux fours, les chariots arrivaient trois par trois, trainés par une douzaine d'hommes se tenant par la main; de l'autre les creusets étaient présentés un à un; chaque creuset vide était rejeté derrière le fondeur et disparaissait à l'instant, traîné dehors, par un apprenti, au pas de course.

« En cinq minutes à peine, la poche était pleine, une poulie enleva le couvercle et la quenouille, qui déboucha l'orifice, et un jet éblouissant de blancheur coula de la grosseur du bras jusqu'à la plénitude du moule.

« Les précautions avaient, du reste, été bien prises, car, vers la fin de l'opération un petit chariot amena quelques creusets destinés à prévenir l'insuffisance, tandis qu'à l'intérieur du moule, une cavité ménagée devait obvier au trop plein.

« L'opération était heureusement terminée et personne n'avait reçu la plus légère blessure au milieu de ce va-et-vient, à la course, d'un liquide incandescent dont le contact pouvait coûter au moins un membre, sinon la vie. »

Le numéro 32 désigne l'épaisseur de la cuirasse, épaisseur figurée seulement à l'avant, mais qui est la même pour toutes les parties du navire, sauf le revêtement supplémentaire du réduit central.

L'épaisseur des cuirasses varie du reste selon les types de construction, et nous en parlerons en temps et lieu.

Telle est à peu de modifications près la disposition intérieure des vaisseaux de guerre, et que l'on appelle l'aménagement.

L'aménagement terminé, si le navire n'est pas revêtu sur place de ses plaques de blindage, ce qui se fait rarement, on procède à son lancement, opération délicate, mais rendue plus facile, par la position en pente que l'on donne à la coque sur chantier.

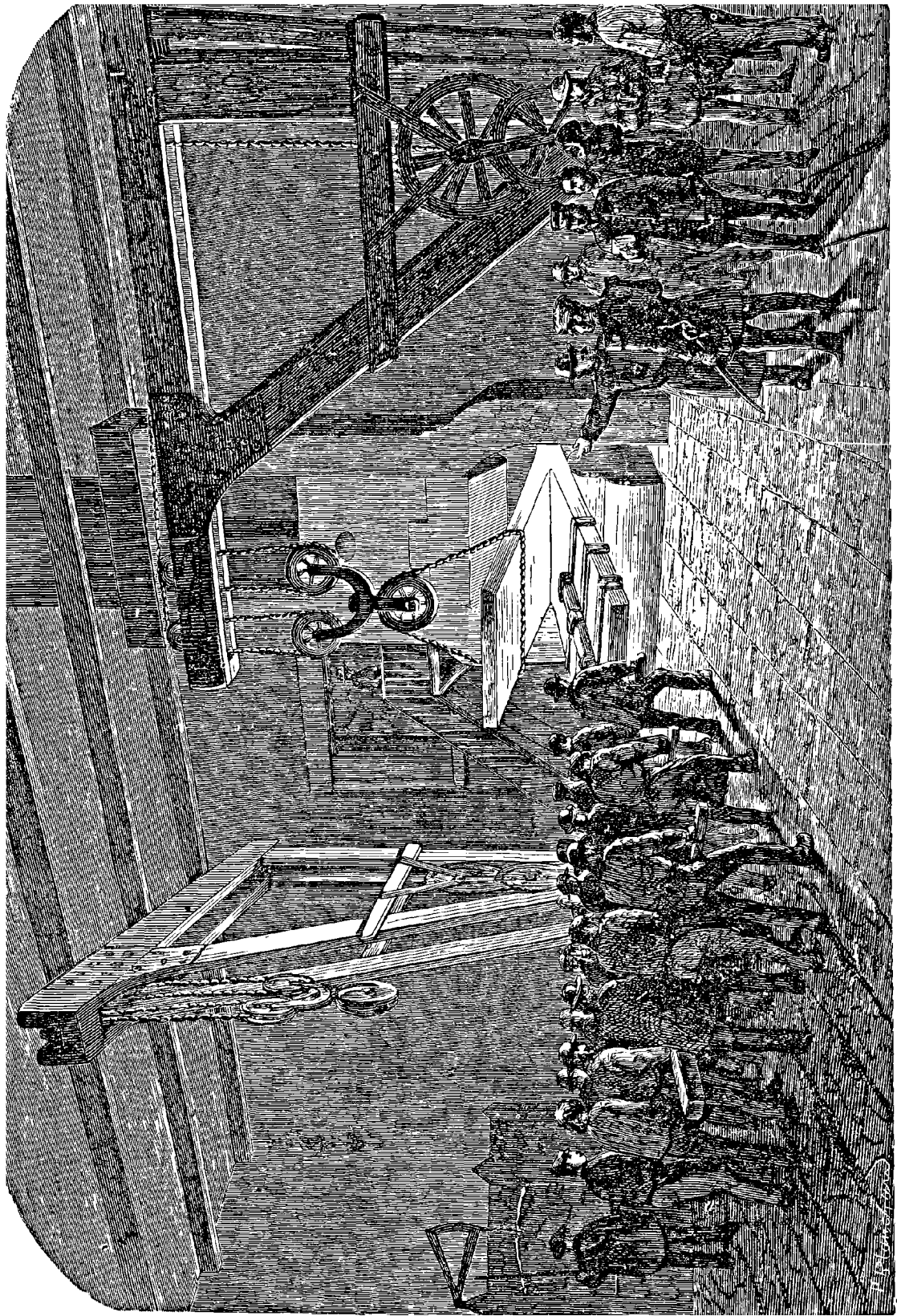
Il suffit, en effet, de briser les étais qui le retiennent sur l'avant pour que le navire, entraîné par son propre poids, descende majestueusement à la mer sur un chemin de bois préparé d'avance à sa quille et aux deux fausses quilles, qui l'ont maintenu au chantier dans une position verticale.

Notre gravure explique clairement l'opération, on remarquera pourtant que c'est l'arrière du navire qui se présentera le premier à la mer, mais cette disposition, qui a sa raison d'être selon la forme des navires, n'est point une règle générale.

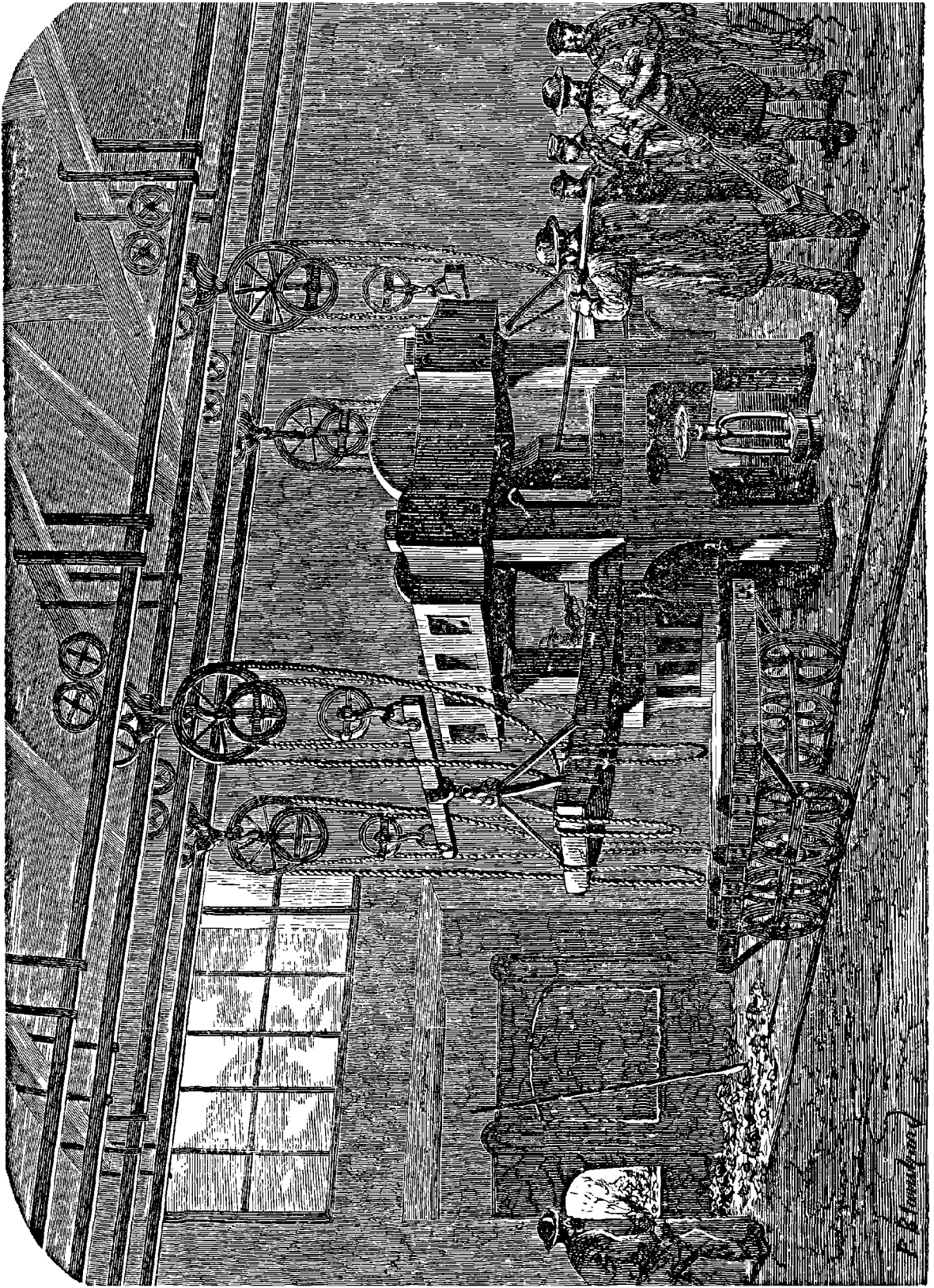
Une fois à l'eau, on le remorque jusqu'à une cale sèche qu'on appelle indifféremment, dock flottant, ou bassin de carénage, où l'on procède à son gréement et d'abord à son revêtement blindé.

Nous avons parlé déjà de la mâturation, de la voilure, et de tout ce qui constitue ce qu'on appelle l'armement d'un navire, il ne nous reste plus qu'à entrer ici dans quelques détails sur la fabrication des plaques de blindage, qui est devenue une des spécialités des forges nationales de la Chaussade, bien que les cuirasses de la plupart de nos navires de guerre proviennent de l'usine Petin et Gaudet, de Saint-Chamond.

D'abord on n'emploie pas le premier fer venu, il faut un métal de choix, bien puddlé; corroyé avec soin sous l'action des marteaux-pilons et mis en barres au moyen des laminoirs.



Forgeage d'une plaque de blindage à la Chaussade.



Cintrage d'une plaque de blindage.

Ces barres, assemblées en masses, qu'on appelle paquets, sont réchauffées dans de vastes fours dont la large ouverture est fermée par une trappe à contre-poids, puis transportées sur l'enclume des marteaux-pilons à l'aide de longues pinces suspendues à des chaînes mobiles supportées soit par des grues, soit par des galets circulant sur des voies ferrées.

Avec le marteau-pilon et l'étampe, on soude ces paquets en galette à section trapézoïdale, que l'on réunit ensemble de façon que la surface la plus large recouvre, en la continuant, la plus étroite et réciproquement.

La première galette, réchauffée au four et laminée de nouveau produit une plaque de quatre à cinq centimètres d'épaisseur que l'on soude avec d'autres, obtenues de la même façon, jusqu'à ce que l'on ait atteint l'épaisseur voulue. Ce qui se fait par une série de martelages et de laminages.

Après le dernier laminage, qui doit donner aux plaques leur épaisseur exacte, elles sont reportées au four, soit au moyen de grues mobiles courant sur des rails, soit à bras d'hommes, ainsi que le représente notre gravure, pour y être réchauffées de nouveau et de là passer à l'équarissage.

Cette opération est une des plus pittoresques et des plus saisissantes à laquelle on puisse assister dans une grande usine métallurgique.

Qu'on se figure une masse de fer, rougie à blanc, ayant plus de deux mètres de long et plus d'un mètre cinquante de large (puisque c'est la dimension réglementaire) et dont l'épaisseur n'est jamais moindre de quatorze centimètres, quelquefois supérieure à trente, chargée sur un chariot, mobile dans deux sens, qui la présente presque translucide d'incandescence aux dents d'une scie circulaire de plus d'un mètre de diamètre.

Au contact de cette scie, qui fait jaillir de tous côtés des gerbes d'étincelles et semble

mordre avec facilité dans le métal qu'elle découpe avec une netteté géométrique, un bruit strident vous assourdit, tout tremble autour de vous; il faut avoir vu cela pour s'en faire une idée.

Les plaques équarries et coupées aux dimensions exactes sont bonnes à envoyer au montage; du moins celles qui doivent recouvrir les surfaces planes des flancs du navire, mais celles de l'avant et de l'arrière, qui sont destinées à s'appliquer sur des surfaces plus ou moins courbes, doivent subir une nouvelle opération; le cintrage, qui est plus ou moins prononcé, selon la place que doit occuper le blindage sur la coque du vaisseau, il y a même des plaques gauchies qui ne peuvent être taillées à la scie, et qui sont forgées spécialement d'après les modèles en bois envoyés par les constructeurs, elles sont équarries au moyen d'un énorme burin porté sur un chariot et mû par une vis sans fin, qui s'avance en rabotant le fer.

Pour le cintrage des plaques, on se servait naguère du marteau-pilon; aidée d'une presse hydraulique, on a maintenant l'ingénieuse machine que notre gravure explique suffisamment et qui fait pour ainsi dire la besogne toute seule, grâce à la puissance de la pression hydraulique.

Le montage des plaques (dans l'usine s'entend) consiste à percer sur leurs bords, à l'aide de forts villebrequins, les trous destinés à recevoir les boulons qui doivent les fixer sur les flancs du navire.

Ces boulons, qu'on appelle vis de blindage se font mécaniquement par un appareil très ingénieux qui simplifie singulièrement le travail.

Quant à l'application des plaques de blindage sur le navire, voici la manière dont elle se fait.

Si le navire est en bois, les intervalles compris entre les couples sont rendus massifs par des garnitures en sapin, formant une espèce de doublure au *bordé*, qui est, comme nous l'avons dit plus haut, en chêne,

de l'épaisseur d'un madrier ordinaire, mais sur ce bordé on en applique un autre d'au moins trente centimètres, en bois de *teak*, reconnu comme le plus propre à servir de matelas à la cuirasse, qui est fixée dessus au moyen des vis de blindage enfoncées très profondément.

Pour les navires en fer, le doublage du bordé, qui est en tôle, n'est pas indispensable, mais on applique toujours dessus un épais matelas de bois de *teak* sur lequel on visse la cuirasse.

Cela paraît tout simple, mais si l'on songe au poids énorme des plaques de fer de deux mètres de long, sur un mètre cinquante de large, et dont l'épaisseur augmente toujours à chaque nouveau type de construction on comprend qu'il faille des palans, des grues, un outillage aussi formidable que spécial pour hisser les plaques à l'endroit où elles doivent être fixées.

Ce procédé n'est pas du reste exclusif, c'est le plus généralement employé, mais il a subi, il subira sans doute encore, les modifications imposées par le genre de fabrication, aussi bien que par l'épaisseur des plaques, nous les noterons au fur et à mesure qu'elles se présenteront, car maintenant que nous nous adressons à des initiés, nous allons reprendre, et sans plus nous interrompre, l'histoire des bâtiments cuirassés dont nous décrirons tous les types intéressants.

.

L'apparition de la *Gloire* excita, comme on le pense bien, l'émulation des autres puissances maritimes.

Déjà les Américains étaient à l'œuvre et leur guerre de sécession vit les premières armes du *Monitor* et du *Merrimac*, dont le combat du 9 mars 1862 est resté célèbre, parce que les deux adversaires se criblèrent de projectiles presque à bout portant, sans pouvoir se couler l'un l'autre.

Le *Merrimac* ne dut pourtant son salut

qu'à la fuite ; nous n'en dirons que quelques mots, non pas à cause de cela, mais parce qu'il n'appartint qu'accidentellement à la série des navires blindés ; mais nous étudierons avec plus de détails le *Monitor* qui est resté longtemps, s'il n'est encore aujourd'hui, le type du cuirassé américain.

Le *Merrimac* était une ancienne frégate abandonnée, de 79 mètres de long sur 15 de large, que les confédérés réparèrent hâtivement pour l'approprier, tant bien que mal, à un exercice nouveau.

A cet effet, ils construisirent sur le pont une vaste chambre, embrassant tout le navire, et dont les murailles obliques se rejoignaient au sommet comme la toiture d'une maison.

Cette chambre, blindée avec des rails de chemin de fer, était armée de huit gros canons de douze pouces, dont deux à l'avant, deux à l'arrière, et deux sur chaque bordée.

De plus, le *Merrimac* portait à son avant un éperon d'acier si redoutable, que d'un seul coup il a coulé, le 8 mars 1862, la frégate *Cumberland* (frégate non cuirassée, s'entend).

Sa vitesse pouvait atteindre neuf nœuds, mais comme il n'a jamais navigué dans la haute mer, on ne saurait préjuger la façon dont il s'y serait comporté ; du reste l'existence du *Merrimac* a été courte, les confédérés l'ayant fait sauter pour qu'il ne tombât pas au pouvoir de l'ennemi.

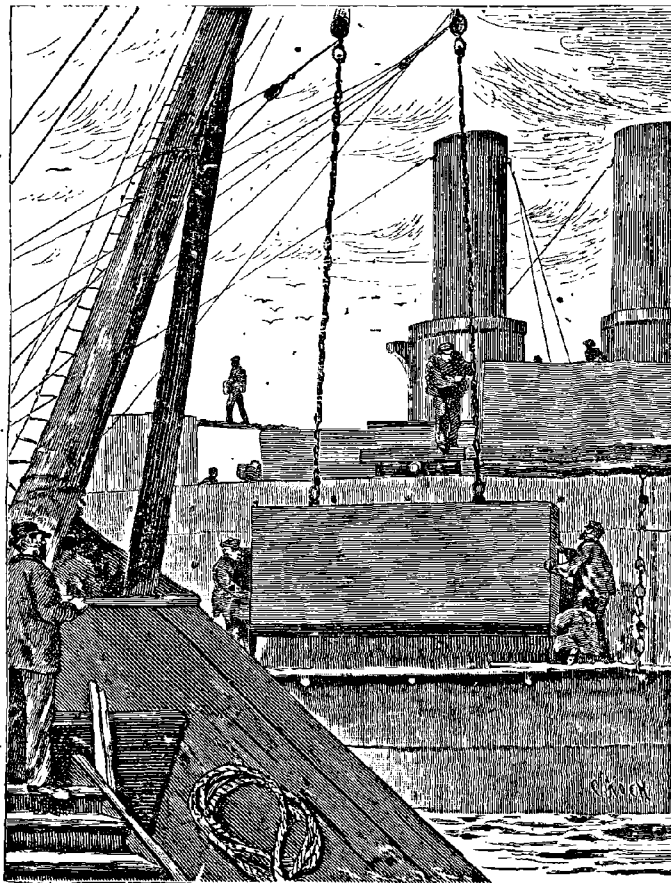
Le *Monitor*, tout au contraire, avait été construit spécialement pour son usage. C'est le premier de ce genre que mit à flot l'ingénieur Ericsson, auquel le gouvernement fédéral avait commandé vingt canonnières cuirassées, dont une partie seulement fut exécutée.

D'une longueur totale de 124 pieds (38 mètres) sur une largeur de 30 pieds (11^m, 60), il se composait de deux parties très distinctes : la coque inférieure, blindée de huit plaques d'un pouce d'épaisseur superposées

de façon qu'il n'y ait jamais plus d'un joint sur le même point, et un massif supérieur composé d'une plaque de fer intérieure et d'une muraille de chêne de 30 pouces d'épaisseur, recouverte d'une cuirasse de 6 pouces.

Cette carapace recouvrait la coque de 3 pieds 7 pouces sur les côtés, et la dépassait à l'avant de 24 pieds, et à l'arrière de 2 pieds et demi.

La profondeur du *Monitor* n'était que de 6 pieds et demi, le fond en était plat comme



Pose des plaques de blindage.

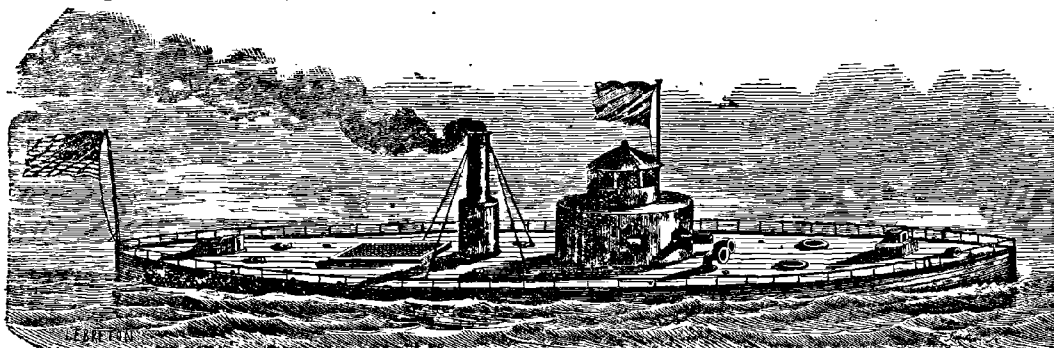
ceux des chalands, mais ses extrémités étaient très pointues.

Sur le centre du navire, dont le pont uni, sans mâts, sans autre proéminence que la guérite du timonier et la cheminée de la machine qui, du reste, composée d'une série d'anneaux s'emboîtant les uns dans les autres, rentrait en elle-même comme une lorgnette, s'élevait une tour cylindrique de 10 pieds de haut et d'un diamètre

assez grand pour renfermer deux canons Dahlgreen, du poids de 7,500 kilogrammes, lançant des boulets pleins de 184 livres.

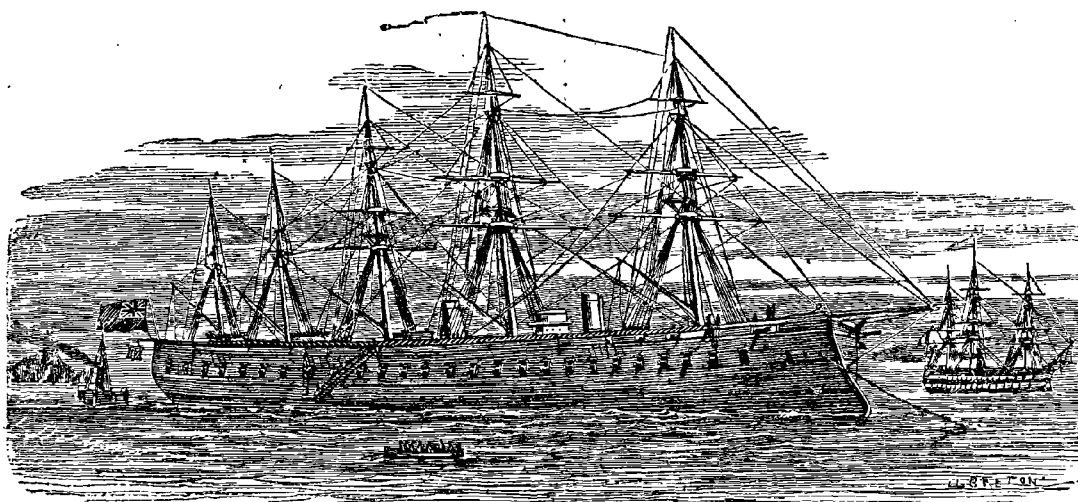
Naturellement, cette tour était blindée comme le pont, mais plus solidement encore, au moyen de huit plaques de fer d'un pouce chacune, maintenues par des boulons qui se vissaient de l'intérieur, de manière que si une plaque venait à se détacher, elle pouvait être resserrée immé-

diatement; de plus, elle tournait sur elle-même par l'effet d'une machine à vapeur à double cylindre, qui permettait aux canoniers de pointer leurs pièces dans toutes les directions, sous le couvert d'un toit plat, blindé de plaques de fer reposant sur des soutiens de fer forgé, et percé de trous pour l'aération de la tourelle.



Le Monitor. — Cuirassé américain

Lorsque le *Monitor* était en action de guerre, il s'enfonçait de telle sorte que son pont était à fleur d'eau, et qu'il ne laissait plus voir que sa tour, la cabine du pilote et le couvercle qui bouchait le trou de sa cheminée, la tour seule était donc exposée au canon de l'ennemi, qui pouvait d'autant moins endommager la coque inférieure, qu'en



Le Minator. — Frégate cuirassée anglaise.

raison de son inclinaison calculée, le boulet devait traverser 25 pieds d'eau avant de l'atteindre, ce qui amortissait singulièrement le coup.

Cette disposition était excellente pour le combat, mais absolument contraire à la bonne navigation; aussi le *Monitor* n'a-t-il

point péri par le canon de l'ennemi, sa fin n'en a été que plus misérable, car incapable de résister à la grosse mer, un jour de tempête il coula bas avec tout son équipage.

Ce fut un deuil pour l'Amérique, mais non un sujet de découragement, et le *Monitor* avait si admirablement résisté aux pro-

jectiles du *Merrimac*, dont aucun n'avait pu pénétrer dans sa cuirasse, que M. Ericsson construisit sur le même modèle, plus ou moins modifié, de nouvelles forteresses flottantes, qui ne devaient pas plus redouter les éléments que les canons ennemis.

La tour cylindrique du *Monitor* eut d'ailleurs pour effet immédiat, de faire prendre en considération l'invention que le capitaine anglais Coles, avait faite dès 1837, de la coupole tournante à laquelle on n'avait fait jusqu'alors qu'une dédaigneuse attention.

Cet officier, qui assistait à la prise de Kinburn, où les cuirassés français s'essayerent victorieusement, avait remarqué que si les énormes boulets lancés par les forts russes restaient sans effet sur la carapace métallique de la *Lave* et de la *Dévastation*, ils causaient de grands ravages dans les batteries lorsqu'ils y pénétraient par les sabords.

Or, comme chaque bâtiment avait vingt sabords dont l'ouverture dépassait un mètre en largeur, c'était une superficie d'environ 22 mètres ouverte aux projectiles ennemis; le capitaine Coles s'étudia à réduire et même à supprimer ces ouvertures, tout en faisant la part des nécessités du tir.

C'est alors qu'il inventa la tourelle, dont l'expérience ne fut faite, avec quelque modification, que cinq ans après sur le *Monitor*.

Son « bouclier tournant de canon (*revolving gun shield*) est en effet une tour cylindrique de deux mètres de hauteur, dont la carcasse en bois est fortement cuirassée, et qu'il rend mobile en l'établissant sur un plateau combiné exactement comme les plaques tournantes, dont on se sert sur les chemins de fer, pour faire passer les voitures d'un rail sur l'autre.

C'est-à-dire que la plate-forme est traversée au centre par un axe, sur lequel elle pivote d'autant plus facilement qu'elle est, par dessous, munie de roulettes évidées, qui se meuvent sur un chemin de fer circulaire.

Il suffit donc d'un levier pour pouvoir faire tourner l'édifice à volonté.

L'intérieur de cette coupole, percée extérieurement de trous justes assez larges pour laisser passer la bouche d'un canon, renferme une ou plusieurs pièces dont le pointage en direction se fait tout naturellement par le système de rotation de la plate-forme; ce qui n'empêche nullement le pointage en hauteur de s'opérer par les moyens ordinaires.

Quant au sommet de la coupole, qui se termine en cône tronqué, il n'est pas bouché hermétiquement, car il faut laisser arriver de l'air aux hommes destinés à manœuvrer dans l'intérieur; mais pour les protéger contre les projectiles: qui, lancés en ligne courbe, pourraient entrer par le haut, l'orifice est fermé par un grillage serré, de barres de fer suffisamment épaisses pour opposer de la résistance au boulet.

Cette invention, que les Anglais n'avaient considéré jusqu'alors que comme un joujou ingénieux, entra dans le domaine de la pratique, pas tout de suite, néanmoins; car l'amirauté anglaise était déjà engagée dans la construction d'un navire cuirassé, qui devait faire oublier la *Gloire*.

Le *Warrior* (tel était le nom de cette frégate) était en effet de dimensions plus grandes que la frégate française, puisqu'il avait 420 pieds de long, sur 58 de large, et il était muni d'une machine de 1,250 chevaux qui devait lui permettre de filer, par un beau temps 14 nœuds et demi (plus de 26 kilomètres à l'heure).

Son armement offensif était, comme celui de la *Gloire*, de 36 pièces, mais ces pièces, à âmes lisses, lançaient des boulets de 68 livres, tandis que les canons de la *Gloire* se chargeaient par la culasse et vommisaient des projectiles de 30 kilogrammes; il est vrai que les Anglais ajoutèrent à l'armement du *Warrior* six canons Armstrong.

Sauf les proportions, la plus grande dif-

férence qui existait entre la frégate anglaise et son modèle, c'est que, tandis que la *Gloire* était cuirassée de bout en bout, le *Warrior* ne l'était qu'aux deux tiers, de sorte qu'il avait à la flottaison 167 pieds de longueur et de tête en tête 207 pieds qui n'opposaient aux boulets ennemis que des murailles de bois.

Pour remédier à cela, il était garanti à l'intérieur par huit ponts, reliés entre eux par un échafaudage de pièces de fer des plus grandes dimensions, et son avant était muni d'un éperon d'une solidité exceptionnelle.

En somme, le poids était à peu près le même que si le navire eût été entièrement cuirassé, c'est-à-dire trop élevé; si bien qu'après avoir fait un voyage d'essai de Portsmouth à Cadix, on fut obligé de le remettre en chantier pendant que l'on construisait sur le même modèle le *Black Prince*, qui n'est pas sorti plus victorieux des épreuves, bien que se comportant mieux à la mer que son devancier.

L'infériorité de ces frégates sur le modèle français devint si évidente que l'amiral anglais Sartorius, le constatait lui-même dans une brochure publiée en 1861, et qui établit un parallèle entre le *Warrior* et la *Gloire*.

« Il est impossible, au *Warrior*, dit-il, d'aborder la *Gloire*, tandis que celle-ci peut prendre les dispositions les plus avantageuses pour désemperer son ennemi.

« La *Gloire* a un grément insignifiant, qui, une heure avant le combat, peut être mis à bas, tandis que le *Warrior*, mâté comme un vaisseau de 90, aurait, dès les premiers coups, son hélice engagée par des débris de son grément.

« La *Gloire*, par quelque côté qu'on l'attaque, est défendue et armée; le *Warrior* ne l'est pas, sa proue et sa poupe n'étant pas cuirassées. Avec vent debout, la résistance que rencontrerait la mâture du *Warrior* réduit considérablement sa vitesse,

tandis que la *Gloire*, parfaitement dégagée, conserve la sienne. L'allègement des extrémités du *Warrior*, en vue de le rendre plus navigable, fait porter sur la partie centrale tout le poids de l'armure, et tandis que, dans un mauvais temps, celle-ci est inerte, les extrémités se tordent sous l'action de la lame, de manière à amener une dérivation générale. »

Cette critique fut entendue de l'amirauté, mais elle voulait essayer encore, en construisant, sur un modèle peu modifié, deux frégates de dimensions moindres : la *Défense* et la *Résistance*.

Elles n'avaient que 85 mètres de long sur 16 de large, mais leur machine motrice n'était que de 600 chevaux nominaux, aussi la *Défense*, qui fut armée en mars 1862, était-elle d'une vitesse bien inférieure à celle du *Warrior*, c'est-à-dire plus qu'insuffisante.

Un nouveau type fut essayé en 1863, avec l'*Hector* et le *Vulcain*, corvettes de 28 canons, à coque de bois, mais à protection complète, ou du moins à peu près, car si les navires étaient cuirassés de bout en bout, le blindage n'existait entièrement que sur la batterie, et l'avant et l'arrière n'étaient point protégés au-dessous de la ligne de flottaison.

Ce système, qui ne donna pas de meilleurs résultats, fut bientôt abandonné pour le principe du cuirassement, étendu à toute la flottaison, adopté d'abord sur l'*Achille*, que l'amirauté fit construire elle-même dans son chantier de Chatam, en mettant à profit les défauts signalés déjà; c'est-à-dire en renonçant aux contours arrondis pour prendre les formes anguleuses de la *Gloire*.

On ne trouva rien de mieux pour cela que d'augmenter la longueur, et l'*Achille* eut 115^m,81, de la poupe à la proue.

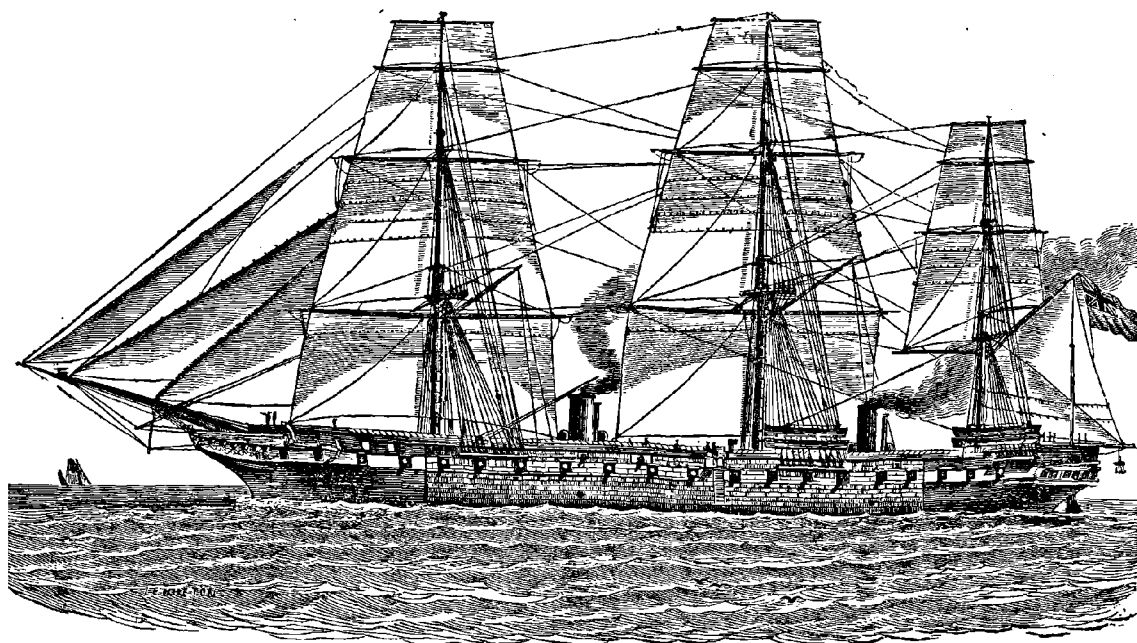
Ce vaisseau, dont le plan avait été fourni par l'amiral Spencer Robinson, donna d'abord si belles espérances qu'on dépassa ses proportions, déjà considérables pour-

tant, en construisant le *Minotaur*, l'*Agincourt* et le *Northumberland*, à 122 mètres de longueur.

On leur donna une machine à vapeur de 1,350 chevaux nominaux et on les pourvut de cinq mâts, non compris le beaupré, pour porter une immense voilure à trois étages de vergues.

Ce furent les plus grands navires cuirassés qu'on ait fait, et les plus lourds aussi, car leur cuirasse avait 14 centimètres d'épaisseur et elle était entière, excepté pourtant pour le *Northumberland*, dont les extrémités supérieures, avant et arrière, ne furent pas blindées.

Les résultats ne répondirent pas aux



Le Warrior. — Frégate cuirassée anglaise.

espérances conçues et l'amirauté anglaise, qui avait hâte de posséder une flotte cuirassée, de l'importance de son ancienne flotte, adopta à peu près tous les systèmes qu'on lui présentait.

Le cinquième type essayé fut expérimenté dans la construction d'une demi-douzaine de frégates à base de bois, mais blindées de bout en bout.

Ces frégates, du reste, n'étaient point destinées d'origine à recevoir des cuirasses, aussi le *Royal Oak*, le *Prince Consort*, le *Royal Alfred*, le *Caledonia* et autres, ne donnèrent-ils que des résultats médiocres.

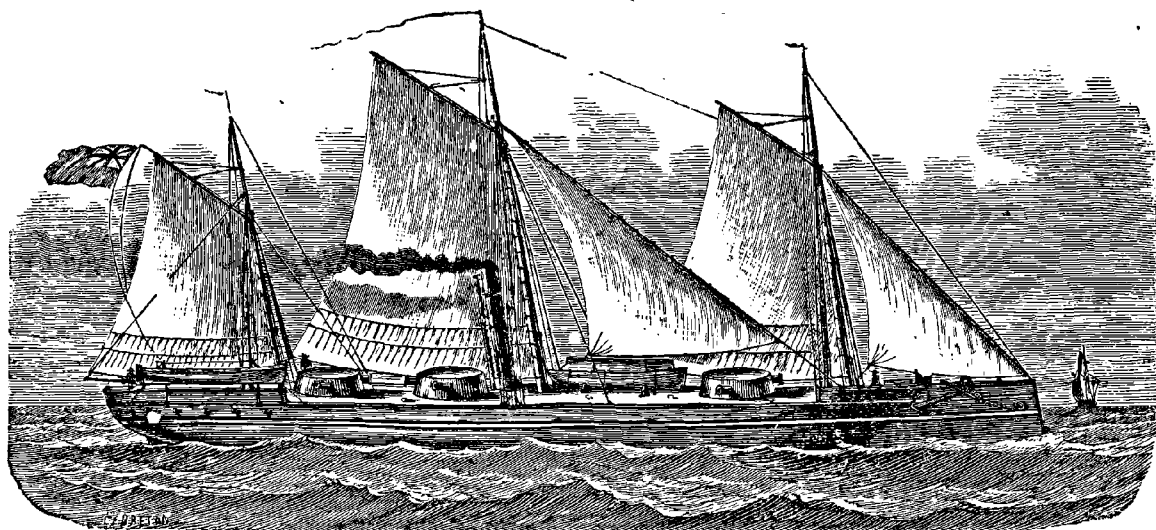
L'obstacle étant toujours la question de

navigabilité, on résolut d'essayer un sixième type, en employant des bâtiments qui avaient déjà fait leurs preuves et que l'on coupa en deux pour les rallonger de 18 à 20 pieds par le milieu; cette transformation ayant paru assez heureuse, le *Zæolous* fut construit de toutes pièces sur le modèle nouveau, ce qui n'empêcha pas d'adopter le système de l'ingénieur Reed, à casemate centrale et à flottaison protégée pour les frégates *Favorite*, *Enterprise*, *Pallas*, et enfin un huitième, sur lequel on fit l'application des tourelles du capitaine Coles.

Ce système, qui profitait de tout ce qu'il y avait de bon dans les autres et pouvait

en écarter ce qu'on avait reconnu défectueux, fut le seul qui échappa à la critique générale, on pourrait presque dire, à la réprobation qui accueillit ses prédécesseurs.

et de fait, le *Royal-Sovereign*, le premier de ce genre qui sortit des chantiers en 1863, fut aussi le premier des cuirassés anglais, qui, malgré sa mâture provisoire, fit bonne



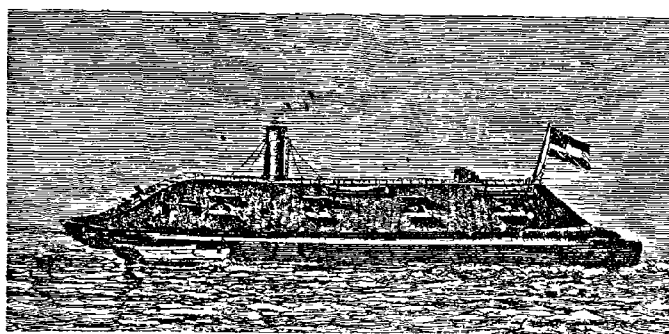
Le Royal-Sovereign. — Cuirassé anglais à tourelles.

contenance à la mer, et dont la vitesse ne laissa que peu de choses à désirer.

Nous n'entrons point dans les détails de sa structure, puisque nous aurons occasion

d'étudier d'autres navires construits sur le même modèle ou à peu près, nous dirons seulement ce qui attirera l'attention sur lui.

C'est-à-dire les six coupoles blindées,



Le Merrimac. — Cuirassé américain.

armées chacune de deux gros canons que l'on plaça deux à deux sur son pont, et qui lui donnaient l'immense avantage de pouvoir lancer douze projectiles à la fois dans toutes les directions, sans être obligé

de manœuvrer constamment pour présenter son travers à l'ennemi, en lâchant sa bordée.

Cet avantage et beaucoup d'autres que l'on trouva dans le perfectionnement des

coupoles tournantes du capitaine Coles les fit adopter partout, non seulement sur les navires, mais en certains endroits pour la défense des côtes et notamment sur la jetée de Douvres, depuis que les Anglais redoutent si fort la construction du tunnel de la Manche.

* * *

Pendant que l'Angleterre se consumait en efforts pour arriver à créer un type encore très perfectible, la France, qui était sortie de la période des tâtonnements, complétait sa flotte cuirassée sur le modèle de la *Gloire*.

La *Normandie* fut construite de dimensions semblables, de même que la *Couronne*; mais cette dernière frégate diffère en ce sens que sa coque est en fer, ce qui lui enlève un peu de sa vitesse, malgré qu'on lui ait donné plus de longueur pour remédier à cet inconvénient.

En même temps on mit en chantier deux vaisseaux, le *Magenta* et le *Solferino*.

Décrivons le premier, que nous avons eu l'occasion de visiter quelques jours avant l'incendie du 31 octobre 1875, qui n'en laissa plus que des débris à peine utilisables.

Chose bizarre, lorsque la catastrophe est arrivée, ce vaisseau, le premier de nos cuirassés (construit en 1864, d'après les plans de M. Dupuy de Lôme), rentra en rade de Toulon pour désarmer, car il devait céder sa place dans l'escadre au *Richelieu*, vaisseau d'un nouveau modèle, dont tous les essais avaient été couronnés de succès.

Eh bien ! le *Richelieu* a été comme lui anéanti par un incendie.

Du reste, jusqu'à présent, les navires cuirassés n'ont pas eu de chance, et l'on en pourrait citer beaucoup qui ont été brisés par la tempête, ou qui ont sauté par l'éclatement de leur machine.

Le *Magenta*, construit sur le modèle de la *Gloire*, sauf le formidable éperon dont

était armé son avant, n'était blindé qu'à 12 centimètres d'épaisseur à la flottaison et sur une partie des batteries; cette cuirasse était suffisante à l'époque de sa création, où les gros canons n'avaient pas encore dit leur dernier mot.

Sa longueur était de 98 mètres de tête à tête, ou, si l'on aime mieux, de poupe en proue; sa largeur de 32 mètres au maître-couple et sa profondeur de 19 mètres, dont la moitié au-dessus de la flottaison; ce qui représentait une masse de construction à peu près équivalente à la caserne du Prince-Eugène.

Samâture, indépendamment du beaupré, qui portait quatre voiles triangulaires (trinquette, petit-foc, grand foc et cli-foc) se composait de trois mâts grésés en frégate : savoir :

Le mât de misaine, avec ses quatre voiles carrées : misaine, petit hunier, petit perroquet et petit cacatoès.

Le grand mât, quatre voiles carrées : grand'voile, grand hunier, grand perroquet et grand cacatoès.

Et le mât d'artimon, cinq voiles : le perroquet de fougue, la perruche, le cacatoès de perruche, la brigantine et la corne.

Malgré cette voilure considérable, complétée encore par des bonnettes et deux voiles de cap, dont il se servait par économie pour naviguer sous le vent (car, en action de combat, il n'agissait qu'à vapeur), le *Magenta* obtenait une force propulsive de 900 chevaux par huit corps de chaudière et trente-six longs foyers.

Son artillerie, modifiée en 1864, depuis l'adoption réglementaire des canons nouveaux; car, lors de sa construction, il comptait deux batteries, contenant 52 bouches à feu, se composait de :

Dix canons rayés de 24 centimètres, se chargeant par la culasse, et pesant chacun 14,500 kilogrammes, non compris leur affût de 6,240 kilogrammes, lesquels étaient établis dans la batterie couverte.



UN NAVIRE GUIRASSÉ PENDANT LA TEMPÊTE.

Et de quatre pièces de 19 centimètres, également du nouveau modèle, et établies sur les gaillards d'avant et d'arrière.

Si l'on veut se donner une idée de la puissance de l'explosion qui fit sauter le *Magenta*, on n'a qu'à calculer que l'approvisionnement du bord était de 75 coups de combats de pièce; ajouter à cela les charges d'exercice et de salut, qui ne sont que de 6 kilogrammes, et les munitions des 500 chassepots et des 700 révolvers des hommes d'équipage, et l'on arrivera au chiffre effrayant de 40,000 kilogrammes de poudre emmagasinés dans les soutes du *Magenta* au moment de l'incendie.

L'équipage fixe du *Magenta*, compris l'état-major de 24 officiers, se composait de 9 maîtres, 34 seconds-maîtres, 51 quartier-maîtres, 4 fourriers ordinaires, 60 gabiers, 16 timoniers, 128 fusiliers, 30 ouvriers chauffeurs, 16 matelots de profession, 6 tambours et clairons, 120 matelots de pont, 20 mousses, 2 infirmiers et 16 surnuméraires.

Le personnel variable, qu'on embarquait seulement en cas de campagne, était de 66 quartier-maîtres canonniers et canonniers brevetés et de 90 matelots de pont.

Ce qui portait l'effectif total à 672 hommes, dont 120 nécessaires à la manœuvre des machines et 300 indispensables au service des canons.

Comme on le voit, un vaisseau de guerre mérite bien le titre de caserne flottante, et même quelque chose de plus; car il faut non seulement qu'il abrite son équipage, mais qu'il loge ses immenses machines propulsives et ait encore des magasins pour ses approvisionnements de toutes sortes, sans compter ses embarcations auxiliaires qui, du reste, tiennent peu de place, puisqu'elles sont suspendues aux flancs du navire.

Le *Magenta*, comme tous les vaisseaux de son rang, en portait 12. Le grand canot à vapeur pouvait contenir 30 hommes, la chaloupe 60, le grand canot 45, le canot

moyen 40, le canot de service 30, le canot du commandant 30, la baleinière du commandant 15, la baleinière du second 15, la baleinière du chef d'état-major 15, et les deux youyous chacun 10.

Ce qui ne fait, en somme, que de quoi réfugier 320 hommes en cas de naufrage, mais on compte sur la ressource des radeaux, et du reste, il est à peu près impossible d'accrocher plus d'embarcations aux flancs d'un vaisseau.

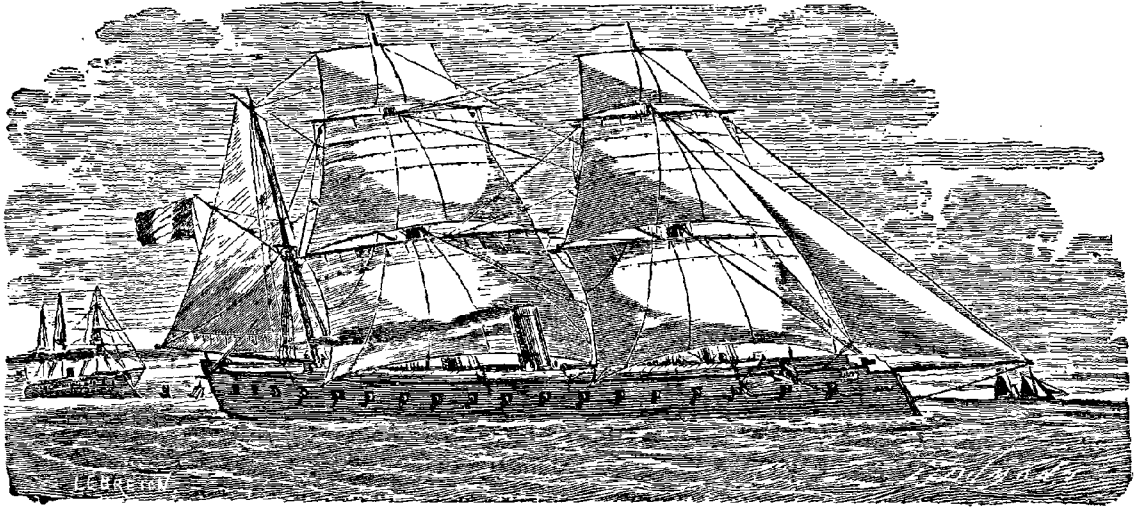
Nous sommes entrés dans tous ces détails à propos du *Magenta*, mais il est bien entendu qu'ils ne lui sont pas spéciaux et sont applicables à tous les bâtiments similaires, notamment au *Solferino*, qui suivit le *Magenta* dans la carrière et n'en différait que très peu, il n'avait pourtant que 86 mètres de long sur 17 de large.

Son artillerie, qui comprenait dans le principe 50 bouches à feu logées dans deux batteries superposées, était concentrée vers le centre du navire, de façon à laisser à l'avant et à l'arrière un espace plus considérable pour les logements; il est vrai que ces deux parties n'étaient pas cuirassées, mais le navire, mû par une machine à vapeur de plus de 1,000 chevaux, avait plus de vitesse.

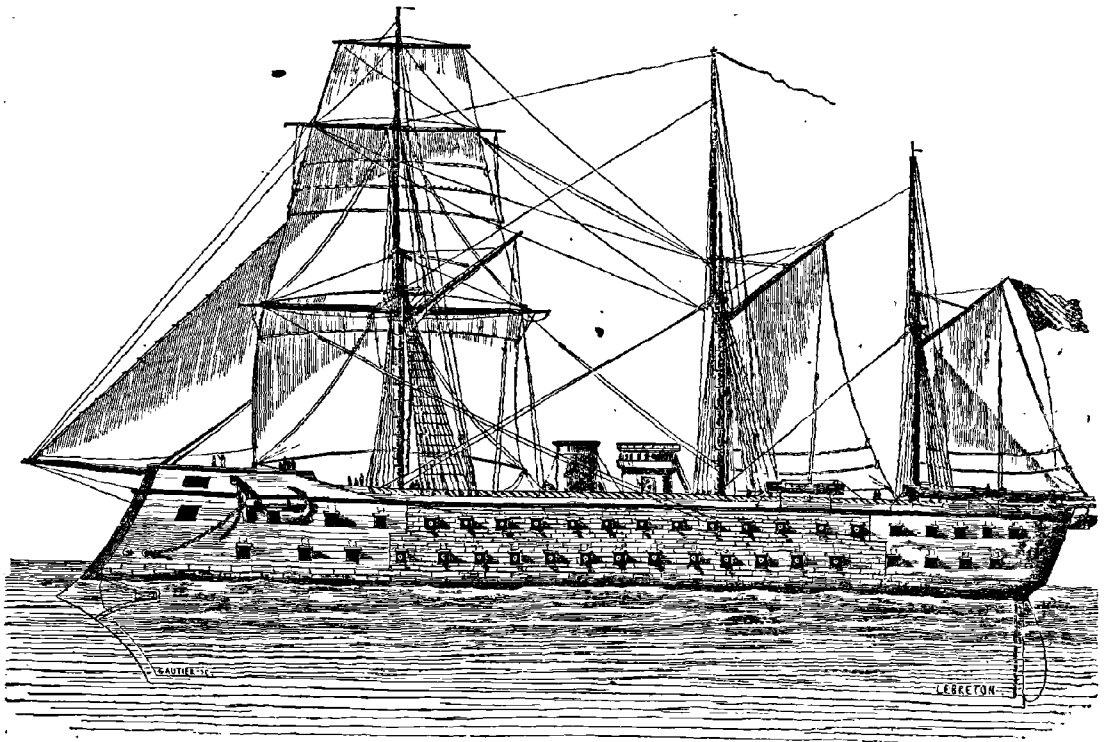
Cette machine était d'ailleurs une amélioration sur les précédentes, car elle était alimentée par huit corps de chaudières indépendantes les unes des autres, disposition adoptée partout depuis, et permettant de fractionner à volonté la puissance motrice, ce qui est inappréciable pour un bâtiment mixte, qui peut ne dépenser que peu ou point de vapeur, quand il a le vent favorable.

Le *Solferino* présentait encore un autre avantage, au point de vue offensif, c'est que sa batterie supérieure dominant le pont de gaillard des frégates ordinaires, pouvait, par son feu, les entamer dès le début de l'action dans leur partie la moins protégée.

De plus, son éperon était disposé d'une



La Couronne. — Frégate cuirassée française.

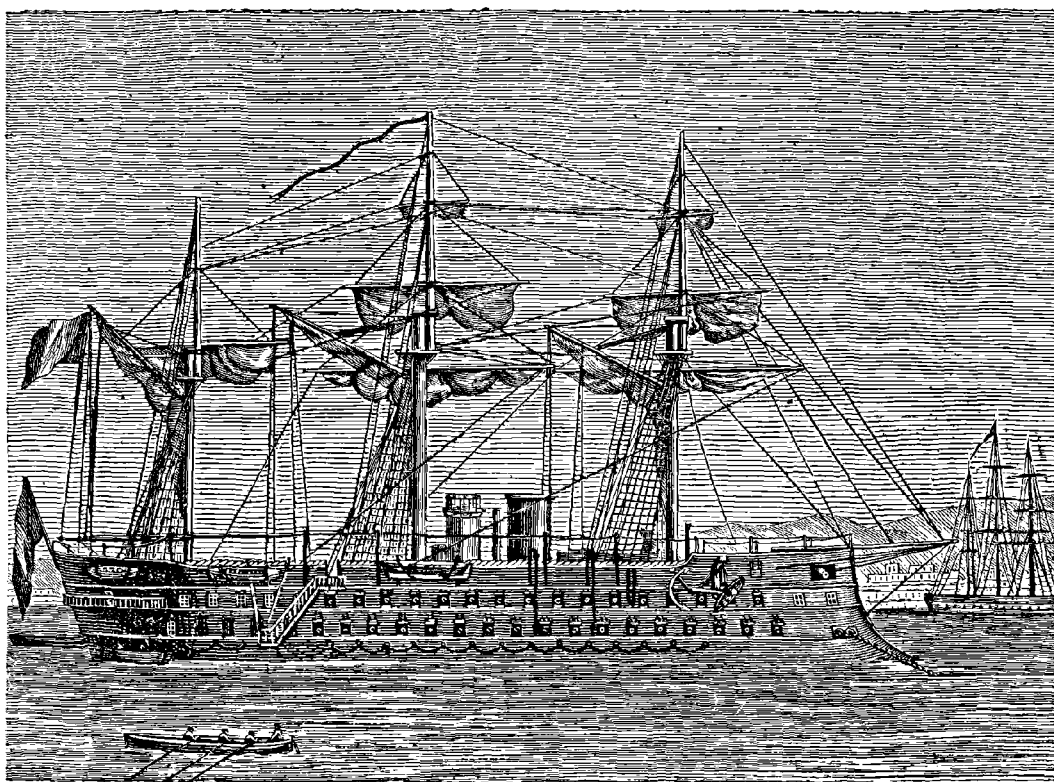


Le Magenta. — Vaisseau cuirassé français.

façon nouvelle et d'un effet plus terrible | (13 nœuds), à un navire immobile, équiva-
 encore, puisque le choc qu'il pouvait | drait à l'effet simultané de 120 boulets de 30.
 donner, marchant à sa vitesse ordinaire | Toutes choses qui, avec le nouveau

système d'aménagement intérieur, furent adoptées quelques années après, avec des modifications heureuses, à l'application des tourelles du système Coles, pour la construction du *Marengo* dont nous parlerons, quand nous aurons étudié ce qu'on faisait alors aux États-Unis.

Mais avant, nous devons dire un mot d'un nouveau type expérimenté par le gouvernement français, qui n'était en somme qu'une modification de la *Gloire*, modification consistant surtout dans l'élévation de la batterie, mais qui en amena successivement d'autres, car la batterie portée à



Le Solferino. — Vaisseau cuirassé français.

2^m,25, il fallait au navire plus d'assiette, et par conséquent des dimensions plus grandes.

La frégate la *Flandre*, réalisation de ce type, fut mise en chantier à Cherbourg, sa coque construite en bois fut blindée de bout en bout avec des plaques de 15 centimètres d'épaisseur.

L'avant de ce navire qui avait 90 mètres de longueur sur 17 de largeur, et 7^m,70 de tirant d'eau, s'écartait un peu des plans

LIV. 47.

adoptés jusqu'alors, il était bien à étrave droite, comme tous les autres blindés, mais, au lieu d'avoir des joues pleines pour pouvoir porter des canons sur le gaillard, il avait des joues évidées de façon à ce qu'on puisse percer de chaque côté un sabord de chasse, destiné à recevoir une pièce de gros calibre pouvant se pointer à quelques degrés de l'avant.

La machine de la *Flandre*, qui lui donnait une vitesse de 14 nœuds, était de

17

900 chevaux nominaux, sa mâture était celle des trois mâts barque, avec cette seule différence que son beaupré était étayé de chaque côté par des cornières de fer.

Son armement primitif se composait de 34 canons, mais il était d'ores et déjà convenu que le nombre serait diminué, quand on pourrait le pourvoir de pièces d'un plus gros calibre, ce qui ne tarda pas, car c'était le moment où l'on faisait les expériences qui amenèrent l'adoption des gros canons de marine dits de 1864.

L'*Héroïne*, construite quelque temps après, était exactement du même modèle, avec cette différence que sa coque était en fer, ce qui amena l'emploi du matelas en bois de teck pour porter la cuirasse.

* * *

Les Américains, activés par les besoins de leur guerre civile, construisaient beaucoup de cuirassés, mais prétendant, peut-être avec raison, que ce genre de navires étant surtout fait pour attaquer ou défendre les ports, n'avait besoin ni de grément, ni de mâture; ils s'en tenaient toujours au système du *Monitor* qu'ils perfectionnaient plus ou moins.

L'ingénieur Ericsson construisit d'abord huit des navires qui lui avaient été commandés par le gouvernement, les six premiers sur le modèle du *Monitor*, modifié seulement à l'extérieur en ce que la cabine du timonier n'était plus sur le pont, qui ne laissait de saillant que la tour blindée et le tuyau de la cheminée, mais intérieurement par la disposition de l'aménagement et l'addition d'une machine ventilatrice.

Avec ce système, le navire, est-il en action de combat, on ferme toutes les ouvertures qui mettent le pont en communication avec les divers compartiments intérieurs, et l'on met en mouvement une

machine ventilatrice attirant l'air du sommet de la tour pour le distribuer dans les différentes parties du navire, qui, sans cette précaution, serait inhabitable.

C'était d'ailleurs le grand défaut du *Monitor*, où la chaleur était intense, et il était tout naturel que l'ingénieur songeât d'abord à y remédier.

Il essaya aussi d'un autre système, avec le *Benton* et l'*Essex*.

Le *Benton* était un ancien bateau à vapeur du service du Mississipi, qu'on a augmenté d'une seconde coque, de façon à enfermer les roues à aubes de son système propulseur.

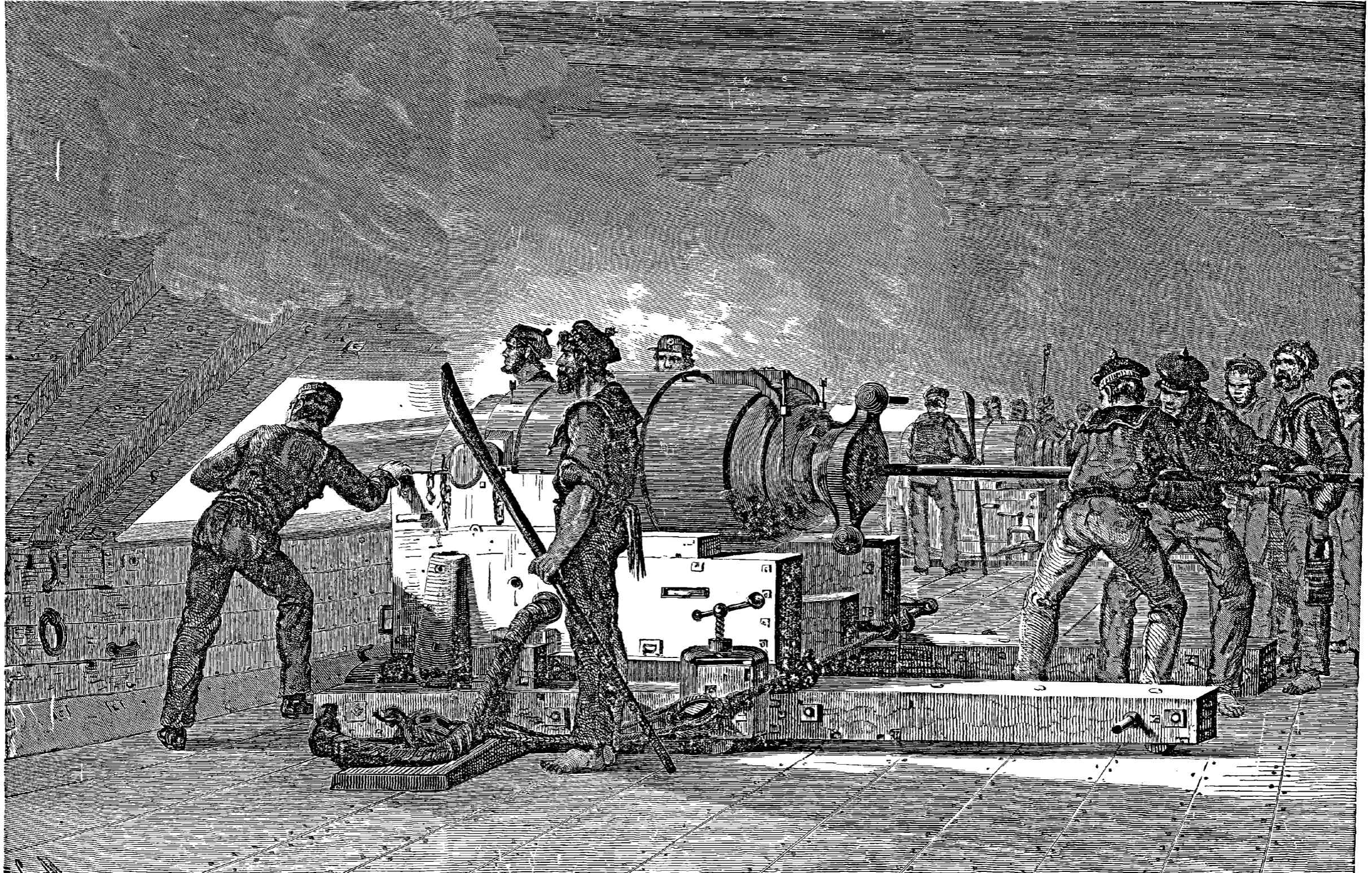
Ainsi transformé, il avait 186 pieds de longueur sur 74 de largeur, ses murailles étaient rentrantes et blindées, naturellement, de solides plaques de fer.

Ce navire, destiné à manœuvrer sur les grandes rivières des États-Unis, et devant se tenir sur l'eau et non pas dans l'eau, comme ses prédécesseurs, M. Ericsson imagina de le diviser en 40 compartiments étanches, de sorte que si un ou plusieurs de ces compartiments se trouvait troué par les projectiles ennemis, le navire n'en souffrit pas dans sa marche.

De plus, il disposa l'avant, muni, outre son blindage, d'une garniture suffisante à le protéger contre la bombe; de telle manière que si, par impossible, l'étrave était enlevée dans un combat acharné, la coque pourrait non seulement rester à flot, mais l'équipage pourrait encore continuer son feu.

Le *Benton* et les navires de son type, notamment l'*Essex* qui en différait très peu, ont rendu de très grands services pendant la guerre de sécession et malgré les feux terribles qu'ils eurent souvent à essuyer des forteresses et des ouvrages avancés, élevés par les confédérés, ils n'ont jamais subi que de faibles avaries.

Malgré leur succès, tout local d'ailleurs, car ils n'auraient pu tenir la haute mer, on revint au premier système, modifié par le



INTÉRIEUR D'UNE BATTERIE DANS UN NAVIRE GUIRASSÉ.

type *Kéokuk*, pourtant encore bien plus défectueux au point de vue de la navigation, puisque jamais les monitors n'ont pu filer plus de 4 nœuds et demi, gênés qu'ils sont par leur poids et par la disproportion de leur carène immergée avec la partie hors de l'eau, qui ne leur donne pas une puissance de flottabilité de plus de 200 tonneaux.

Le *Kéokuk*, qu'on appela aussi batterie Whitney, était le plus petit des monitors que construisit Ericsson; sa longueur n'était que de 159 pieds en y comprenant l'éperon, il pouvait néanmoins porter 100 hommes d'équipage et ses soutes étaient assez vastes pour contenir 200 boulets de 11 pouces, 150 obus de même calibre, de la mitraille et des boîtes à balles à proportion, et naturellement la poudre nécessaire à chasser tous ces projectiles.

Son pont était chargé de 2 tours cylindriques, fixes, mais percées de sabords en nombre suffisant pour que le canon, monté sur pivot pût évoluer dans toutes les directions, ces tourelles étaient blindées à 6 pouces un quart d'épaisseur dont 4 pouces de fer.

Elles communiquaient entre elles par un passage, pratiqué dans l'intérieur du navire et qui servait en même temps à la ventilation.

Sous chaque tour, il y avait intérieurement une forte cloison verticale qui, laissant l'avant et l'arrière libres pour l'aménagement de la machine, des munitions et de l'équipage; formait au milieu du navire un vaste compartiment destiné à rester étanche, en prévision du cas où une voie d'eau se déclarerait dans la coque par l'effet d'un projectile ennemi.

Le *Kéokuk* fit ses preuves, mais toujours sur les rivières, de sorte qu'il n'y avait encore rien de concluant, c'est alors que l'on construisit le *Nouvel-Ironsides*, destiné à naviguer en haute mer, du moins on l'espérait.

Ce fut le plus grand cuirassé de la marine américaine, qui aime mieux les gros

canons que les gros navires; il mesure 232 pieds de longueur; déplace 4,120 tonneaux et sa force propulsive est de 1,000 chevaux.

C'est encore à quelque chose près le *Monitor*; seulement, au lieu d'une ou plusieurs tours, il porte un vaste logement blindé à 4 pouces d'épaisseur, qui met l'artillerie à couvert.

Mais c'est la seule partie du navire qui soit cuirassée au moyen de plaques de 15 pieds de long sur 30 pouces de largeur, dont l'application commence à quatre pieds au-dessous de la ligne de flottaison; de sorte que l'avant et l'arrière sont à peu près sans protection, extérieurement du moins, car les cloisons transversales qui se trouvent aux deux extrémités de la batterie sont à l'épreuve des plus gros projectiles.

L'artillerie du *Nouvel Ironsides* se compose de huit gros canons: trois sur chaque flanc, un à l'avant et l'autre à l'arrière; et les sabords par où ils se déchargent, sont agencés de façon à pouvoir se fermer au moyen de deux plaques de blindage, qui se rejoignent naturellement par l'effet du recul du canon; système assez ingénieux, employé du reste par tous les constructeurs américains.

Ajoutons que ce cuirassé est muni d'un fort éperon et que son pont est surmonté d'une guérite circulaire, blindée comme le réduit de l'artillerie, et de laquelle le commandant peut, à l'abri, surveiller la manœuvre du gouvernail et donner directement ses ordres à la batterie.

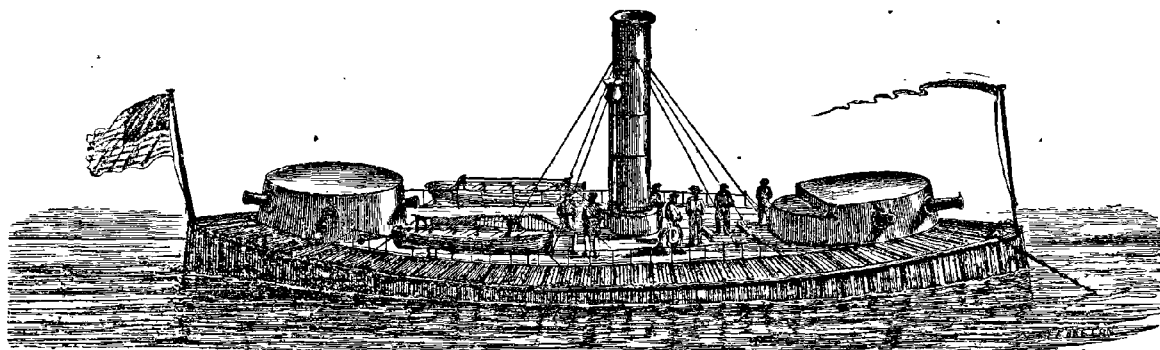
A peu près sur le même modèle fut construit le *Denderberg* qui devint le *Rochambeau* quand il fut acheté par la France, aussi bien que l'*Onodonga* dont nous parlerons tout à l'heure.

Mais ces batteries flottantes (on ne peut guère les désigner autrement) étaient incapables de tenir la haute mer. Les Américains, qui n'en étaient pas, d'ailleurs, à constater leurs défauts, à d'autres points de

vue même que la navigabilité, le sentaient bien, aussi leur amour-propre étant en jeu, créèrent-ils le *Miantonomoah* qui traversa l'Atlantique, en 1866, pour la seule satis-

faction de se montrer dans les principaux ports de l'Europe.

C'est encore un monitor, mais, un monitor de mer, quelque chose comme le *Kéokuk*.

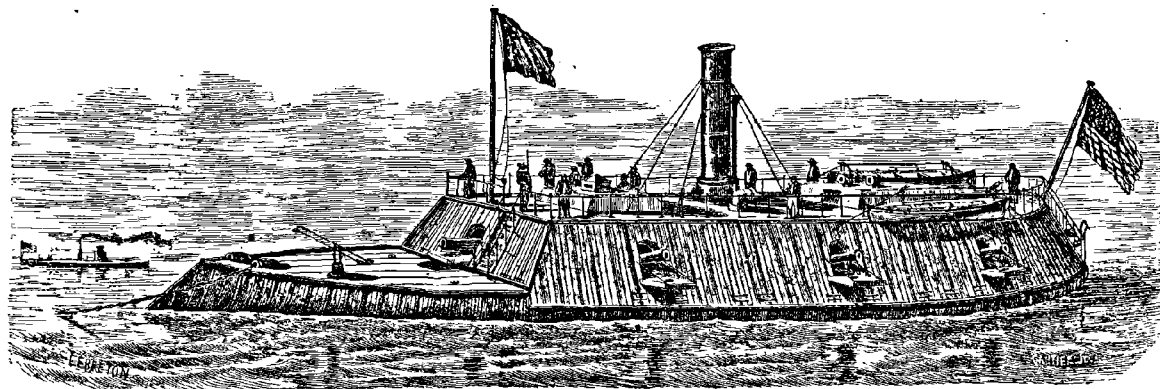


Le Kéokuk. — Monitor américain.

kuk, agrandi et perfectionné, surtout au point de vue de la marche.

Le *Miantonomoah*, qui a 70^m,30 de longueur sur 16 de largeur, et seulement 4^m,55 de tirant d'eau, ne possède point de mâture, son pont ne s'élève qu'à 60 centimètres au-dessus de la ligne de flottaison.

Il est surmonté de deux tourelles de 6 mètres de diamètre sur 3 de hauteur, élevées dans son axe, armées chacune de deux canons de 38 centimètres, et réunies par une longue passerelle sur laquelle se tient une partie de l'équipage (les hommes de quart), l'autre se tient sous le pont, dont



Nouvel-Ironsides. — Navire cuirassé américain.

les écoutilles sont complètement fermées.

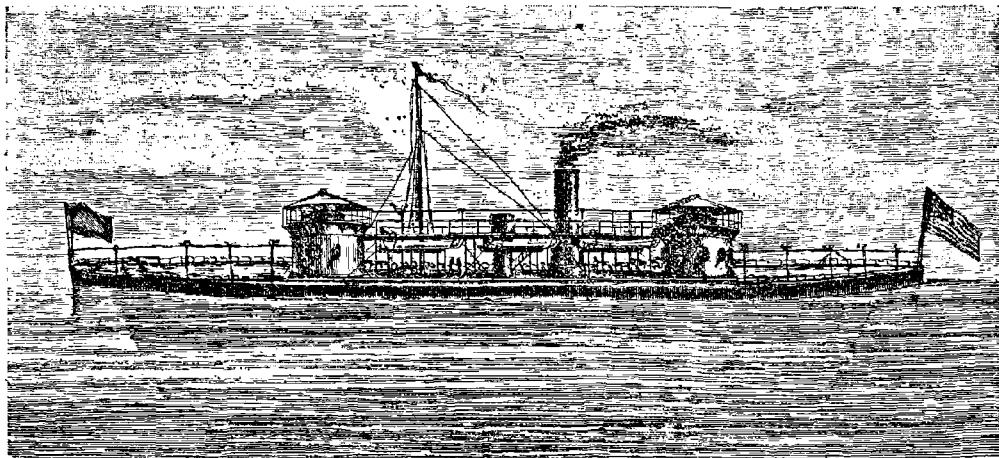
Malgré ses apparitions dans les mers européennes, ce navire n'est point fait pour les longs voyages, et l'amiral Touchard l'a bien jugé dans un article publié par lui, en 1867, dans la *Revue maritime et coloniale*.

« Ces traversées, dit-il, font honneur à la trempe énergique des hommes de la marine fédérale, mais elles ne prouvent pas que le monitor soit autre chose qu'un garde-côtes, et c'est comme garde-côtes que nous le voyons figurer dans presque toutes les

marines, en Angleterre, en Russie, en Suède, en Danemark, etc. »

Depuis les Américains n'ont rien pro-

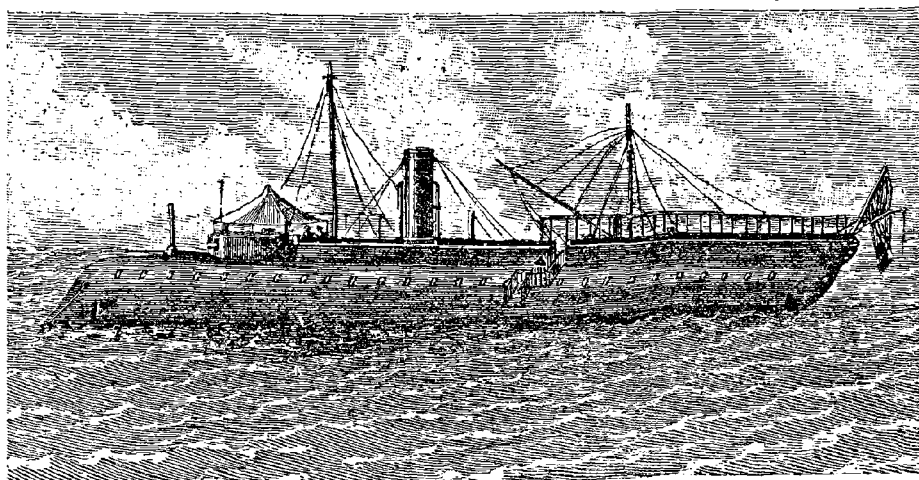
duit : car on ne saurait considérer comme une création la reconstruction du *Mona-dnock*, ancien navire du temps de la guerre



Le Miantonomah. — Monitor de mer américain.

de sécession, dont la coque en bois complètement pourrie a été changée en 1877, contre une coque en fer. Il est vrai qu'on a

profité de cette réparation, qui a coûté un million de dollars, pour faire un navire presque neuf.



Le Taureau. — Garde-côte cuirassé français.

Sa longueur est de 82^m,29, sa largeur de 17^m,32 et son creux seulement de 4^m,27.

Les couples en fer qui forment sa membrure ne sont placés les uns des autres

qu'à une distance d'un mètre cinquante et à chaque série de cinq couples s'élève une cloison étanche de 13 millimètres d'épaisseur.

L'éperon, relativement formidable, est enfermé aux deux tiers dans le compartiment de l'avant.

La carène, d'une forme ovale allongée, très favorable à la flottabilité, donne au pont composé de deux rangées de plaques de tôles superposées, la puissance suffisante à soutenir les deux énormes tourelles blindées à 25 centimètres d'épaisseur, renfermant chacune un gros canon.

Le navire est cuirassé de bout en bout avec des plaques de 278 millimètres qui descendent jusqu'à 1^m,40 au-dessous de la flottaison.

En somme c'est encore un monitor qu'on a refait sur le modèle du *Miantonomah*.

Ce modèle a, d'ailleurs, été adopté presque exactement par l'Italie, dans la construction presque aussi récente de ses monitors de mer du type *Duilio* et *Dandolo*.

En France, nous avons bien aussi emprunté quelque chose à l'Amérique. La disposition de l'*Ironsides* a peut-être, sinon donné l'idée, tout au moins amené le perfectionnement de nos batteries flottantes du type de l'*Arrogante*, comme les premiers monitors ont été le point de départ de nos gardes-côtes cuirassés, qu'on appelle aussi batteries béliers.

Le premier navire de ce genre qui ait été construit en France, est le *Taureau*, armé en 1865.

Long de 60 mètres sur 14 de largeur, il n'a qu'un seul pont recouvert entièrement par une cuirasse bombée, rappelant un peu la forme de l'écaille de tortue, et composée de plaques de fer de 15 centimètres d'épaisseur.

Autour de cette carapace, à peu près invulnérable, on a ménagé pour la manœuvre, en temps ordinaire, un chemin de service protégé par un petit bastingage qui s'abat lorsque le navire est en action de combat.

Sur le pont, s'élève une tour cylindrique en fer, de 6 mètres de hauteur, qui ne tourne

pas sur elle-même, par la raison qu'elle est divisée en deux étages, l'inférieur réservé à la timonerie, et le supérieur contenant un gros canon, placé en barbette, et monté sur affût à châssis tournant, de façon à pouvoir tirer dans toutes les directions.

Ce canon unique compose toute l'artillerie du *Taureau*, mais il possède une autre arme offensive, son éperon, placé à 2^m,50 au-dessous de la flottaison, et qui, combiné avec le poids du navire, qui est de 2,500 tonnes, et sa vitesse qui atteint 12 nœuds (grâce aux deux hélices indépendantes qui favorisent ses évolutions), peut produire, par son choc, des effets désastreux dans les flancs des navires ennemis.

On a pu, malheureusement, en juger par expérience; car le *Cerbère*, construit sur le même modèle que le *Taureau*, ayant dans une manœuvre abordé l'*Invincible*, à une vitesse pourtant très réduite, l'a mis complètement hors de service.

Le *Bélier*, qui prit la mer après le *Taureau*, lorsqu'il fut décidé que chacun de nos ports serait défendu par une division de garde-côtes, lui ressemblerait exactement pour la disposition et la forme, si son arrière, au lieu d'être rentrant, ne se prolongeait, comme l'avant, en éperon.

Le type a été modifié depuis, par la construction du *Sphinx*, qui tient du reste le milieu entre la batterie flottante et le bélier.

D'un faible tirant d'eau (4^m,40) qui lui permet de naviguer là où ni vaisseaux ni frégates ne pourraient se hasarder, il est construit pour la résistance aussi bien que pour l'attaque et se meut avec une aisance qui n'avait pas encore été donnée aux cuirassés, au moyen de ses deux hélices indépendantes, activées par une machine de 300^e chevaux vapeur; force très suffisante si l'on calcule que le *Sphinx* n'a que 52 mètres de longueur sur 10 de largeur et 5^m,20 de profondeur.

Non seulement ce navire a deux hélices, mais il a aussi deux étambots, c'est-à-dire deux gouvernails; innovation très heureuse

qui lui permet d'évoluer presque sur place en faisant agir ses propulseurs dans le sens contraire.

Outre sa machine à vapeur qui lui donne une vitesse moyenne de 10 à 11 nœuds, le *Sphinx*, mâté en brick-goëlette, peut offrir au vent une voilure relativement considérable.

Son armure défensive se compose d'une cuirasse de 10 à 12 centimètres d'épaisseur partant depuis le pont, jusqu'à 1^m,80 au-dessous de la ligne de flottaison; le pont, qui lui-même est blindé de plaques de tôle placées entre les barrots et le plancher, est surmonté de deux tours cuirassées avec des plaques d'une épaisseur considérable, toutes les deux fixes et placées l'une à l'avant et l'autre vers le milieu de l'arrière.

La tour de l'avant, qui a la forme du navire, et sur laquelle repose le beaupré, renferme un gros canon monté sur pivot, de façon à lancer dans toutes les directions un projectile du poids de 150 kilogrammes.

Dans la tour de l'arrière, qui est cylindrique, sont deux canons à peu près du même calibre et montés sur pivot, de la même façon.

Il serait inutile d'ajouter que le *Sphinx* est muni d'un éperon en acier fondu, ce qui est en quelque sorte obligatoire pour un cuirassé; si cet éperon ne constituait un nouveau progrès: car, bien que rattaché au blindage, son point saillant est placé un mètre plus bas, de façon à pouvoir atteindre les navires ennemis dans leurs œuvres vives, au-dessous de leur ligne de défense.

Précaution excellente en théorie, mais qu'on ne pourra bien juger que par la pratique.

Ce qui est d'un résultat beaucoup moins contingent, c'est l'adoption sur le *Sphinx* de ce principe américain: qu'avec trois canons de gros calibre on fait plus de besogne qu'avec douze de calibre médiocre.

Ce système fut d'ailleurs complètement adopté par la France quand il s'est agi de

créer des embarcations pour la navigation des rivières.

Aussi les bateaux qu'on imagina prirent-ils le nom de canonnières, du gros canon qu'ils portaient à leur avant.

A la vérité, sauf le blindage dont elles étaient pourvues, ces canonnières n'étaient pas une innovation.

Il existait depuis longtemps sous ce nom, dans les marines de la Norvège, de la Suède, de la Finlande et de tous les pays, du reste, dont les côtes présentent, par suite de leur découpement, de nombreuses passes semées de bas fonds et d'écueils — des embarcations relativement légères, quelquefois pontées et grées en bricks, quelquefois mues par les avirons, mais dans tous les cas, ayant un tirant assez faible tirant d'eau pour pouvoir pénétrer partout, et portant un ou plusieurs canons.

Et ce furent les nécessités de la guerre avec la Russie qui obligèrent la France et l'Angleterre à se pourvoir de leurs premières canonnières, de manière à atteindre l'ennemi dans les eaux peu profondes de la Baltique et de la mer d'Azoff.

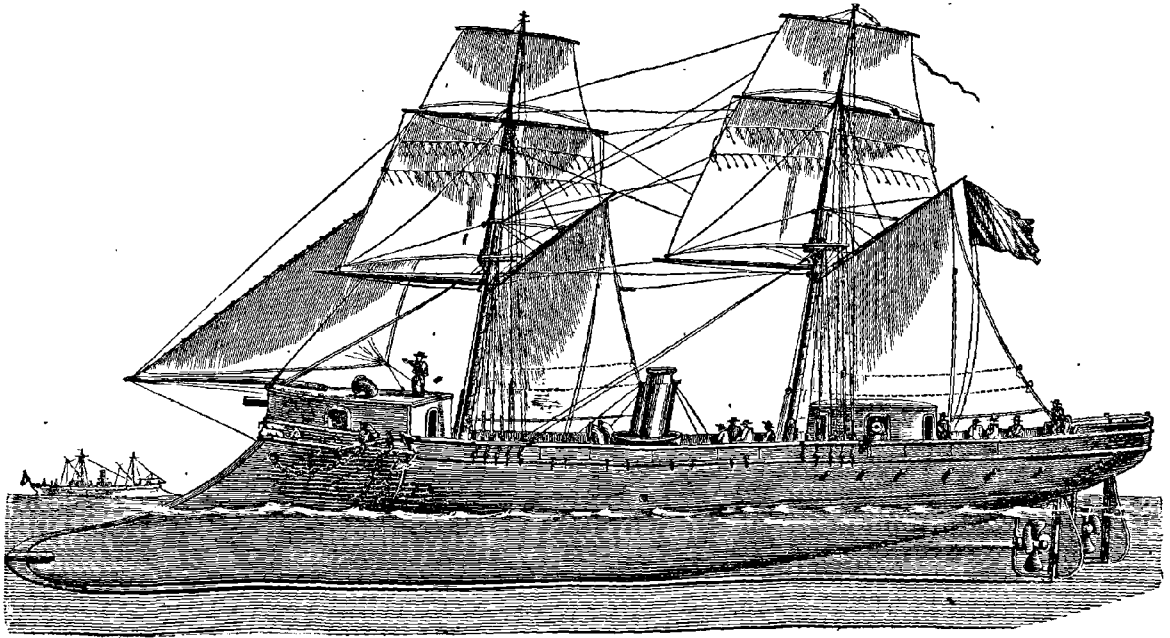
De là, l'invention des batteries flottantes françaises dont nous avons déjà parlé et qui firent leurs premières armes à l'attaque de Kinburn.

Une fois lancés dans cette voie, qui amena de prime saut, dans notre pays du moins, la marine cuirassée, on ne s'arrêta pas de sitôt et l'on se mit à construire des canonnières de formes et de dimensions variées, pour répondre aux besoins du service.

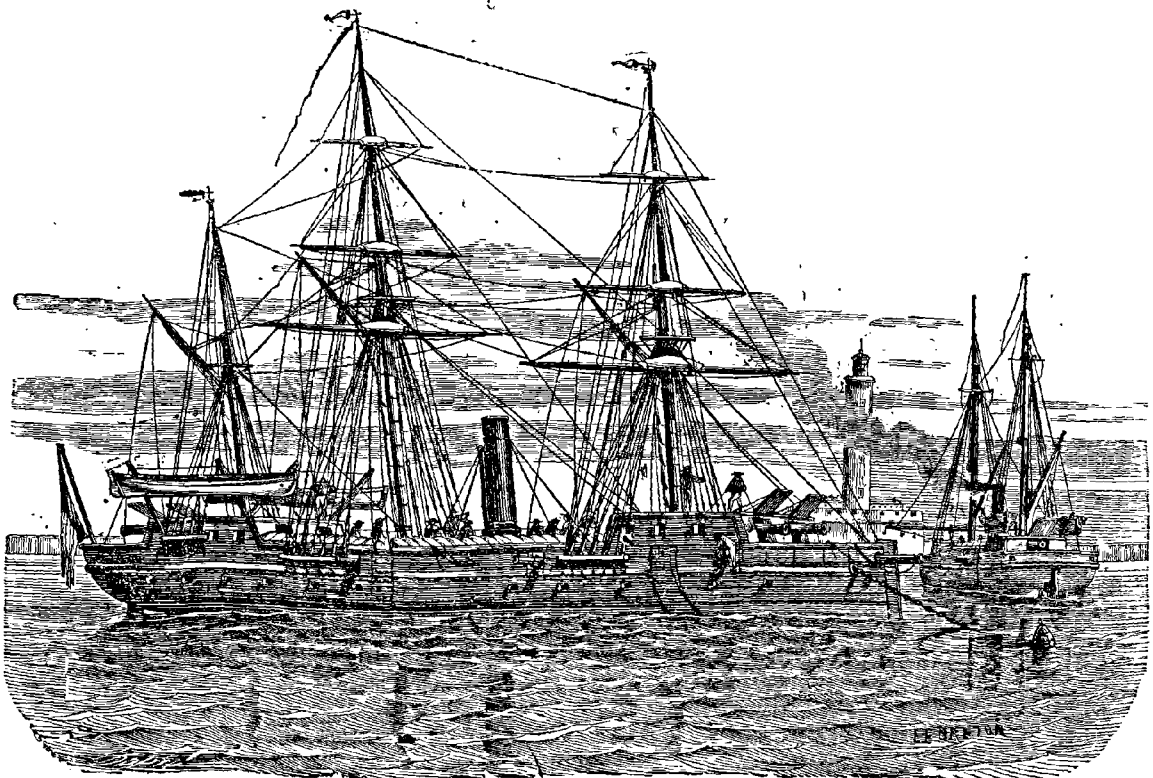
On prit d'abord un moyen terme entre la frégate à hélice et le simple bateau à vapeur, ce qui produisit la *Dragonne* qui est en somme une corvette-avis.

Notre gravure l'explique suffisamment; on voit qu'elle procède des batteries flottantes par le réduit cuirassé pour l'artillerie, qui se trouve à son avant, et qui se reproduit d'ailleurs, à peu de chose près, sur son gaillard d'arrière.

LE MONDE INDUSTRIEL



Le Sphinx. — Béliier cuirassé français.

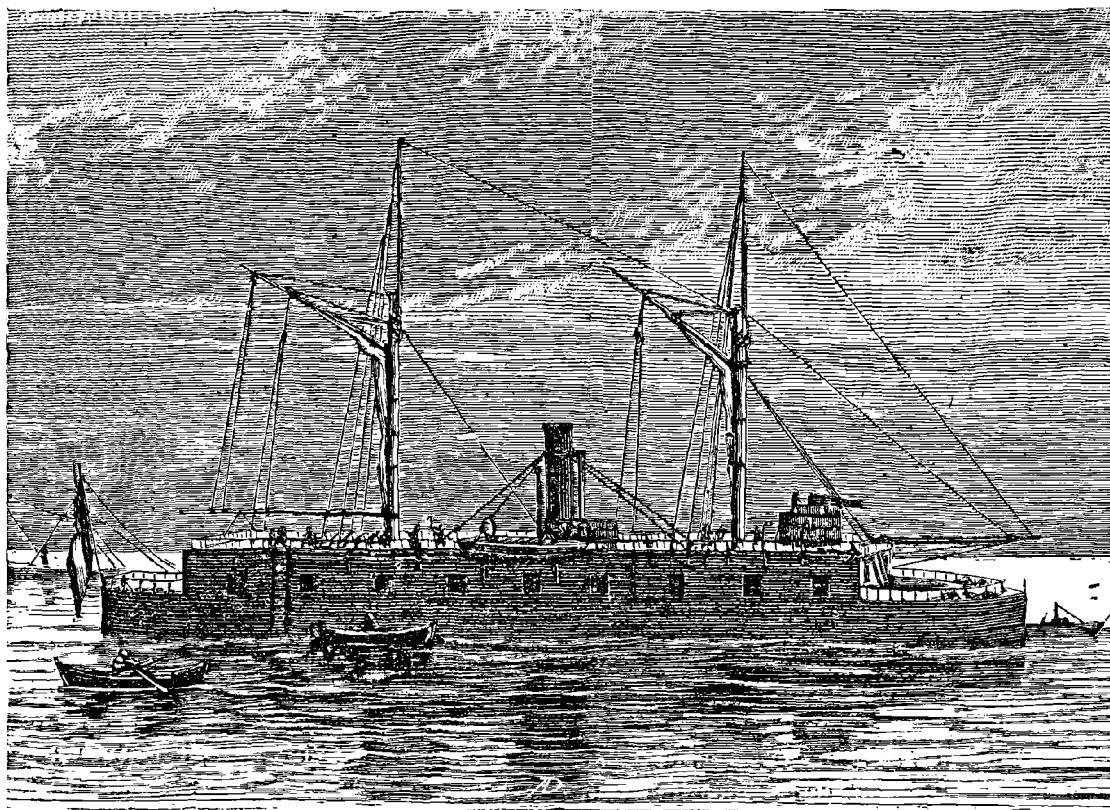


La Dragonne. — Corvette aviso française.

Ces canonnières de première classe, qui tiennent parfaitement la haute mer, ne sont point, du reste, des navires de combat proprement dits, ils sont faits pour exécuter des reconnaissances, porter des ordres, il leur faut donc surtout de la vitesse, et ils n'ont que l'artillerie nécessaire à leur propre défense.

Aussi sont-ils de dimensions assez restreintes, ne portent pas plus de cent hommes d'équipage, et leur force motrice ne dépasse pas 120 chevaux.

Quant à leur mâture, c'est celle des trois-mâts-goëlettes, qui leur permet de déployer beaucoup de toile quand le vent est favorable.



L'Arrogante. — Batterie flottante française.

Sur ces modèles, quelque peu modifiés, ont été construits d'autres avisos destinés surtout au service de croiseurs.

Le *Crocodile*, sorti du chantier de Cherbourg, n'a pas répondu aux espérances qu'on avait fondées dessus, il était trop court, pour rendre des services sérieux et malgré son étroitesse relative, très mauvais marcheur, puisqu'on n'a jamais pu lui faire filer plus de neuf nœuds.

LIV. 18.

Mais les chantiers de l'État prirent leur revanche avec le *Laclocheterie*, lancé du reste beaucoup plus récemment, et qui doit une vitesse de 14 nœuds à sa machine à trois cylindres, de la force nominale de 250 chevaux vapeur.

La longueur de ce navire, dont le type paraît appelé à remplacer les frégates et les corvettes dans les stations coloniales, est de 70 mètres et son artillerie se compose

18

de 4 pièces de 16 placées par deux sur deux tourelles, faisant saillie à l'extérieur et blindées de façon à ce que les canonniers soient complètement à l'abri, les canons n'ayant que la bouche en dehors des tourelles.

Des avisos plus petits mais un peu moins rapides avaient précédé le *Laclocheterie* dans la carrière, et il en est sorti, de fort gracieux de forme, malgré la longueur de leur éperon, des chantiers de M. Lenormand du Havre, notamment le *Bisson*, le *Lancier* et le *Hussard*.

Le premier, gréé en brick, qui servit de type aux autres, a 55 mètres de long, compris l'éperon qui en a quatre, sa machine est de 175 chevaux donnant une vitesse de 12 nœuds.

Son artillerie se compose de 4 pièces de 16 montées sur pivot, ce qui permet au tir de commander au besoin tout l'horizon.

À côté de ces bâtiments, également propres à la navigation maritime et à la navigation fluviale, prennent rang les batteries flottantes que l'on connaît déjà, mais qui furent modifiées sensiblement.

Dès 1859, on avait songé à remplacer la *Lave* et ses congénères par une série de nouvelles batteries plus maniables et surtout plus navigantes.

Sur les plans de M. Dupuy de Lôme, on construisit le *Paixhans*, le *Peiho*, le *Palestro* et le *Saïgon*, ayant des formes plus élancées, mais qui, mus par des machines à vapeur de 150 chevaux, ne purent donner pourtant qu'une vitesse de 7 nœuds, aussi songea-t-on bientôt à les remplacer, sans cependant les désarmer jusqu'au jour où l'on aurait expérimenté les nouveaux modèles qui furent lancés vers 1861 et 1862.

Deux types furent adoptés, portant leurs canons beaucoup plus haut, au-dessus de l'eau, ce qui n'est pas un mince avantage.

Le premier qu'on appelle type *Arrogante* du nom du premier navire qu'il produisit, ressemble beaucoup, sauf la mâture, au

Nouvel Ironsides des Américains, il a 44 mètres de longueur sur 14 de largeur et son déplacement est de 1,280 tonneaux.

Le second, qui a pris son nom de l'*Embuscade* et qui est à peu près du même déplacement, quoique de proportions différentes, tient beaucoup plus du *Taureau*, toujours à la mâture près, car les deux types sont gréés en bricks, et mus tous deux par une machine à hélice de la force de 120 chevaux.

La longueur de l'*Embuscade* est de 39^m,50 sur 15^m,80 de largeur, et ses batteries ont 2 mètres de hauteur au-dessus de la ligne de flottaison, ce qui augmente considérablement la puissance et l'efficacité du tir.

Du reste, ces batteries tiennent parfaitement la mer et le mouvement du roulis y est presque insensible.

Viennent ensuite les canonnières de deuxième classe, plus spécialement destinées à la navigation des rivières, mais capables de manœuvrer dans les ports et sur les côtes.

Deux types adoptés ont figuré en 1867 dans l'exposition du ministère de la marine.

Le premier, dont la *Décidée* fut la réalisation, est mù par une force motrice de 50 chevaux; indépendamment du gros canon qu'il porte à l'avant, il peut en mettre deux autres en batterie: un sur chaque flanc du navire.

Le second, dont l'*Aspic* servit de modèle, n'a qu'une force nominale de 40 chevaux-vapeur, mais il est plus allongé, plus effilé de forme et partant meilleur marcheur; son canon unique est à l'avant sur un affût à pivot.

Après, vient la série des chaloupes-canonnières, affectées seulement aux rivières peu profondes, et dont le besoin se fit d'abord sentir pour l'expédition de Chine.

On s'ingénia du reste à en construire de toutes sortes, et même se démontant par

morceaux, pour pouvoir s'expédier dans des caisses aussi bien que leurs machines ; car tous ces bateaux, quelle que soit leur exiguité, sont mus par la vapeur.

Ce système avait été expérimenté dès 1859, à l'instigation personnelle de Napoléon III, qui avait fait construire pour les besoins de la guerre d'Italie, des batteries flottantes cuirassées démontables, composées de parties distinctes qu'on pouvait réunir au moyen de boulons, se vissant sur des bandes de caoutchouc destinées à assurer l'étanchéité des joints ; mais la campagne fut si courte qu'on n'eut pas besoin de naviguer sur les rivières ou sur les lacs, et les batteries ne furent même pas déballées de leurs caisses.

Nos gravures représentent les différents types de ces chaloupes canonnières ; dans la première, on remarque deux modèles différents ; l'un, dont le canon, placé à l'avant sur un affût élevé, à châssis tournant, est complètement à découvert, l'autre dans lequel le canon, enfermé dans la cuirasse du navire, montre sa bouche par un sabord qui occupe près de la moitié de la largeur de l'avant.

La gravure qui fait face est le dessin d'un bateau-canon, chaloupe sans mâture, ayant à peu près la forme des petits remorqueurs du commerce, et ainsi nommée du canon monstre qu'elle porte à son avant, protégé par un blindage semi-circulaire d'une énorme épaisseur.

Ces petites canonnières, qui rendirent de grands services en Chine, et plus tard en Cochinchine et au Mexique, avaient encore, en certains endroits, trop de tirant d'eau pour pouvoir être utiles ; aussi le vice-amiral Bonard, qui commandait l'expédition de Cochinchine, inventa-t-il un petit canot blindé pour combattre dans les marais.

Ces canots, que ses marins appelaient des *Merrimacs*, étaient à triple effet ; munis à l'avant d'une forte cuirasse ils servaient pour abriter les tirailleurs, pour construire

à l'abri du feu de l'ennemi les éléments d'un pont de bateau, aussi bien qu'à former des batteries redoutables.

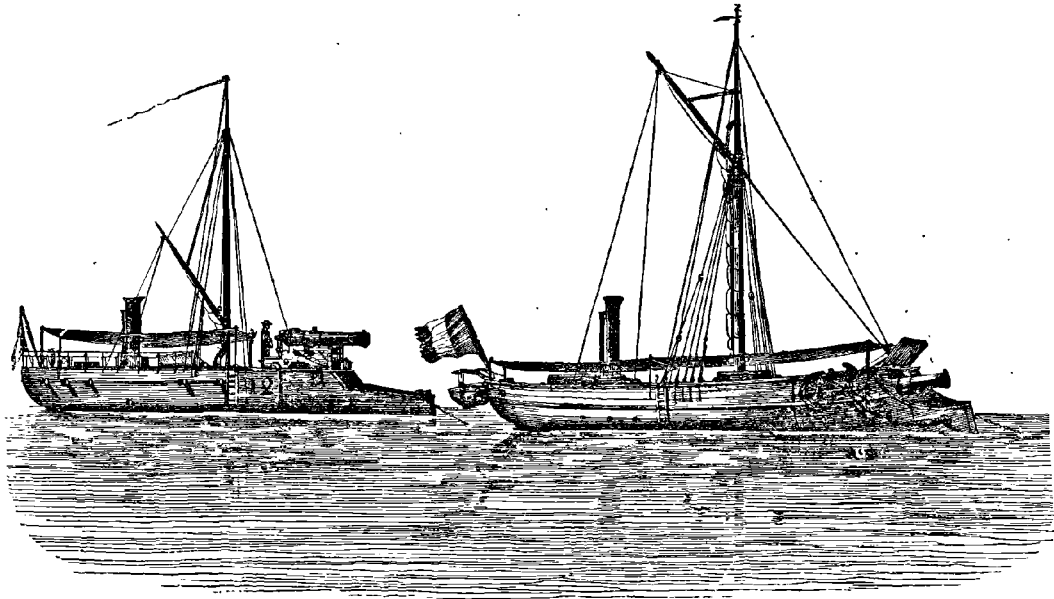
Il suffisait, comme le représente notre gravure, d'en réunir deux par une charpente capable de porter un canon, pour installer sur n'importe quel point d'une rivière ou d'un marais, une batterie mobile dont les servants étaient à couvert ; il est vrai qu'ils étaient souvent dans l'eau jusqu'à mi-corps pour pousser leurs embarcations, difficiles à gouverner avec des avirons, mais la guerre n'a jamais passé pour une partie de plaisir, nos marins en savent quelque chose.

Cette idée, excellente en soi, n'était pas complètement neuve, car on avait déjà vu, pendant la guerre de sécession, les Américains se servir de radeaux-canon, ainsi que le témoigne la gravure que nous empruntons aux journaux illustrés de l'époque, et il est même probable qu'ils n'ont pas absolument abandonné ce système, ce qui ne les empêche pas de posséder des canonnières de toutes les grandeurs, mais dont la forme est toujours celle, plus ou moins modifiée, de leurs *Ironsides*, ce qui nous dispense d'en donner des dessins.

Puisque nous parlons des canonnières, vidons tout de suite la question en disant un mot de la canonnière *Farcy*, qui ne fut pas adoptée pour notre armement, mais qui méritait de l'être, à cause des progrès considérables qu'elle réalisait sur les bateaux de ce genre usités jusqu'alors.

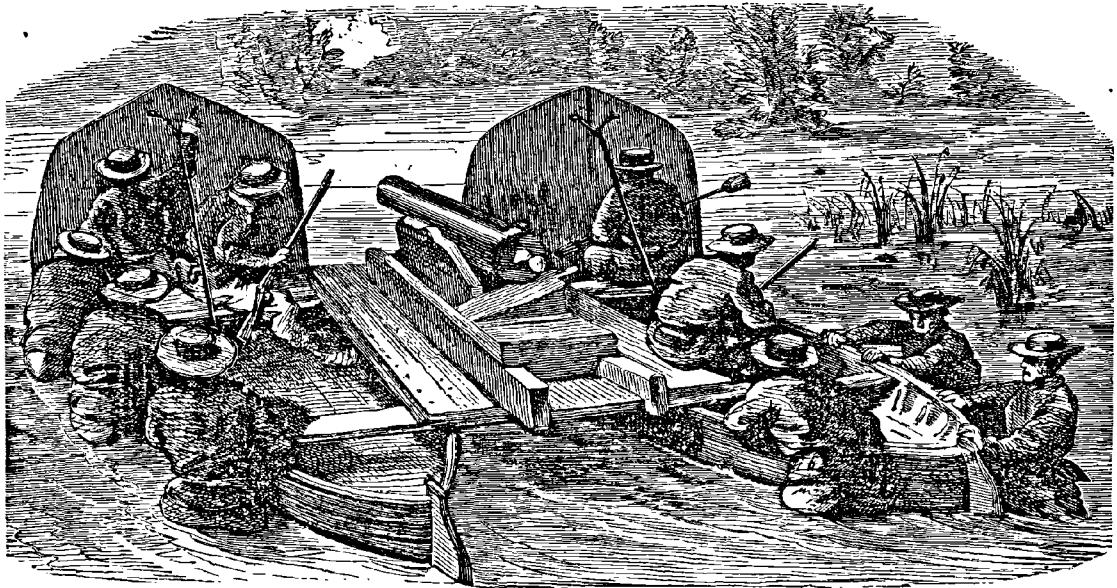
Construite au commencement de l'année 1869, dans les chantiers de M. Claparède de Saint-Denis, cette canonnière, qui a 15 mètres de longueur sur 4^m,60 de largeur, n'a pourtant qu'un mètre de tirant d'eau, ce qui lui permet de passer bien au-dessus des torpilles préparées pour les gros navires, et de naviguer à peu près partout.

Elle peut d'ailleurs parfaitement affronter la haute mer, et grâce aux formes cannelées de sa carène elle peut y naviguer sans roulis



Petites canonnières françaises de l'expédition de Chine.

ni tangage, ce qui donne une grande stabilité | Il est vrai que ce canon est relativement
 au canon qui compose toute son artillerie. | formidable, puisqu'il pèse 24,000 kilogram-

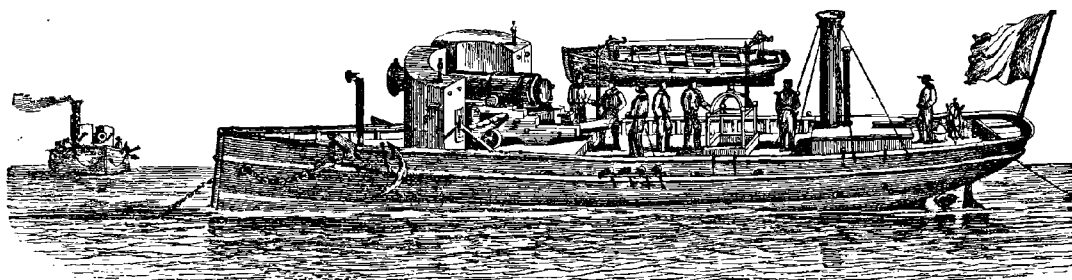


Merrimacs français portant un canon dans les marais.

mes et lance des projectiles de 24 centimè- | grammes pour les obus et 445 pour les
 tres de diamètre, du poids de 400 kilo- | boulets pleins.

Et sans que rien soit dérangé dans l'équilibre de l'embarcation; car, monté sur un affût à frein d'une disposition très ingénieuse, ce canon n'a un recul que de 40 centimètres.

Du reste, le bateau est à peu près insubmersible, sa coque en tôle étant doublée partout de nombreuses cloisons étanches, qui lui font comme une seconde enveloppe.

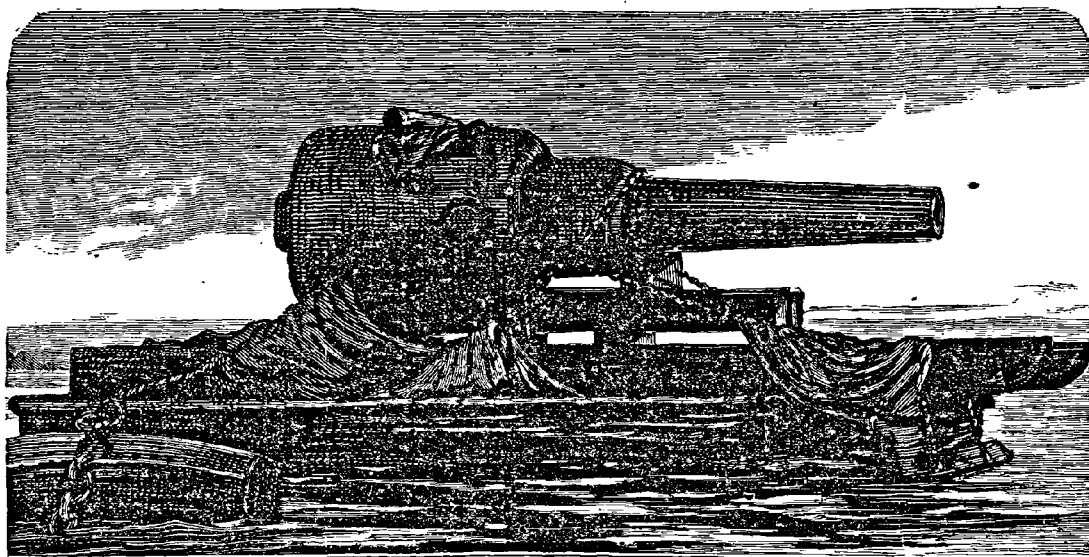


Bateau-canon français.

Cette canonnière, mue par deux machines de 5 chevaux-vapeur, actionnant chacune une hélice indépendante, fut repoussée à l'unanimité par le conseil des travaux de la marine, alors qu'elle n'était qu'à l'état

de projet, mais Napoléon III, moins routinier que ses ministres, en ordonna néanmoins la construction.

Elle fut essayée par deux fois avec succès, seulement comme l'administration ne



Radeau-canon américain.

voulait pas se déjuger, elle fut reléguée dans un coin de l'arsenal de Cherbourg.

C'est à peu près à la même époque qu'on expérimenta à Saint-Cloud une autre espèce

de chaloupe canonnière, qui du reste, eut le même sort.

Celle-là, pourtant, aurait pu séduire des examinateurs superficiels, car elle avait le mérite de l'originalité dans la forme, bien

qu'à tout prendre cette forme n'était guère que l'exagération de celles de nos batteries-béliers.

On l'appela « bateau tortue » mais on n'en entendit jamais parler depuis, et en cela elle fut moins heureuse que la canonnière Farcy, qui reparut du moins pendant le siège de Paris.

*
*
*

Quant aux canonnières anglaises, beaucoup plus nombreuses que dans notre marine, puisque l'Angleterre en a au moins 200, elles sont toutes sur le même modèle et ne diffèrent que par leur grandeur qui varie de 150 à 250 tonneaux de jauge; leur tirant d'eau, qui est de 4 à 5 pieds; et leur force motrice de 20 à 60 chevaux-vapeur.

Leur armement est identique, et se compose, pour toutes, de 2 gros canons placés en batterie de façon à tirer ordinairement dans le sens de la longueur du bateau, ce qui ne les empêche pas d'être montés sur pivot pour pouvoir, au besoin, lâcher leur bordée par le travers.

Du reste, les Anglais étaient à peu près sortis de la période de tâtonnement où ils étaient restés si longtemps.

Sans abandonner le type du *Royal Sovereign*, ils en avaient produit un autre, résultat des nombreux essais du célèbre constructeur M. Reed et dont l'*Enterprise* et la *Pallas* furent les premiers spécimens.

L'*Enterprise* n'avait que 54 mètres de long. On était las de ces navires monstres qui restaient majestueusement en place et l'on essayait en tout petit.

Le résultat ayant été satisfaisant, on agrandit le format avec la *Pallas* qui avait 68^m,60 et la *Penelope* 80.

Cependant on expérimenta encore un autre système avec les grandes frégates, *Lord Warden* et *Lord Clyde*, qui portaient chacune 20 gros canons et étaient mues par des machines de 1,000 chevaux-vapeur.

Les tâtonnements ne cessèrent en réalité qu'avec la création du *Bellerophon*, vaisseau d'un genre alors nouveau, et qu'on appelle indifféremment : à fort central ou à réduit central, mais qui n'était pourtant que le perfectionnement des dernières constructions de M. Reed.

Ce fut sur ses plans d'ailleurs, que fut élevé le *Bellerophon*, à peu près dans les dimensions de notre *Solferino* (91 mètres de long sur 17 de large).

Ce navire, tout en fer, mais non complètement cuirassé, est pourvu d'une tourelle centrale fortement blindée, qui contient toute l'artillerie, c'est-à-dire 10 pièces lançant des projectiles de 300 livres, car il y a aussi sur les gaillards 4 canons Armstrong du calibre de 110 livres.

Les dix grosses pièces sont disposées dans une seule batterie, mais assez élevée au-dessus de l'eau pour permettre au besoin le tir plongeant.

Non seulement cette batterie est blindée comme nous l'avons dit, mais le navire a encore une ceinture cuirassée en plaques de 15 centimètres d'épaisseur, qui descend au-dessous de la ligne de flottaison et repose sur un épais matelas de bois de teck.

Pour remédier à l'absence de cuirasse dans les autres parties du navire, on les a revêtues d'un double bordage en tôle, dont les deux surfaces, d'ailleurs très épaisses, laissent entre elles un vide de 70 centimètres.

On a trouvé plus tard un moyen pour utiliser ce vide, mais pour le *Bellerophon* il n'en fut pas question, pas plus, du reste, que pour l'*Hercules* qui lui succéda et porta le système nouveau, définitivement adopté, à sa plus grande puissance.

L'*Hercules* a 99 mètres de long, sa largeur est la même que celle du *Bellerophon*, et sa machine, la plus puissante qui ait été construite jusqu'alors (1868) en Angleterre, a une force nominale de 200 chevaux-vapeur de plus; ce qui lui donne une force

effective de 7,200 chevaux permettant de donner au navire une vitesse de quatorze nœuds.

L'*Hercules* est blindé de bout en bout, avec des plaques qui varient entre 15, 20 et 23 centimètres d'épaisseur. La plus grande épaisseur est naturellement à la flottaison et établie de façon à assurer l'invulnérabilité du navire; ainsi elle est appuyée sur un matelas de bois de teck de 30 centimètres d'épaisseur, lequel repose lui-même sur la coque en fer qui est de 4 centimètres.

A l'intérieur de cette coque, nouvelle muraille en bois de teck formant une épaisseur de 55 centimètres, compris la plaque de tôle qui la porte.

Les autres parties de l'*Hercules* sont, à l'épaisseur près, cuirassées par le même système, car on a prétendu en faire le vaisseau le plus puissant qui existât encore.

Pour cela on l'a armé de 14 canons d'un calibre énorme disposés de la façon suivante :

1° 8 dans la batterie, lançant avec 50 kilogrammes de poudre, des projectiles de 300 kilos, et qui sont placés 4 sur chaque bordée; mais au moyen de dispositions imaginées par le capitaine Scott, les pièces du travers peuvent être transportées à l'avant ou à l'arrière du réduit central, ce qui augmente considérablement leur champ de tir, puisque, outre les feux de bordées qu'elles peuvent exécuter, elles peuvent aussi se pointer dans la direction de l'avant ou de l'arrière du navire.

2° 2 canons de 18 tonnes placés sur le pont, de chaque côté du réduit central, l'un tirant sur l'étrave et l'autre sur l'arrière.

3° Et 4 canons sur les gaillards, soit deux à l'avant et deux à l'arrière. Nous ne parlons pas de l'éperon d'acier qui est, comme on le pense bien, proportionné au navire, et nous ne dirions rien de sa mâture si elle n'avait été critiquée assez vertement par un grand nombre d'officiers de la marine anglaise.

En effet, cette mâture à 4 étages de vergues, exactement comme celles des anciens vaisseaux de ligne, était écrasante pour le navire, car il a beau pouvoir déployer des milliers de mètres carrés de toile, le vaisseau de guerre ne doit guère compter, pour sa propulsion, que sur sa machine à vapeur.

C'est ce qui a fait revenir l'Angleterre au système des navires à tourelles, mâts plus légèrement; non pas toutefois d'une manière absolue, car on construisit encore une série de cuirassés à réduit central, dont l'*Audacieux* fut le type reproduit par le *Vanguard* et l'*Invincible*.

Ces navires ne diffèrent d'ailleurs de l'*Hercules* qu'en ce que le fort central blindé à 20 centimètres d'épaisseur est rectangulaire et porte deux étages de feux.

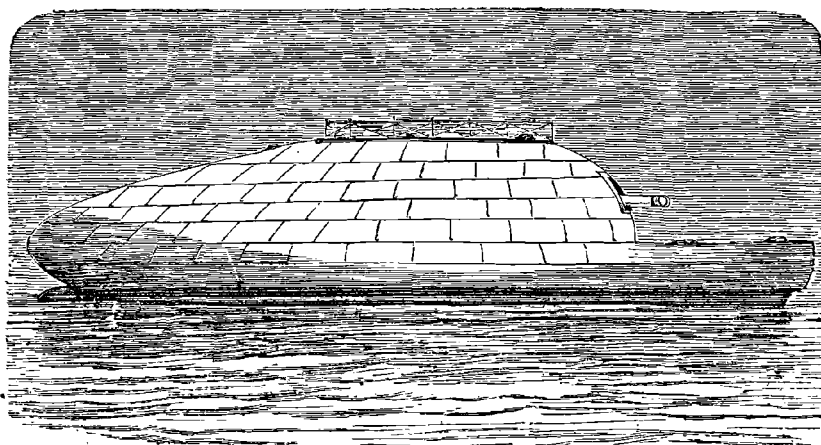
Une nouvelle série, l'*Iron-Duke*, le *Swiftsure* et le *Triumph*, mise en chantier l'année suivante, c'est-à-dire en 1868, n'en différa que par l'épaisseur de la cuirasse, variant entre 152 et 202 millimètres d'épaisseur, et reposant sur un matelas en bois de teck de 25 centimètres; on essaya cependant pour le *Triumph*, de remédier aux inconvénients des carènes en fer, dont le plus grave est la résistance à la marche.

En conséquence la coque de ce navire reçut un doublage en bois qui fut recouvert de cuivre comme dans les navires en bois ordinaires.

Mais l'effet ne fut pas très sensible.

Les navires à tourelles qui remplacèrent le *Royal Sovereign*, *Prince Albert* et autres, qui avaient laissé voir à l'usage de nombreux défauts, notamment celui de rouler de façon à paralyser l'action du tir, furent le *Captain* et le *Monarch*.

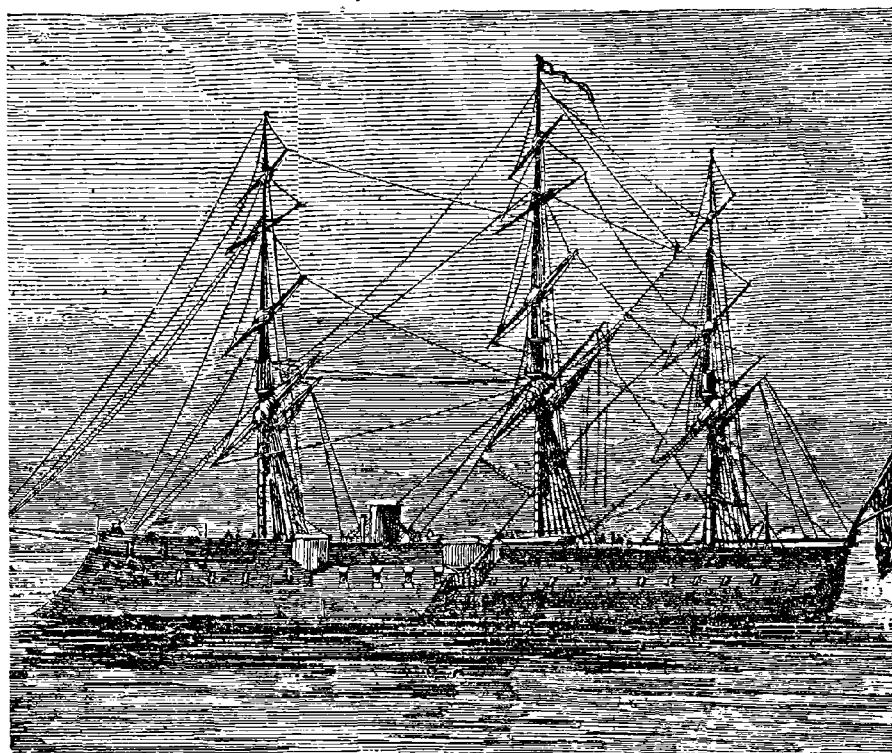
Le premier fut construit sur les plans et sous la direction du capitaine Coles, l'inventeur des tourelles, qui s'était donné pour objectif de remédier à tous les inconvénients reconnus des tourelles isolées et de combiner les avantages qu'elles offrent aux



Chaloupe-canonnière cuirassée, dite *bateau-tortue*.

monitors avec les qualités nautiques d'un
croiseur de première classe.

A cet effet, il donna à son navire une
longueur de 97 mètres et demi sur une



Le Marengo. — Frégate cuirassée française.

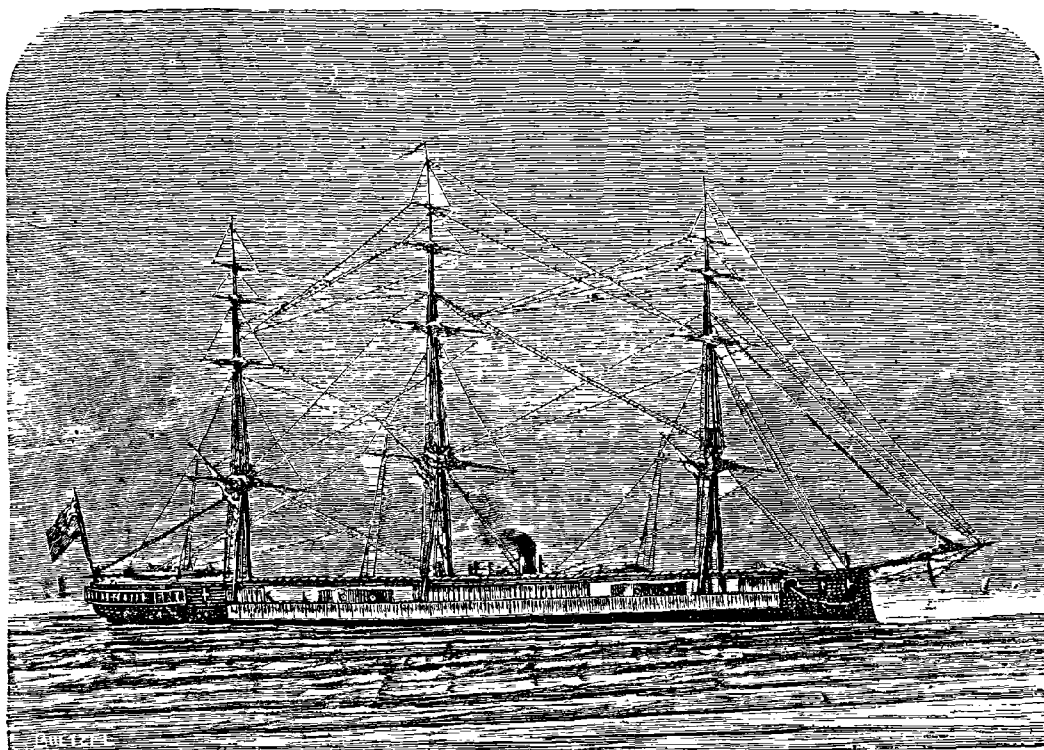
largeur de 16^m,20, et le munit de deux hé-
lices indépendantes, mues chacune par

une machine à vapeur de la force nominale
de 450 chevaux.

Le Captain, cuirassé de bout en bout, à des épaisseurs variables, jusqu'à 1^m,52 au-dessous de la ligne de flottaison, portait sur son premier pont, qui n'était élevé que de 3 mètres au-dessus de l'eau, deux immenses tourelles, cuirassées avec des plaques de 20 centimètres d'épaisseur et renfermant chacune deux gros canons du calibre

de 600 livres, pesant chacun 22,000 kilogrammes.

Outre ces deux tourelles, il possédait à l'avant et à l'arrière deux réduits blindés à 17 centimètres d'épaisseur, destinés à abriter les aménagements de l'équipage, et couverts, comme dans les navires ordinaires, de gaillards armés chacun d'un ca-



Le Captain. — Monitor de mer anglais.

non pour tirer en chasse et en retraite.

Pareil blindage était répété autour de la cheminée de la machine et disposé symétriquement, de façon à tenir le milieu entre les deux tourelles.

Ce blindage servait en même temps de charpente, ou pour mieux dire de murailles de soutènement au *spardeck* (pont central) de 7^m,35 de largeur qui reliait le gaillard d'avant au gaillard d'arrière en passant par-dessus les tourelles.

Ce système avait pour but de mettre à l'a-

Liv. 19.

bri des coups de mer les tourelles, qui, dans les monitors, ne sont pas protégées du tout, — ce qui est le plus grand défaut de ce genre de construction; — il était complété par l'addition d'un pavois en tôle qui avait juste la longueur qui sépare les deux gaillards, et qu'on rabattait du *spardeck* sur la coque quand le navire n'avait pas besoin de démasquer ses tourelles pour combattre.

En temps ordinaire, le *Captain* avait donc l'aspect d'une frégate un peu basse sur

19

l'eau, ce qui faisait paraître sa mâture encore plus élancée.

Nous parlons au passé, car le *Captain* n'a pas vécu; dans un voyage d'essai en 1869, l'ingénieur étant à son bord; il essuya un coup de mer, chavira, et ce qu'il y a de plus triste, tout l'équipage se perdit.

On attribua ce malheur au mauvais équilibrage du navire, et cela ne découragea point pour essayer l'autre.

Le *Monarch*, construit sur les plans du contrôleur de l'Amirauté, a quelques mètres de plus de longueur, mais son armement est identique; la disposition de ses tourelles est la même, la seule supériorité qu'il pourrait avoir sur le *Captain*, en tant que construction, c'est que son blindage est plus épais; encore cette supériorité n'est guère effective, car cinq centimètres de plus ou de moins dans une plaque de blindage ne sont pas une affaire pour des projectiles qui percent couramment les cuirasses de 30 centimètres.

Du reste, ce navire ne remplit pas complètement le double effet qu'on en attendait; mais si l'Angleterre n'avait pas encore le type des croiseurs mixtes qu'elle rêvait, elle avait du moins un monitor de mer, dont le besoin se faisait de plus en plus sentir chez elle, la France en possédant depuis un an.

**

Rien de ces innovations, dont on faisait grand bruit de l'autre côté de la Manche, n'était inconnu chez nous et notre marine avait répondu d'avance aux grandes constructions rivales par l'apparition du *Marengo* et de ses similaires, qui abandonnèrent le type, illustré par la *Gloire* pour adopter des coupoles dans le genre de celles du capitaine Coles, avec des perfectionnements nouveaux et une addition capitale, l'invention du réduit central tout simplement.

Le *Marengo* est une grande frégate à

hélice de 950 chevaux-vapeur, grée en vaisseau, c'est-à-dire avec une mâture très élevée, qui lui donne non seulement de la grâce, sinon de la légèreté, mais lui assure une stabilité bien supérieure aux mâtures raccourcies, adoptées jusqu'alors pour les cuirassés.

Ses dimensions sont à peu près les mêmes que celles du *Solferino*.

Son armement se compose de douze canons, tous rassemblés dans l'espace central compris entre le mât de misaine et le grand mât, savoir : huit pièces du calibre de 19 centimètres, placées en batterie, quatre sur chaque flanc dans l'entrepont et quatre du calibre de 24 centimètres, disposées, une à une dans quatre tourelles blindées, qui circonscrivent le réduit central, étant placées deux à deux de chaque côté du navire.

Ces tourelles sont fixes, mais les canons sont montés sur affûts à châssis tournants de façon que leur tir puisse rayonner dans toutes les directions.

Le réduit central, qui comprend non seulement l'artillerie, mais encore la machine qui est l'âme du navire, est revêtu entièrement d'une cuirasse en fer de 22 centimètres d'épaisseur (la plus grande qu'on ait donnée jusqu'alors) et il est isolé par des murailles, également en fer, de l'avant et de l'arrière, divisés par des cloisons transversales, en compartiments étanches, quoique protégés extérieurement par un blindage de 15 centimètres d'épaisseur, suffisant dans la plupart des cas, à assurer leur invulnérabilité.

On sait, d'ailleurs, qu'au moyen des compartiments cellulaires, le vaisseau pourrait être traversé de part en part, dans quelques-unes de ses parties, sans pour cela être mis hors de combat, puisqu'il conserverait tout ou, du moins, la plus grande partie de ses facultés de navigabilité.

Comme trait caractéristique de ce type nouveau, qui fut adopté pour la construction de nos cuirassés, et qui prit le nom de

type *Alma*, parce que cette corvette, de 450 chevaux, mise en chantier en même temps que le *Marengo*, parut plus réussie de formes; on remarque la proéminence de l'éperon d'acier dont le navire est armé à l'avant.

On construisit ainsi, d'abord, la *Belligueuse*, qui porta le pavillon français au Chili, au Pérou, et dans les mers du Mexique; puis la *Provence*, l'*Océan*, le *Redoutable*, le *Calvados*, le *Colbert*, le *Suffren* et quelques autres, sans apporter d'autre modification au modèle que le remplacement des quatre tourelles du réduit central par deux seulement pour les corvettes comme l'*Atalante*, la *Jeanne-d'Arc*, la *Reine-Blanche*, la *Thétis*, etc., qui ne furent armées que de canons de 19 centimètres.

Mais on essaya pourtant autre chose, en demandant à l'Amérique deux moniteurs de mer qu'on se réservait de gréer et d'armer à Cherbourg.

Le *Rochambeau*, le premier de ces vaisseaux (autrefois le *Deenderberg*), est la plus formidable machine de guerre qui fut encore sortie des arsenaux américains; c'est peut-être pour cela qu'elle fut laissée pour compte par le gouvernement des États-Unis au constructeur, M. Webb, qui chercha aussitôt à la vendre à l'étranger.

Comme aspect, avant la mâture qu'on lui donna en France, c'était à peu près le *Nouvel-Ironsides*, sauf les proportions, d'ailleurs colossales.

Sa longueur est de 115^m,30, sa largeur sur le pont est de 43^m,30, et à la flottaison de 22 mètres.

Cet étrange navire se compose d'une coque en bois, dont les murailles s'évasent à partir de 1^m,50 au-dessous de la flottaison pour se prolonger ainsi jusqu'au pont, qui n'est qu'à 1^m,50 au-dessus de l'eau.

Sur ce pont, blindé assez légèrement comme la coque du navire, s'élève un fort casematé de 48 mètres de longueur et de toute la largeur du pont, puisque ses mu-

raillies latérales, construites avec une inclinaison de 45 degrés, viennent rencontrer celles du navire à peu près à angle droit.

Ce fort, cuirassé fortement et couvert d'un pont blindé à la même épaisseur, est percé de vingt-deux sabords disposés de façon à ce que les feux de l'artillerie battent tout l'horizon.

L'artillerie ne se compose pourtant que de quatorze pièces: quatre de 27 centimètres et les dix autres de 24, ce qui représente pour ses deux bordées tirées à la fois la masse effrayante de 2,308 kilogrammes de projectiles.

Une machine à vapeur de 1,000 chevaux permet au *Rochambeau* de filer ses 15 nœuds, mais malgré cette vitesse, tout à fait exceptionnelle pour un navire de ce poids, on n'a jamais songé à l'utiliser que comme garde-côte, encore a-t-il été mis à la retraite pour cause de vices de construction, et il a dû achever de pourrir dans l'arsenal de Brest.

L'*Onondaga*, qu'on acheta ensuite et qui était aussi un monitor de mer à deux tourelles tournantes dans le genre du *Miantonomah*, n'était pas encore armé quand éclata la guerre de 70-71, de sorte qu'il traîna dans les arsenaux; puisque, pendant cette campagne, où nous étions pourtant si cruellement éprouvés, on ne put, soit par une incurie difficile à comprendre, soit plus probablement parce que nos vaisseaux n'étaient pas assez maniables pour aller porter l'effroi dans les ports ennemis, tirer aucun service de cette flotte cuirassée qui avait fait tant de bruit, et coûté plus de millions encore.

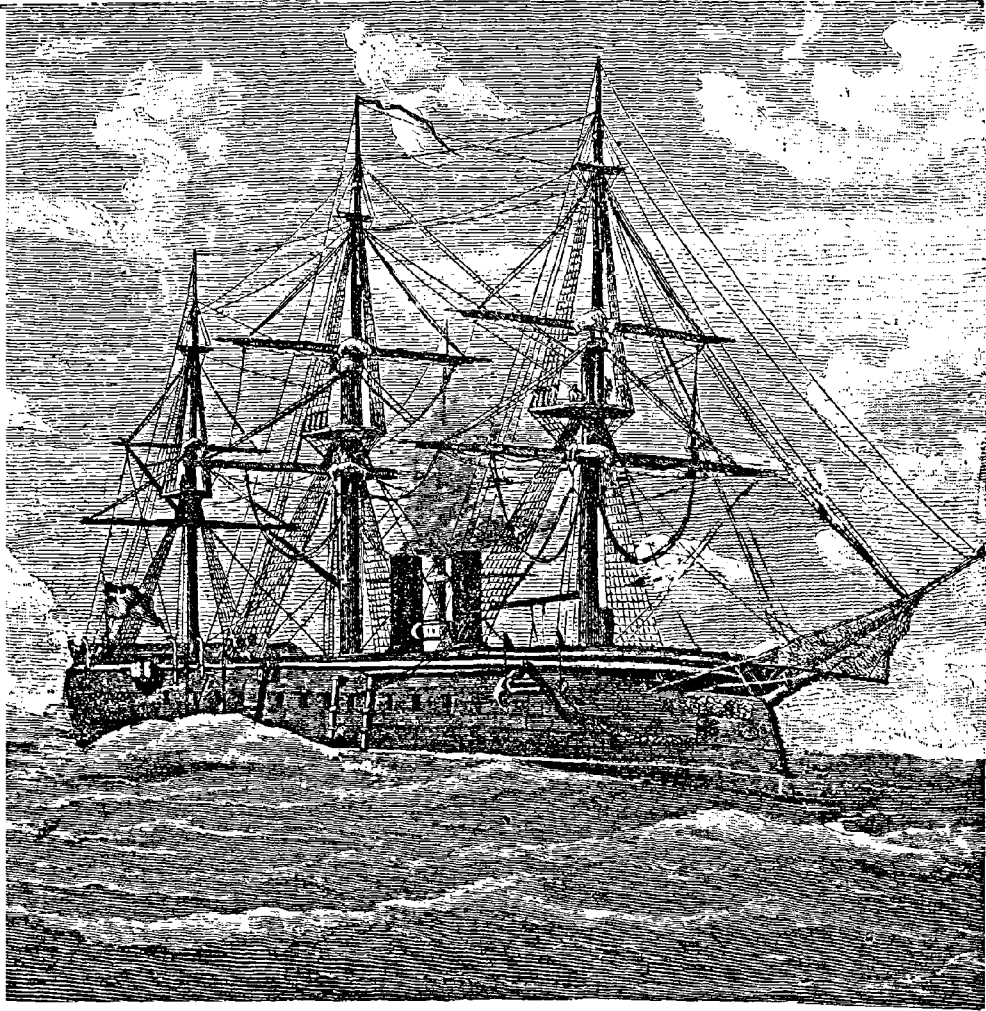
Car, il ne faut pas se le dissimuler, à force de vouloir augmenter l'épaisseur des cuirasses dans l'espérance de rendre les navires invulnérables, on était arrivé à neutraliser la plupart de leurs qualités nautiques.

Le poids mort des vaisseaux cuirassés est si considérable qu'ils doivent renoncer presque complètement à se servir de leur

voilure, et leur propulseur demande une telle dépense de combustible qu'aucun d'eux n'est capable d'emporter l'approvisionnement de charbon nécessaire seulement à traverser l'Atlantique sous vapeur;

donc il était difficile d'entreprendre une campagne sur une côte ennemie où l'on était certain d'avance de ne point trouver à se ravitailler.

Résultat déplorable, en tous cas, et qui



Le *Kaiser Wilhelm*. — Vaisseau cuirassé prussien.

n'était pas de nature à encourager dans de nouveaux essais de construction navale.

Aussi ce fut l'Angleterre qui, n'ayant pas d'ailleurs les mêmes raisons que nous pour ménager son argent, et éprouvant le besoin de remplacer le *Captain*, reprit la

corde avec la *Dévastation*, lancée à Portsmouth le 12 juillet 1871.

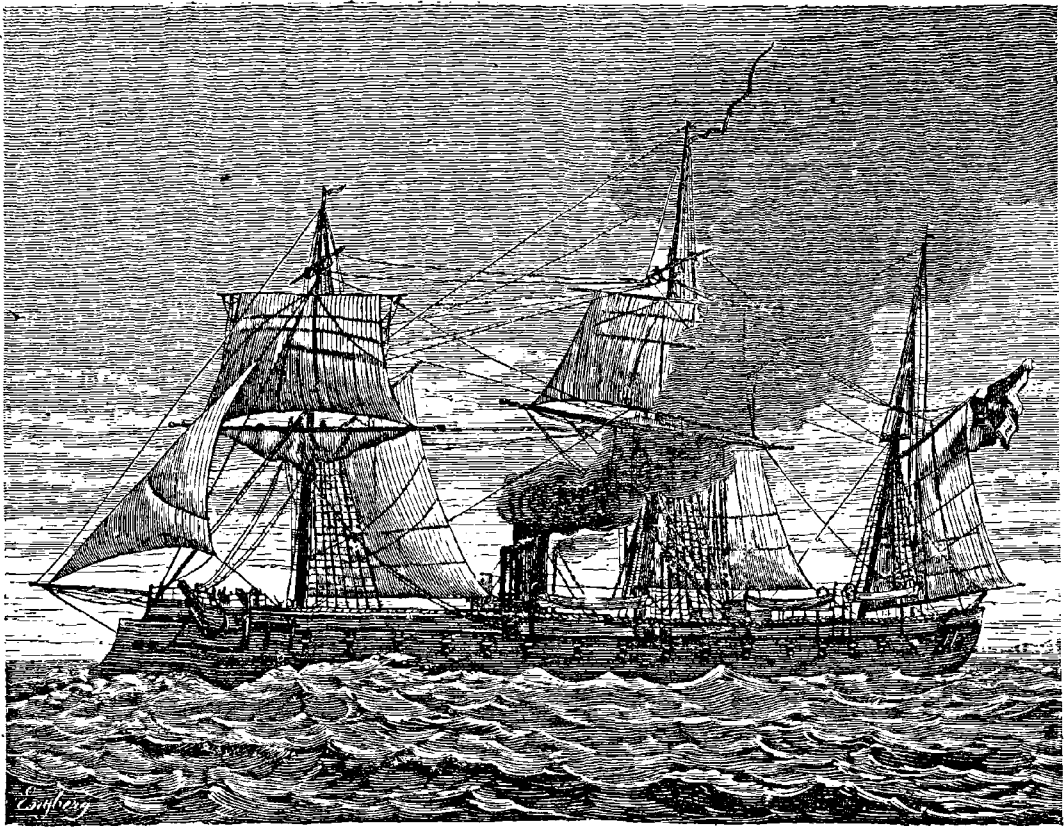
Cette frégate, qui mesure 280 pieds en longueur sur 62 pieds en largeur, est, en somme, un grand monitor perfectionné par M. Reed et pourvu d'une mâture. Formé, comme les batteries flottantes américaines,

de deux coques, son enveloppe extérieure est recouverte de plaques de blindage qui ont 14 pouces d'épaisseur au centre et à la flottaison et un peu moins aux deux extrémités du navire, sans pourtant descendre au-dessous de 10 pouces.

La coque jauge 4,400 tonneaux, ce qui

permet d'emmagasiner dans les soutes 1,800 tonnes de charbon pour l'approvisionnement de ses deux machines à vapeur de 800 chevaux qui font tourner deux hélices jumelles, mais cependant indépendantes l'une de l'autre.

Le pont du navire, qui se termine en



Le Friederich Karl. — Frégate cuirassée prussienne.

cône aux deux extrémités, supporte un parapet de 7 pieds de hauteur, cuirassé avec des plaques de fer de 10 et 12 pouces.

C'est sur ce parapet, qui a 156 pieds de long sur 50 de large au milieu, que sont placées les deux tourelles mobiles, blindées de la même façon et dont le diamètre intérieur dépasse 24 pieds, de façon à contenir à l'aise deux canons Frazer rayés,

du poids de 35 tonnes chacun et se chargeant par la bouche.

L'effet de ces canons, qui lancent des projectiles énormes, est d'autant plus puissant qu'ils se trouvent placés à 14 pieds au-dessus de la ligne de flottaison, ce qui facilite le tir à grande portée.

Entre les deux tourelles, qui ont une machine spéciale pour les faire tourner, comme il y en a une aussi pour faire ma-

nœuvrer le gouvernail — qui peut néanmoins être tourné à la main — se trouve une tour blindée, assez vaste pour envelopper les deux cheminées et les écoutilles par lesquelles on communique du pont dans l'intérieur du navire.

Bref, malgré son poids dépassant 9,000 tonnes et ses 26 pieds de tirant d'eau, la *Dévastation*, lancée dans les journaux plus bruyamment que sur la Manche, fut considérée partout comme le type par excellence du vaisseau cuirassé, arrivé à son plus haut degré de perfectionnement; la sensation fut immense, l'admiration générale.

Malheureusement, quelque temps après, M. Armstrong produisit un canon dont le projectile traversait comme une motte de beurre une plaque de blindage de 18 pouces d'épaisseur.

Or, comme la cuirasse de la *Dévastation* n'était que de 14 pouces, le problème était encore une fois à résoudre.

* *

Il se produisit alors un mouvement de découragement, dont l'élan fut donné par l'amirauté anglaise elle-même, qui, justement touchée de ses douze millions perdus, émit le vœu qu'on ne se lançât plus à l'aventure dans la construction de nouveaux vaisseaux du type de la *Dévastation*; et posa même sérieusement la question de savoir « si le blindage des vaisseaux conserve quelque valeur et s'il ne doit pas être totalement abandonné comme un coûteux embarras. »

Ilâtons-nous de dire que cette panique fut de courte durée, et profitons de l'accalmie pour liquider notre arriéré avec les autres puissances maritimes, dont nous n'avons pas parlé, parce que, se fournissant à l'étranger sur les plans adoptés déjà, elles n'avaient encore créé aucun type et paraissaient peu disposées à tenter quelques

efforts pour la solution d'un problème, d'ailleurs insoluble.

C'est ainsi que la Prusse avait fait faire en Angleterre son *Kaiser Wilhelm* et son *Kronprinz*, comme elle commanda plus tard son *Friederich Karl* dans les forges et chantiers de la Méditerranée, en attendant qu'elle soit installée pour fabriquer pour elle-même et même pour les autres, comme elle l'a fait dernièrement pour la Chine, qui, éprouvant le besoin d'avoir une corvette cuirassée, n'a rien trouvé de plus intelligent que de la commander en Allemagne.

Cette corvette est d'ailleurs originale, bien que rien dans sa forme ne rappelle le Céleste-Empire; elle a quelque chose de nos batteries flottantes, dernier modèle, plus quatre tourelles, une à l'avant, l'autre à l'arrière, et les deux autres de chaque côté du navire, vers le milieu, et reliées entre elles par la passerelle du commandant.

Son gréement est tout spécial, car elle n'a que deux mâts qui n'ont chacun qu'un seul hunier; en revanche elle possède deux énormes cheminées qui lui donnent, sauf les canons dont les bouches sortent par les sabords des tourelles, tout à fait les allures d'un de ces grands paquebots qui font le service des lacs de Suisse.

Elle n'est, du reste, pas destinée à naviguer à la haute mer; affectée spécialement à la défense des côtes, son fond plat lui permet de naviguer sur des eaux peu profondes.

Mais revenons au *Kaiser Wilhelm*, qui mérite d'ailleurs une description, comme il nous a paru mériter une gravure, non à cause de son aspect qui n'a rien de particulier, mais à cause de sa construction qui n'est point ordinaire et appartient à un genre connu sous le nom de système longitudinal.

Ce système consiste en une série de ceintures en fer placées longitudinalement à des intervalles de 2^m,13 les unes des autres,

et reliées entre elles par des liaisons verticales également en fer, et distantes de 60 centimètres dans les parties qui doivent porter la cuirasse, et du double au-dessus de la flottaison.

Ce quadrillage en fer, qui remplace les couples usités dans la construction ordinaire, est revêtu intérieurement comme extérieurement d'un bordé, placé de façon qu'il y ait entre les deux revêtements un espace vide de 1^m,37 de largeur, qui sert de soute à charbon, non pas seulement pour emménager facilement une matière encombrante, mais encore et surtout pour opposer au boulet ennemi, au cas où il viendrait à traverser la première muraille du navire, un obstacle considérable qui l'empêcherait, neuf fois sur dix, de pénétrer à l'intérieur.

Ceci, quoique très ingénieux en théorie, perd presque toute sa valeur dans la pratique; car, pour que les soutes à charbon rendissent le service qu'on semble attendre d'elles, il faudrait qu'elles fussent toujours remplies, et cela ne peut pas être le cas, dans un vaisseau qui n'a de place que pour 780 tonneaux de combustible, alors que les 40 foyers de ses machines peuvent en brûler 200 tonneaux par jour.

C'est là le point faible du *Kaiser Wilhelm*, qui, en dehors de cela, est fort habilement construit.

Sa longueur considérable, relativement à sa largeur (111^m,25 sur 18^m,16), lui permet de porter assez allègrement sa lourde cuirasse qui a 20 centimètres d'épaisseur au milieu et va en diminuant jusqu'à 17 à 2 mètres au-dessous de la ligne de flottaison, et jusqu'à 15 vers l'avant et vers l'arrière, sans compter bien entendu le matelas de bois de teck de 30 centimètres, ce qui fait, en somme, au projectile une épaisseur de près de 2 mètres à traverser pour pénétrer dans le navire.

Le *Kaiser Wilhelm* a deux machines à vapeur d'une force nominale de 1,150 che-

vaux, ce qui lui donne, malgré son déplacement considérable et ses 8 mètres de tirant d'eau, une vitesse de 13 à 14 nœuds.

Son armement offensif se compose de 26 canons Krupp, lançant des projectiles de 136 kilogrammes : savoir, 22 dans la batterie, et les 4 autres sur les gaillards blindés à cet effet.

C'est-à-dire qu'immédiatement en avant du mât d'artimon et à l'arrière du beaupré se trouvent deux murailles transversales qui traversent la batterie et s'élèvent de 2^m,13 au-dessus du pont sur lequel elles se recourbent en forme de bouclier percés de sabords pour l'artillerie.

Il va de soi que ces murailles, qui ont pour objet d'abriter les canonnières, sont blindées (15 centimètres de fer sur un matelas de bois de teck de 45 centimètres d'épaisseur).

Le *Kronprinz* est construit à peu près de la même façon, mais ses proportions sont moindres, puisque sa machine à vapeur n'est que de 950 chevaux.

Il n'est, du reste, armé que de 16 canons.

Sa force propulsive est de 400 chevaux nominaux, répartis en deux machines pourvues de condenseurs à surface et de surchauffeurs et mettant en mouvement deux hélices indépendantes.

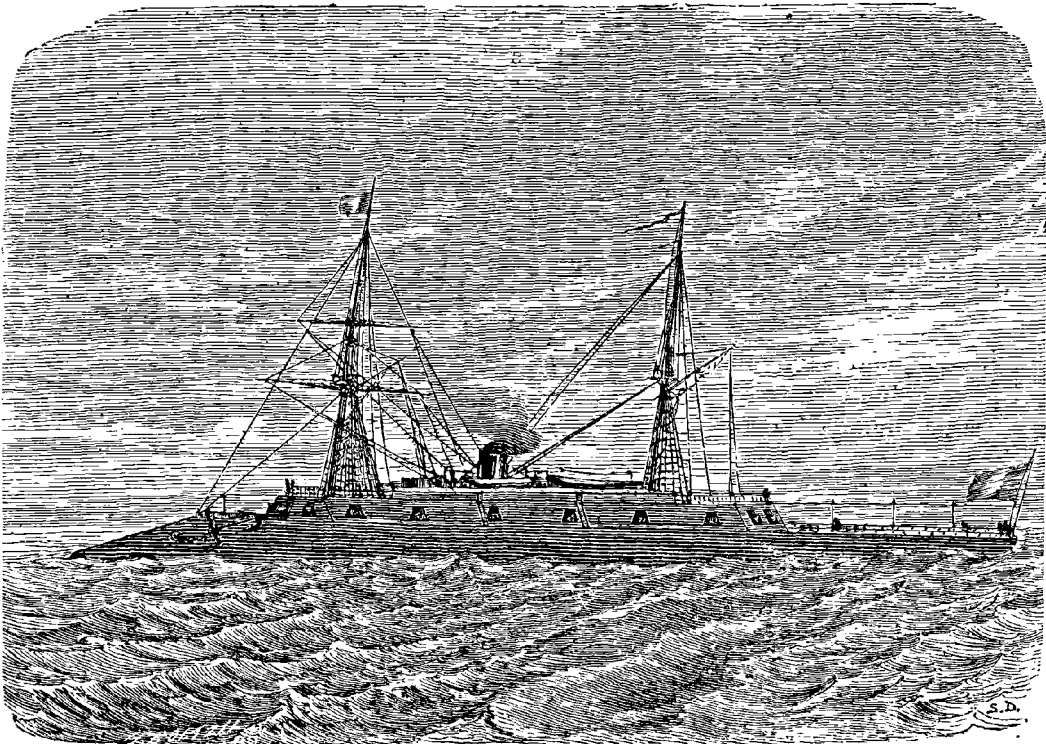
Quant au *Friederich Karl*, qui est devenu le type définitif de la marine cuirassée prussienne, c'est une très belle frégate de 64^m,16 de longueur sur une largeur, hors cuirasse, de 16^m,16, sa machine motrice est de 950 chevaux vapeur, et son déplacement d'environ 6,000 tonneaux.

Comme tous les navires construits aux chantiers de la Seyne, sa coque est toute en fer; elle est divisée intérieurement en compartiments étanches par cinq cloisons également de fer, et recouverte extérieurement par un bordage en bois de teck, de 30 centimètres d'épaisseur, qui sert de matelas à une cuirasse épaisse de 127 milli-

mètres, enveloppant le navire dans toute son étendue.

Le *Friederich Karl* n'a pas d'éperon, mais son étrave est renforcée de façon à lui en tenir lieu à l'occasion. Son artillerie se compose de quatorze pièces Krupp du plus gros calibre, en batterie et de deux pièces non moins grosses, en barbette, sur le pont.

A moins toutefois qu'on ait changé son armement, selon le mode actuel, depuis que la Prusse se pique de construire elle-même, et de s'être pourvue, malgré le peu d'étendue de ses côtes (ce qu'elle regrette plus qu'on ne saurait le dire, et assurément trop pour la tranquillité européenne) d'une flotte cuirassée qui ne le cède à



Le Rochambeau. — Monitor de mer français.

aucune autre, ce que nous croyons fermement, et que nous voudrions toujours croire... de confiance.

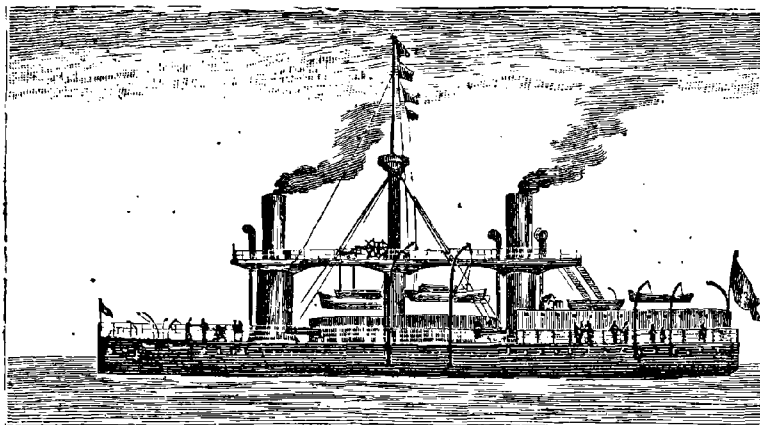
Dès 1862, l'Italie commandait en France quatre frégates cuirassées sur le modèle un peu modifié de la *Gloire*.

Le *Castelfidardo*, l'une de ces quatre frégates, que représente notre gravure, a été construit à Nantes, dans les ateliers de MM. Ernest Gouin et C^{ie}; les autres, construites par les Forges et Chantiers de la Méditerranée, et par M. Arman de Bor-

deaux, étant de dimensions exactement pareilles, notre description servira pour toutes.

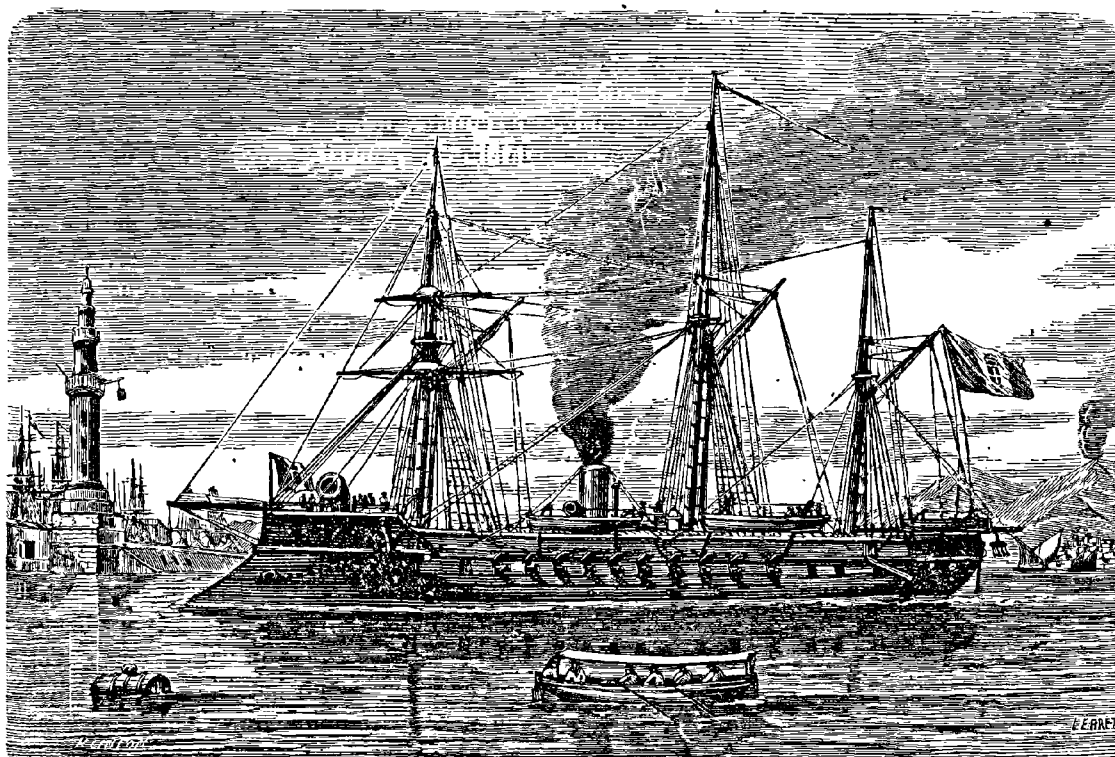
Leur longueur à la flottaison est de 76 mètres et de 80 mètres jusqu'à l'extrémité de l'éperon, leur largeur hors cuirasse est de 15^m,25.

La coque, toute en fer, est recouverte d'un matelas en bois de teck de 35 centimètres d'épaisseur, recouvert lui-même de la cuirasse, dont le poids dépasse 800,000 kilogrammes.



Le Duilio. — Monitor de mer italien.

La force motrice de chaque frégate est de 800 chevaux vapeur, et son armement se compose de vingt-deux canons rayés du calibre 40, disposés en une seule batterie sur chaque flanc du navire. On signalait comme amélioration dans



Le Castelfidardo. — Frégate cuirassée italienne.

la construction de ces navires l'addition à l'intérieur un courant d'air toujours renouvelé, diminuaient de beaucoup la chaleur.

leur presque intolérable, constatée dans les premiers navires en fer.

Cette commande a bientôt été suivie d'une autre, faite aux chantiers de la Seyne, seulement, qui construisirent en seize mois la *Regina Maria Pia*, belle frégate de 78 mètres de long, au déplacement de 4,362 tonnes, dont le blindage de 12 centimètres d'épaisseur, fabriquée par MM. Morel frères, de Rive-de-Gier, a fait si bonne figure au combat de Lissa, que le navire en est sorti, sans autres avaries que des marques de cinq à six centimètres d'épaisseur faites sur ses flancs par les boulets ennemis.

Sur le même modèle, les chantiers de la Seyne ont également livré au gouvernement italien le *San Martino*, le *Formidable*, le *Terrible*, le *Palestro* et le *Varese*, qui tous ont pris une part plus ou moins grande à la bataille de Lissa, mais plus heureuse que le *Re d'Italia*, construit en Amérique, qui fut coulé par le choc d'un vaisseau autrichien, et cela si vite que sur les 600 hommes composant son équipage, quatre cents trouvèrent la mort dans les flots, malgré la proximité des autres navires de l'escadre.

Il serait puéril d'attribuer le sort de ce vaisseau à sa provenance; cependant, de ce jour, les Italiens, qui sont superstitieux ne demandèrent plus rien à l'Amérique.

Comme ils sont aussi travailleurs, ils outillèrent leurs arsenaux et chantiers de Gênes, la Spezia, Livourne, et surtout de Venise, de façon à faire par eux-mêmes l'application, sinon la fabrication des plaques de blindage sur leurs navires garde-côtes.

C'est ainsi qu'ils construisirent, au lendemain de leur défaite quelques corvettes, cinq canonnières de grand modèle et trois batteries flottantes.

Depuis, pour ne pas rester en arrière du mouvement, ils ont perfectionné leur mode de construction.

Ce qu'ils ont produit de plus remarquable, ce sont leurs monitors de mer, le *Dandolo* et le *Duilio*, disposés sur le même modèle, et

dans les mêmes proportions, considérables d'ailleurs, puisque chacun de ces navires a un déplacement de 10,600 tonnes.

Sans autre mâture qu'un bas mât, s'élevant au milieu des deux cheminées des machines qui actionnent les hélices, et sont reliées entre elles par une passerelle où se trouve le gouvernail et qui sert de banc de quart au commandant; ces navires portent, à la partie centrale de leur pont, élevé d'environ 3 mètres au-dessus de la flottaison; deux énormes tourelles en fer recouvertes d'un fort matelas de bois de teck, sur lequel s'appuient les plaques de blindage.

Ces tourelles renferment chacune un canon de 100 tonnes, rendu maniable par son montage sur plaque tournante, qui lui permet d'envoyer ses énormes projectiles dans toutes les directions.

C'est là toute l'artillerie des monitors italiens, mais il ont à l'avant un vaste réduit casematé, qui part de la cheminée et dont le blindage, aussi élevé que les tourelles, est percé de meurtrières permettant de faire, à l'abri un terrible feu de mousqueterie ou des nouvelles mitrailleuses de mer, aménagées maintenant à bord de presque tous les navires de guerre.

Il va sans dire que ce fort n'occupe pas toute la largeur du pont, ce qui nuirait à la manœuvre.

* *

La bataille de Lissa, le seul combat naval d'assez d'importance, qui se soit livré depuis l'invention des navires cuirassés, pour donner une idée, encore un peu vague, de ce qu'on peut en attendre en bataille rangée, implique nécessairement pour l'Autriche, à qui l'avantage est resté dans cette journée, la possession d'une flotte cuirassée redoutable.

En effet, l'Autriche avait, en 1866, un certain nombre de vaisseaux blindés venant

d'un peu partout, et même de ses propres chantiers.

Depuis, elle a fait comme toutes les autres puissances maritimes, elle a perfectionné peu à peu ses moyens de construction et créé, avec le *Tegethoff*, un type de frégate cuirassée assez remarquable.

Ce navire, long, effilé, peu chargé de voiles, muni à l'avant d'un éperon d'acier; est du système dit à réduit central, mais sans tourelles pour porter les canons, qui sont en batterie dans l'entrepont; en revanche, le réduit central rectangulaire et fortement cuirassé, fait sur les flancs du navire une saillie assez prononcée pour qu'on puisse placer dans les sabords, des canons tirant dans la direction de l'avant et de l'arrière.

En somme, le *Tegethoff* rappelle un peu le modèle du *Marengo*, additionné de l'espace de blockaus, servant de tourelle d'observation, qu'on remarquait sur le *Magenta*.

L'avant et l'arrière du navire, mû par deux machines indépendantes qui font tourner deux hélices, sont cuirassés plus légèrement que la partie centrale, par contre ils sont divisés par des cloisons de fer, en compartiments étanches.

La Turquie n'a pas manqué d'occasions, dans ces derniers temps, de montrer sa flotte cuirassée, on se souvient peut-être de la façon dont un simple bateau torpilleur russe fit sauter un de ses plus redoutables vaisseaux pendant la dernière guerre, mais il ne lui est pas difficile de les remplacer, puisqu'elle les tire tout armés d'Angleterre : Ce n'est qu'une question d'argent.

Le dernier modèle adopté par la Sublime-Porte est celui de *Memdoohieh*, que notre gravure expliquera suffisamment, puisqu'il se rapproche beaucoup des premiers types anglais, cuirassés d'une façon plus particulièrement solide à la partie centrale, qui abrite les machines à vapeur, et les canons en petit nombre, mais du plus fort calibre.

C'est à la France que l'Espagne a demandé son premier navire cuirassé.

Les Forges de la Méditerranée construisirent pour elle une des frégates les plus considérables qui soient sorties de ses chantiers, la *Numancia*, le premier cuirassé européen qui, passant le détroit de Magellan, soit entré dans l'océan Pacifique pour y porter la guerre.

La *Numancia* fit ses preuves à l'attaque de Callao, par l'escadre espagnole; sa cuirasse qui n'avait pourtant que 43 centimètres d'épaisseur, résista à la grêle de projectiles de 150 kilogrammes que lui lançait le fameux canon Blackely, dont nous avons eu occasion de parler dans cet ouvrage.

Un seul de ces boulets réussit à traverser son blindage, mais il était à bout de force, car il resta logé dans le matelas de bois qui protégeait la coque, et la frégate n'en souffrit pas.

La *Numancia*, qui a 96 mètres de long, est toute en fer et cuirassée de bout en bout par des plaques de fer, fabriquées à Rive-de-Gier, rivées à un matelas de bois de teck de 40 centimètres d'épaisseur.

Sa construction a ceci de particulier, c'est que son étrave, renforcée comme il convient à un navire de guerre sans éperon, est droite, et ses membrures extérieures coudées à la partie inférieure de la cuirasse, de façon à former une espèce de chaise pour la porter, aussi bien que le matelas de bois sur lequel elle est rivée.

L'intérieur est divisé ainsi : au-dessous de la ligne de flottaison s'élèvent de chaque bout, jusqu'au pont de la batterie, deux cloisons longitudinales, qui, avec la muraille extérieure du navire, constituent deux immenses compartiments étanches subdivisés par cinq autres cloisons perpendiculaires à celle-ci, qui complètent le système de défense contre l'irruption de l'eau, pour le cas où un boulet ennemi pénétrerait sous la flottaison.

Comme on le voit, c'est presque toujours

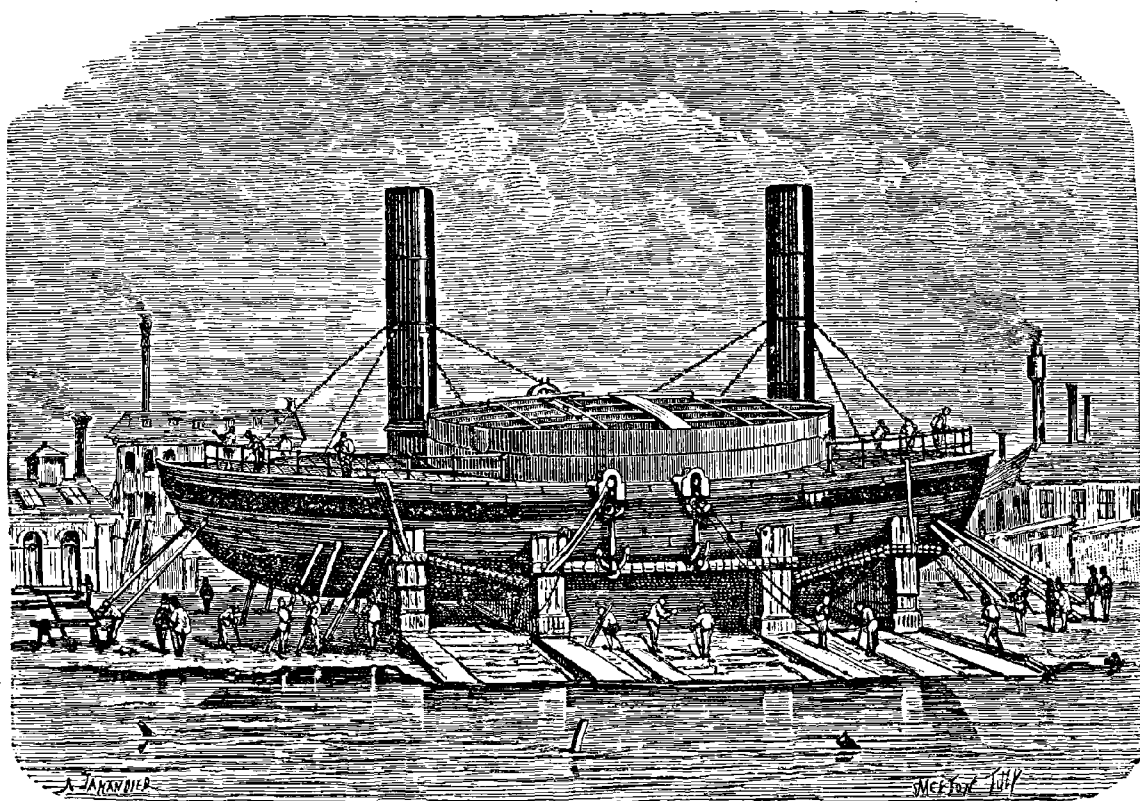
le système cellulaire qui domine; c'est justement pour cela que c'est le système de l'avenir.

Les mêmes chantiers de la Seyne ont construit, pour le gouvernement brésilien, une corvette cuirassée, qui mérite une mention.

Le *Brazil*, tel est son nom, est conçu de

façon à pouvoir naviguer avec un tirant d'eau inférieur à 4 mètres, ce qui est à peu près la moitié du fonds qu'exigent généralement les bâtiments cuirassés naviguant le mieux.

Son blindage ne s'étend que jusqu'au pont supérieur, au-dessus duquel s'élève, à



Le *Novogorod*. — Popoffka russe (Vue de l'avant).

la manière de nos batteries flottantes (type *Arrogante*), un réduit de 15 mètres de long, sur toute la largeur du navire, abritant l'artillerie, et protégé lui-même par deux cloisons transversales fortement cuirassées.

Le *Brazil*, malgré son faible tirant d'eau, qui le destine plus spécialement à la navigation sur les rivières, a fait une très belle traversée de l'océan Atlantique, pour se rendre sur le Rio Parana, où il a soutenu, pendant toute la guerre du Paraguay, le

feu des navires ennemis sans voir endommager sa cuirasse.

Le gouvernement brésilien, dont la flotte cuirassée est assez nombreuse, a demandé ses navires un peu partout.

L'Angleterre lui a fourni le *Cabrol* et le *Columbo*, petits navires en somme, puisque leur force motrice n'est que de 240 chevaux, mais qui présentent une disposition particulière : ils portent deux casemates cuirassées, percées chacune de deux sabords de chaque

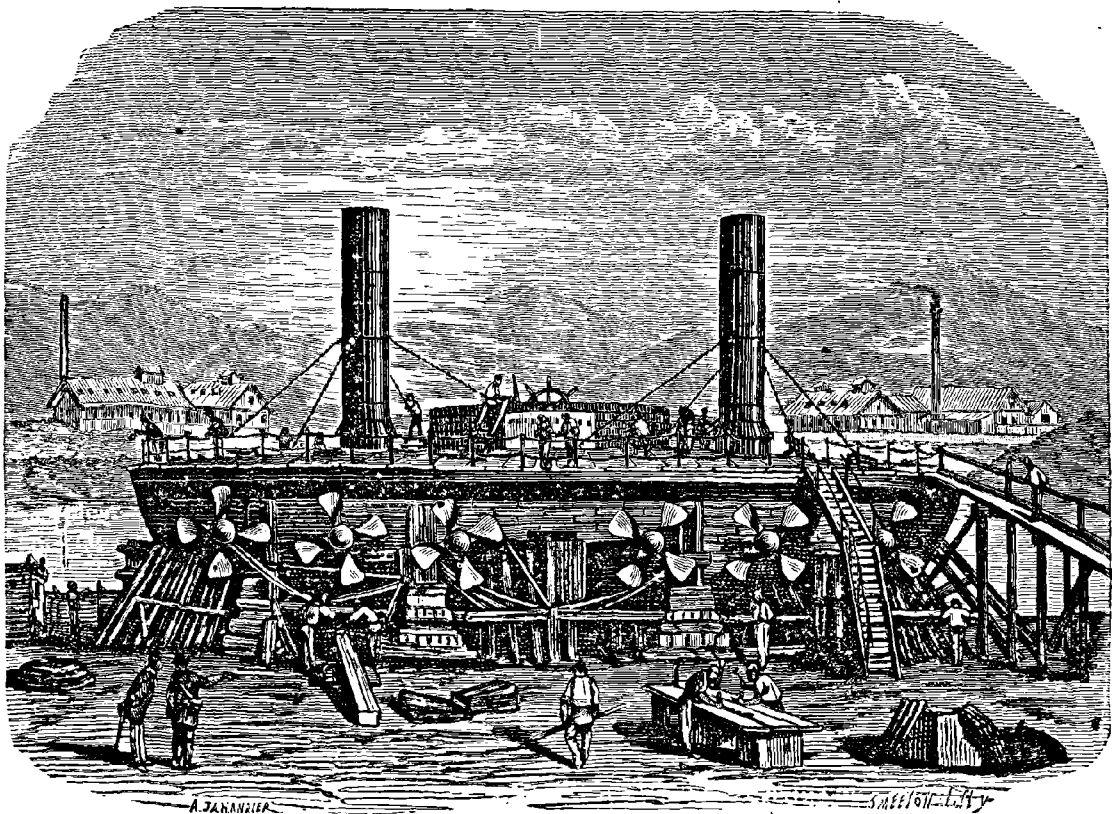
côté, pour recevoir quatre canons Whitworth du calibre de 70 livres et quatre canons à âme lisse de 68.

Le *Lima-Barras*, navire à deux tourelles, armées chacune de deux canons Whitworth de 150 livres; il est mû par deux machines de chacune deux cylindres, actionnant deux

hélices indépendantes.

Le *Bahia*, qui n'a qu'une tourelle, armée de deux gros canons, mais dont la machine de 200 chevaux, met en mouvement trois hélices.

Il a commandé à Bordeaux, aux chantiers et ateliers de l'Océan, quelques navires dont



Le *Novogorod*. — Vue de l'arrière.

le *Silvado*, à deux tourelles renfermant chacune deux canons de gros calibre, a été le modèle.

Il a aussi construit lui-même, dans ses chantiers de Rio de Janeiro, notamment le *Barroso*, petit navire, à casemate, de 120 chevaux.

Sa cuirasse est légère, puisqu'elle n'atteint que 10 centimètres dans sa plus grande épaisseur, mais elle a résisté à des boulets de 68, tirés à moins de 100 mètres.

Inutile de dire que les autres puissances de l'Amérique du Sud ne sont point restées en arrière, d'autant qu'on se bat toujours un peu dans les régions chaudes, la guerre du Chili contre le Pérou est trop récente pour qu'on ne se souvienne pas au moins du combat qui coûta la vie au *Huascar* et que la gravure qui sert de frontispice à cet article représente.

Le *Huascar*, monitor péruvien, avait été construit à Berkenhead dans les chantiers

anglais de la maison Lairif, il mesurait 61 mètres de longueur, portait des plaques de blindage de 12 centimètres et demi, et une tourelle cuirassée, armée de deux énormes canons Armstrong, se chargeant par la bouche, ce qui ne l'empêchait pas d'avoir un autre gros canon Armstrong sur chaque bordée et un autre plus petit sous la poupe.

Outre le *Huascar*, le gouvernement péruvien possédait deux frégates cuirassées armées de 14 canons, dont une, la *Indépendancia*, périt aussi au champ d'honneur, deux corvettes et quatre canonnières, mais les manquants ont été remplacés immédiatement par des navires cuirassés, commandés en Amérique pendant la guerre, et livrés trop tard pour y prendre part.

L'escadre chilienne était sinon plus nombreuse, du moins plus redoutable; elle se composait de :

L'*Almirante Cochrane*, frégate cuirassée de 3,000 tonneaux, portant des plaques de blindage de 25 centimètres et ayant, dans un réduit central à ressaut, fortement cuirassé, 6 canons nouveau modèle du poids de 12 tonnes et demie;

Du *Blanco Encalada*, autre frégate cuirassée d'un armement équivalent;

De quatre corvettes cuirassées et d'autant de canonnières.

Le tout construit à l'étranger, sur des types connus, dont nous n'avons plus à parler.

La Hollande a pris ses modèles de cuirassés en Angleterre et en France, elle a fait construire le *De Buffel* dans les chantiers de M. Napier de Glasgow et le *Scorpion* par la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée.

Le *De Buffel*, blindé de bout en bout avec des plaques de 14 centimètres, porte sur son pont une tourelle du système Coles, blindée à 20 centimètres d'épaisseur sur un matelas de bois de teck de 30.

Indépendant de cette tourelle, renfermant deux canons Armstrong du calibre de 136 ki-

logrammes et qui peut à l'aide d'une machine très ingénieuse, être manœuvrée par un seul homme, le *De Buffel* a une batterie blindée qui renferme quatre canons de calibre moindre et les logements des officiers et de l'équipage.

Le *Scorpion* est construit dans le système dit à réduit central avec un éperon très proéminent, il est tout aussi fortement blindé que le *De Buffel* et de plus, bien meilleur marcheur, car il a fourni, non pas sur le papier, mais effectivement, une vitesse moyenne de 13 nœuds.

Quant à la Russie, dont il nous reste maintenant à parler, pour avoir passé en revue toutes les grandes puissances maritimes, bien qu'elle ait commencé par faire quelques emprunts à l'Angleterre et aussi à la France, elle s'approvisionne elle-même et elle a de très beaux et très solides navires cuirassés, s'appuyant à la fois sur l'un et l'autre des systèmes connus.

Tels sont : l'*Amiral Spiridow*, *Roussalka* et *Tcharodiejka*, qui ont une batterie centrale comme le *Marengo* et deux tourelles du système Coles.

Le *Kniaz Pojarski*, à fort central, système de M. Reed.

L'*Amiral Lazarew*, qui porte trois tourelles mobiles, du capitaine Coles; et nombre d'autres frégates et corvettes, sans compter les canonnières.

Le plus grand des navires de la marine russe est le *Minine*, qui pourtant n'est pas colossal, puisqu'une machine de 800 chevaux suffit à le faire marcher à une vitesse raisonnable.

Mais le plus original qu'elle ait produit et dont nous parlons surtout à titre de curiosité, est le *Novogorod*, espèce de batterie flottante qui procède du *Monitor* pour la disposition, mais qui ne rappelle rien pour la forme.

L'amiral Popoff, inventeur de cette machine de guerre, qui ne peut guère avoir d'utilité que pour la défense des ports ou

des côtes, et qui l'a fait construire à Nikolaïeff, dans la mer Noire, a voulu faire un navire rond, auquel il a donné 30^m,25 de diamètre.

Pour remédier aux difficultés que cette forme présentait à la navigation, il a imaginé un fond plat, muni de 12 quilles de 8 centimètres de hauteur, qui affaiblit beaucoup les secousses de la mer; et il a pourvu son navire d'une force motrice de 480 chevaux-vapeur répartie en six machines, mettant en mouvement six hélices indépendantes, mais placées deux à deux parallèlement l'une à l'autre de façon qu'il y en ait toujours trois de chaque côté du navire, quelque révolution qu'il fasse sur lui-même,

Par ce moyen, il obtient juste la vitesse des monitors américains, c'est-à-dire une lenteur de quatre à cinq nœuds.

Néanmoins, comme batterie flottante, cet engin, fortement cuirassé, présente des qualités qu'il ont fait accepter tout d'abord sous le nom générique de *Popoffka*, mais sans pourtant le faire adopter complètement comme type, car on n'a construit que le *Kiew* sur le même modèle.

Comme système défensif, les popoffkas possèdent une double coque, et leurs murailles complètement verticales ont un énorme matelas de bois de teck entre le bordé et les plaques de blindage.

Au milieu du pont, s'élève une tourelle fixe de 9 mètres de diamètre, et de 2^m,15 de hauteur, cuirassée à 23 centimètres d'épaisseur.

C'est cette tourelle qui contient l'artillerie du navire, composée de deux canons en acier du plus fort calibre, qui, montés sur affûts tournants, peuvent tirer dans toutes les directions par les sabords ménagés dans la tour.

A l'avant est une seconde tourelle, également cuirassée, qui sert de logement aux officiers du bord, au nombre de onze (l'équipage se composant de 90 hommes).

A l'arrière, mais sous le pont, sont les ma-

chines motrices et les aménagements pour l'équipage, on y a réservé aussi des compartiments destinés à recevoir des tubes porteurs de torpilles.

Répétons-le, les popoffkas ont leur raison d'être, mais seulement comme garde-côtes.

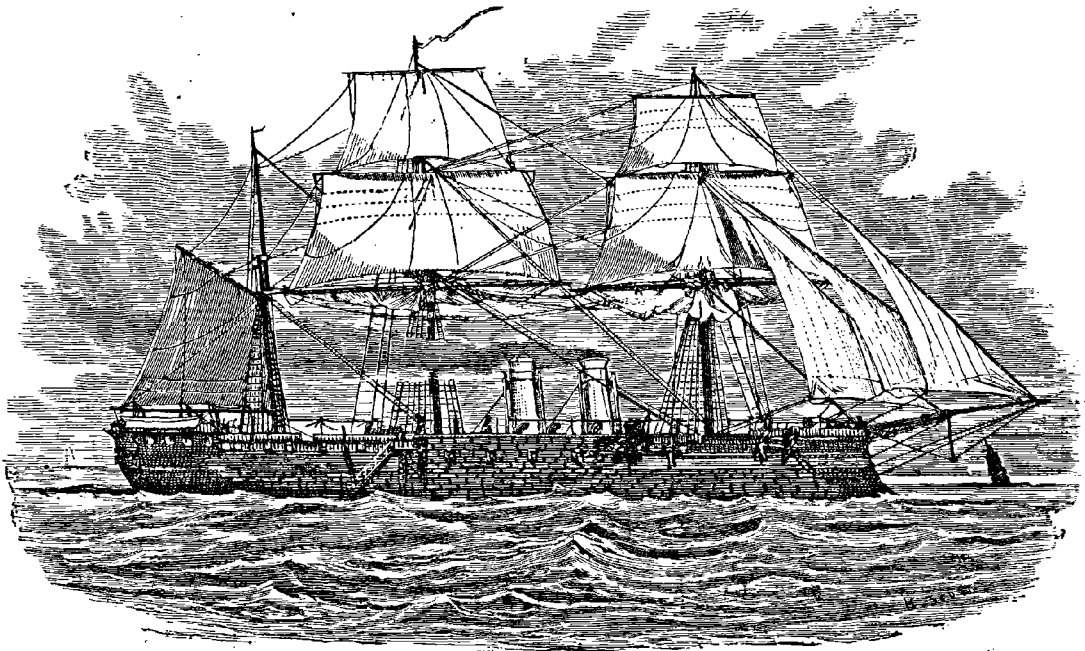
Encore cette raison d'être a-t-elle été bien contestée dans le pays, et même par beaucoup d'officiers de la marine russe.

Les critiques qui accueillirent les Popoffkas, enrayèrent le mouvement de construction, qui ne fut du reste jamais une fièvre comme en France et en Angleterre d'autant que la Russie, puissance continentale avant tout, et la plus étendue qui existe, n'est point du tout dans la nécessité de s'endetter pour créer une flotte cuirassée de combat.

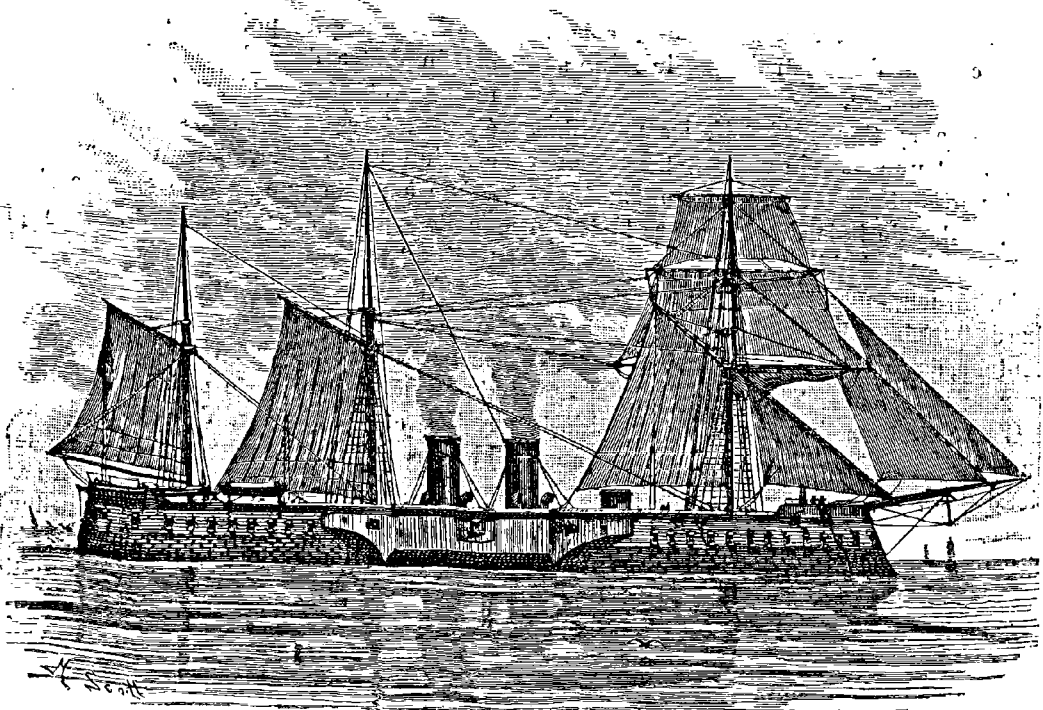
Un article paru dans le *Golos*, en 1877 et signé par un officier supérieur de la marine impériale, ce qui lui donne presque le caractère officiel, disait à ce sujet :

« Les quelques points du littoral qui ont besoin d'être défendus seraient beaucoup mieux protégés par des travaux de défense établis à terre qu'ils ne le seraient par mer; et, d'un autre côté, dans un pays où il existe à peine une marine marchande, de quelle nécessité serait une flotte de protection ?

« Le contraire a lieu en ce qui concerne les nations avec lesquelles la Russie peut se trouver en guerre. Un commerce maritime, en quelque sorte universel, des côtes riches et populeuses, des colonies nombreuses et florissantes constituent leurs points vulnérables. Ce serait une perte sans valeur pour la Russie que de sacrifier le petit nombre de navires marchands qu'elle possède, et un littoral dont la population rare et indigente n'offre qu'une mince proie à l'ennemi, si en échange elle arrivait à détruire le commerce de son adversaire et à tenir ses colonies dans un état d'alarme perpétuelle.



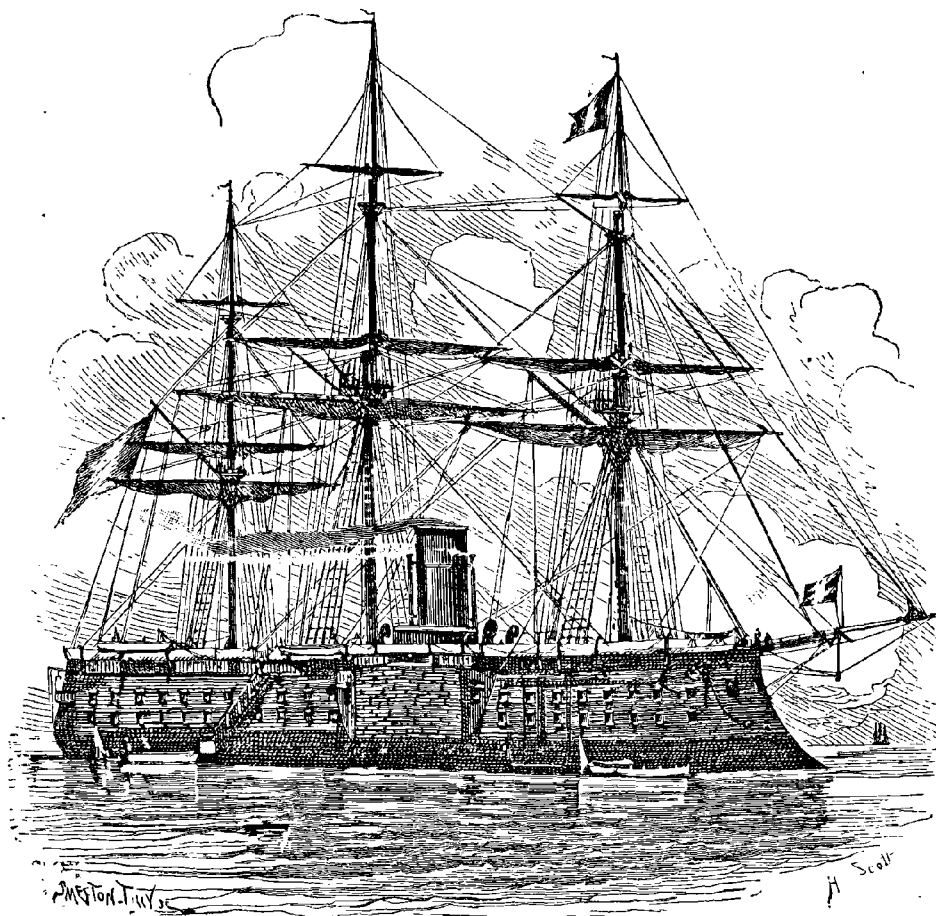
Le Mendoochieh. — Frégate cuirassée turque.



Le Tegethoff. — Frégate cuirassée autrichienne.

« A ce point de vue une flotte de croiseurs rapides conviendrait donc infiniment mieux qu'une flotte cuirassée et demanderait environ le dixième de dépenses que coûteraient des escadres à entretenir dans la mer Noire et dans la Baltique. »

Il ne faut donc pas s'attendre à voir la Russie, produire de grands navires cuirassés; elle construira des canonnières et surtout des torpilleurs, parce qu'il faut bien rester dans le mouvement, qui s'est tellement accentué que l'extrême Orient, lui-



La Dévastation. — Frégate cuirassée française à réduit central en resaut.

même, cuirasse maintenant sa marine.

Nous avons déjà parlé d'une corvette blindée, commandée en Prusse par le gouvernement chinois, mais c'était probablement pour avoir un objet de comparaison, car le Céleste Empire a un arsenal à Fou-Tcheou, où l'on construit des navires cuirassés; il est vrai que cet arsenal est dirigé par un officier de la marine française.

LIV. 21.

Le Japon est dans le même cas, ses anciennes jonques, sont remplacées par des corvettes blindées, et il envoie constamment dans nos ports des jeunes gens étudier dans nos écoles de construction.

Il n'est pas jusqu'au royaume de Siam qui ne se soit composé une marine cuirassée, et qui ne demande tous les jours à notre pays des officiers pour diriger ses établisse-

21

ments maritimes et surtout pour commander ses navires.

*
**

Cependant, les premières émotions de sa défaite passées, la France reprit courage et recommença à lutter de fabrication avec l'Angleterre.

A la *Dévastation* anglaise, dont on ne parlait déjà plus guère, elle opposa successivement trois types nouveaux, le *Richelieu*, l'*Amiral-Duperré* et la *Dévastation*.

Le *Richelieu*, armé en 1875, pour remplacer le *Magenta*, dont il devait éprouver le sort, était le plus grand vaisseau de la marine française.

Sa longueur était de 100 mètres, sa largeur de 17, et sa hauteur de 16^m,50, dont la moitié était nécessaire à son tirant d'eau.

Blindé de bout en bout, sa cuirasse avait 22 centimètres d'épaisseur à la ligne de flottaison et à la batterie; le pont également blindé, mais à une épaisseur beaucoup moindre, portait quatre tourelles cuirassées à 15 centimètres d'épaisseur, placées deux à deux, et, à l'avant, un fort également blindé.

Fort et tourelles étaient armés d'un canon de 24 centimètres, pesant 15,000 kilogrammes, et tirant : celui du fort, en batterie, par un sabord, qui s'ouvrait juste au point d'intersection des deux parties de l'étrave, et ceux des tourelles, en barbette, et dans toutes les directions, au moyen de leur montage à pivot sur la plate-forme de la tourelle, qui remplaçait ainsi l'affût.

Indépendamment de cette artillerie, déjà redoutable, le *Richelieu* possédait, entre ses tourelles, un réduit central, armé de six pièces de 27 centimètres, du poids de 21,000 kilogrammes, disposés en batterie, trois sur chaque bord.

Extérieurement, ce vaisseau ne présentait que de légères modifications au type *Marengo*, mais il était infiniment mieux disposé, sinon pour la marche, au moins pour

les manœuvres, et surtout pour l'aménagement, bien qu'il eût, à bord, un équipage normal de 760 hommes.

Sa machine à vapeur, de 1,200 chevaux, mettait en action deux hélices, une de chaque bord, qui lui donnaient une vitesse de 14 nœuds, soit 26 kilomètres à l'heure, et dont l'effet combiné avec celui d'un gouvernail, nouveau modèle, permettait au navire d'opérer un mouvement giratoire complet, de 116 mètres de rayon, c'est-à-dire moitié moindre que celui nécessaire aux meilleurs manœuvriers parmi les bâtiments connus alors.

Ce gouvernail perfectionné, dit du système Joëssel, était complètement en bronze et pesait 30,000 kilogrammes; aussi était-il mù par une machine à vapeur de la force de 30 chevaux.

Comme aménagements, le *Richelieu* avait une soute à charbon où l'on pouvait arrimer facilement 750 tonnes de combustible, et ses soutes à munitions pouvaient renfermer 60,000 kilogrammes de poudre.

Quant à sa mâture, elle rappelait celle de nos anciens vaisseaux de ligne, si majestueux au-dessus de l'eau, puisque son grand mâât comptait 60 mètres de hauteur, en partant du pont, et qu'en mettant au vent toutes ses voiles, il pouvait présenter une surface vélique de 2,500 mètres carrés.

On sait quelle fut la fin misérable de ce géant de notre flotte; dévoré par un incendie dans la nuit du 29 décembre 1878, il s'abîma dans la rade de Toulon, qui avait déjà été le tombeau de son prédécesseur.

Mais il était déjà remplacé, la *Dévastation*, mise en chantier à Lorient, était prête à prendre son rang.

Ce nouveau vaisseau est un peu moins long (95 mètres), mais sensiblement plus large (20^m, 44), en revanche sa profondeur sur quille n'est que de 13^m,65, dont 7^m,84 de tirant d'eau moyen.

Ce qui ne l'empêche pas d'avoir une vitesse à peu près égale, sinon un peu plus

grande, obtenue par deux hélices indépendantes, mises en mouvement par deux machines à vapeur à haute pression, de la force effective de 3,000 et 4,000 chevaux (nominale 750 et 1,000).

La *Dévastation*, construite sur les plans de M. de Bussy, ingénieur directeur des constructions navales, diffère peu, comme forme, du type dit à batterie ou à réduit central, mais son blindage et son armement sont beaucoup plus puissants que ce que l'on avait fait jusqu'alors.

Ainsi, la batterie centrale, qui renferme quatre pièces de 34 centimètres, fondues exprès pour son armement, est blindée de plaques de fer de 24 à 30 centimètres d'épaisseur, comme tout le navire, d'ailleurs, dont les flancs sont entourés d'une ceinture cuirassée, qui dans la partie vitale, c'est-à-dire par le travers des machines, atteint jusqu'à 38 centimètres, ce qui n'empêche pas tous les compartiments de la cale d'être recouverts par un pont blindé de 6 centimètres d'épaisseur placé à 1^m,12 au-dessus de la ligne de flottaison, et qui les rend complètement étanches.

Outre ces quatre gros canons de la batterie, dont les sabords sont placés dans les angles rentrants du fort central qui fait une saillie très prononcée sur les flancs du vaisseau, la *Dévastation* possède encore deux pièces de 27 centimètres placées sur le pont en demi-tourelles barbottes, et six pièces de 14 centimètres en batterie, sur les gaillards d'avant et d'arrière, et vomissant le feu par des sabords disposés en triangle sur la poupe et la proue du navire.

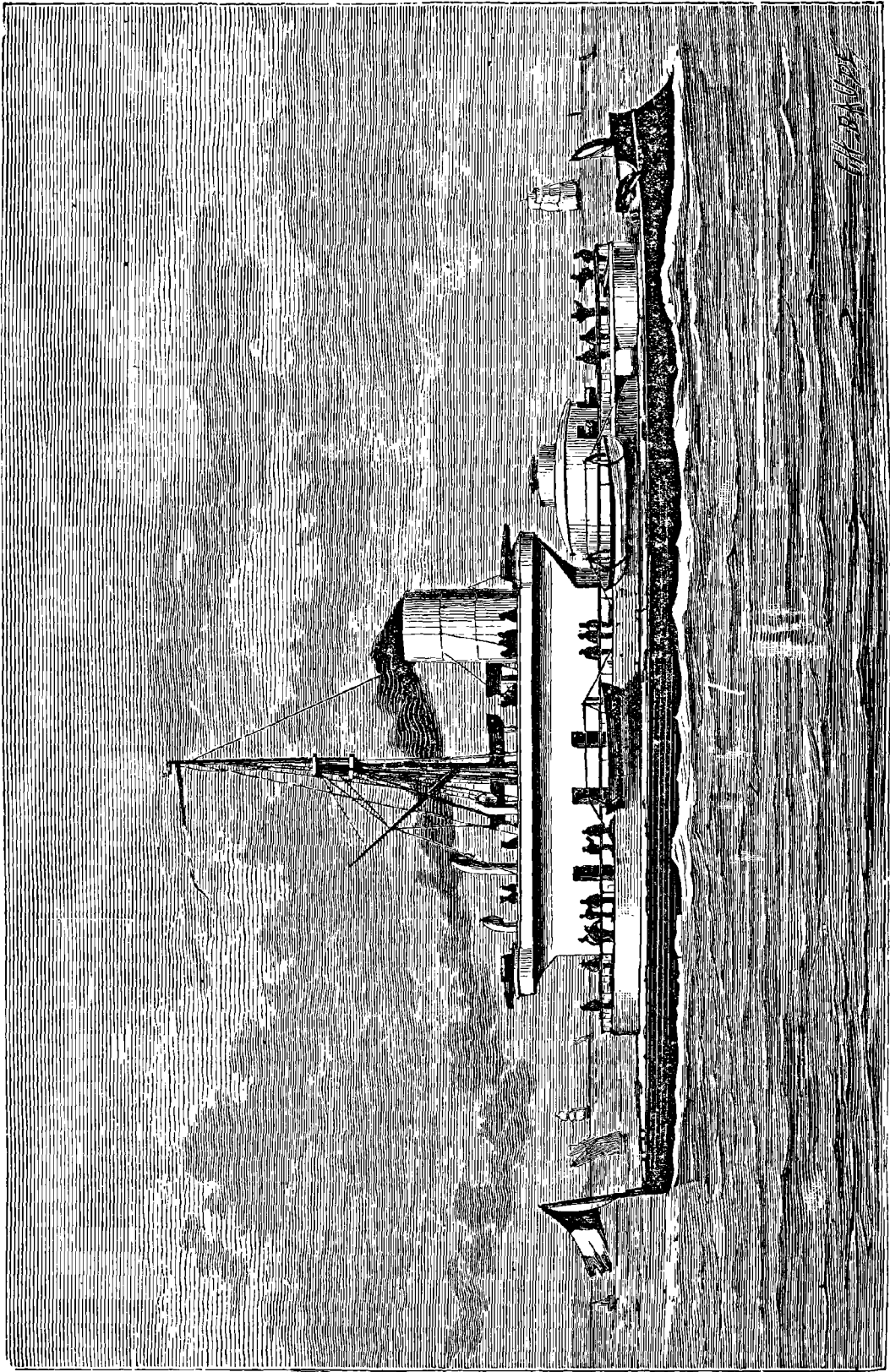
Quant à sa force de locomotion, qui est comme nous l'avons dit, en rapport avec le poids immense du colosse, elle est complétée par une mâture de frégate à trois étages de mâts, qui seule assurerait au vaisseau, dans les circonstances ordinaires de la navigation, une vitesse satisfaisante.

Cet engin de guerre, aussi formidable au point de vue défensif, qu'au point de vue

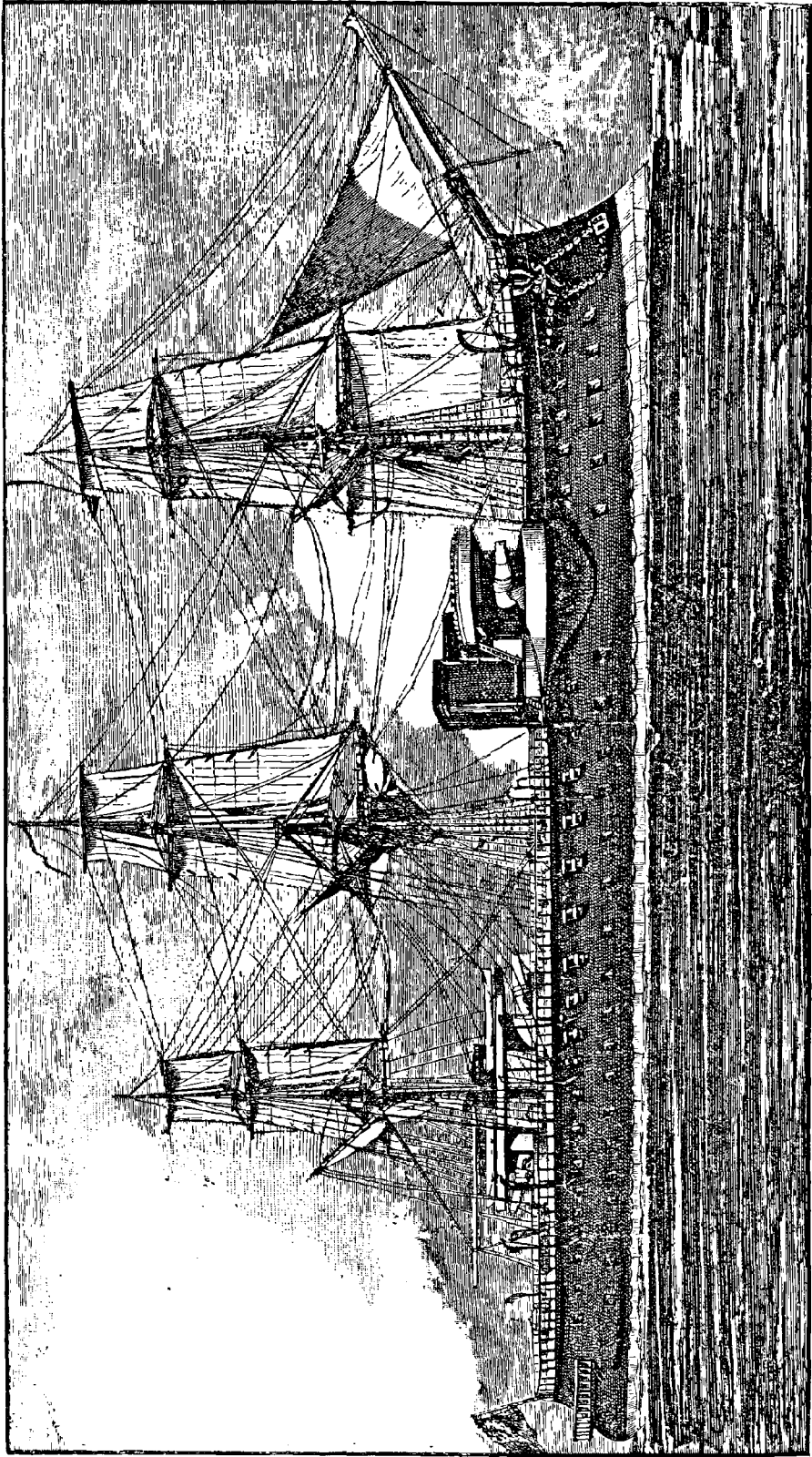
offensif, surtout si l'on ajoute à tout ce que nous avons dit, l'éperon gigantesque, dont nous ne parlons plus, parce qu'il fait réglementairement partie intégrante de tout cuirassé; a pourtant été dépassé, avec l'*Amiral Duperré*, qui apparut quelques années plus tard. En même temps qu'on paraissait adopter ce type, dit à fort central en ressaut, par la construction du *Redoutable*, on mettait en chantier à Lorient un monitor de mer, formidablement armé, et digne d'entrer en parallèle avec le *Thunderer* dont les Anglais étaient très fiers et qui périt misérablement par l'explosion de sa machine, comme cela est arrivé du reste à un certain nombre de leurs cuirassés et aussi des nôtres; car c'est un fait assez curieux, on n'a jamais vu tant d'accidents de navires que depuis l'invention des cuirassés. Le *Tonnerre*, tel est le nom du nouveau garde-côte français, est d'un aspect assez original; car, indépendamment d'une vaste tourelle, qui s'élève du pont et renferme deux énormes canons de 32 centimètres de diamètre, vomissant des projectiles de 450 kilogrammes, il possède une sorte de citadelle qui protège la cheminée, et s'élevant du pont à une certaine hauteur, est terminée par une plate-forme, dont chaque angle est arrondi en tourelle pour porter un canon de 10 centimètres.

Seulement, et c'est ce qui fait surtout la particularité du *Tonnerre*, cette citadelle n'a aucune prétention à l'invulnérabilité, au contraire elle est construite en simple tôle, de façon à ce que les obus ennemis, n'éprouvant aucune résistance, puissent la traverser de part en part, et aillent éclater plus loin que le but; c'est-à-dire sans effet sur le navire.

Cette idée, qui dérive du système cellulaire, nous paraît fertile en heureux résultats, si l'on veut entrer carrément dans cette voie, qui ne laisse plus à la cuirasse qu'un rôle accessoire; mais on n'en a fait qu'un essai timide par la construction de quelques



Le Tonnerre. — Gardc-côte français.



L'Amiral Duperré. — Vaisseau cuirassé français.

navires sur le modèle du *Tonnerre* (74 mètres de longueur et machine motrice de 850 chevaux), car lorsqu'il s'est agi de créer un nouveau type de vaisseau, on est revenu aux anciens errements, partiellement du moins, ainsi qu'on va le voir par la description de l'*Amiral Duperré*, dernier modèle de navire cuirassé, adopté par la marine de guerre française.

Il diffère des autres par sa forme presque plate en dessous, mais considérablement renflée au-dessus de la flottaison et venant en diminuant jusqu'au pont qui est sensiblement plus étroit, ce qui ne l'empêche pas d'offrir encore des développements suffisants, puisque la grande largeur du navire dépasse 20 mètres, d'ailleurs proportionnée à sa longueur qui est de 97^m,50.

Construit dans les chantiers de la Seyne, l'*Amiral Duperré*, qui est tout en fer, naturellement, puisque les chantiers de la Méditerranée ne fabriquent pas autrement, n'est pas blindé dans toute son étendue, mais seulement à la ligne de flottaison, il est vrai, qu'alors sa cuirasse atteint jusqu'à 55 centimètres d'épaisseur.

Adoptant le système cellulaire, qui a beaucoup préoccupé les constructeurs de tous les pays, dont nous avons parlé comme du système de l'avenir, l'ingénieur a divisé son vaisseau intérieurement, à l'aide de cloisons métalliques calfeutrées par des bourrelets de caoutchouc, en de nombreux compartiments étanches, qui peuvent suppléer au blindage de bout en bout, et présentent cet avantage d'alléger considérablement le navire, dont la vitesse peut alors se rapprocher plus sensiblement de celle des grands steamers de long cours.

A cet effet l'*Amiral Duperré*, est pourvu de deux hélices, placées l'une de chaque côté de l'étambot, et actionnées par une machine à vapeur, d'une force nominale de quinze cents chevaux.

Comme auxiliaire propulseur il a sa voilure équivalente à celle des plus grandes

frégates de l'ancienne marine, c'est-à-dire à trois étages de vergues seulement.

Une particularité de ce vaisseau outre sa forme, dont l'originalité est augmentée encore par la disposition des tourelles qui émergent de sur le pont — est le montage de son gouvernail qui ne ressemble en rien à ceux qu'on a faits jusqu'à présent. C'est une large plaque de tôle, dont l'épaisseur est proportionnée aux efforts qu'on en attend, et qui est montée sur un axe, enfermé dans un anneau tube supérieur, et tournant sur un pivot inférieur.

L'armement de l'*Amiral Duperré* se compose, outre son éperon, d'acier aigu et très saillant :

1° De quatre gros canons de 34 centimètres de diamètre intérieur, placés sur autant de tourelles blindées à 50 centimètres d'épaisseur.

Ces tourelles sont construites d'une façon spéciale, que l'on reconnaîtra par notre gravure.

Elles ont deux plate-formes, la supérieure qui sert d'abri, et l'inférieure qui porte le canon monté sur des plaques tournantes du système Coles : c'est-à-dire analogues aux plaques tournantes des chemins de fer.

Ces plaques, mues par la vapeur ou si l'on veut au moyen d'appareils hydrauliques, permettent au canon, qui tire en barbette, de commander au moins les deux tiers du cercle de l'horizon.

Les tourelles ne sont pas non plus disposées selon les usages adoptés jusqu'alors.

Les deux premières : celles de l'avant placées entre le mât de misaine et le grand mât, sont en regard l'une de l'autre et en demi-saillie sur le bord du navire, elles sont reliées entre elles par la passerelle du commandant, son banc de quart, surmonté d'un réduit blindé d'où il peut tout voir et transmettre ses ordres par un appareil téléphonique spécial, dans toutes les parties du navire, et mieux encore, par la pression de pistons en communication avec la ma-

chine et le gouvernail, opérer lui-même, en cas de besoin, le changement de marche nécessaire.

Les deux autres tourelles, construites suivant l'axe longitudinal du vaisseau sont placées : l'une devant, l'autre derrière le mât d'artimon et reliées ensemble par un pont de tôle, qui sert de passerelle de relèvement et où se tient aussi le service de la timonerie.

Indépendamment de ces quatre gros canons, l'*Amiral Duperré*, a dans sa batterie blindée qui s'étend entre les tourelles, 14 pièces du calibre de 14 centimètres, disposées par 7 sur chaque bordée, ce qui lui donne une puissance d'artillerie considérable.

Ce vaisseau serait d'ailleurs la machine de guerre la plus perfectionnée que l'on connaisse, si l'*Inflexible* n'existait pas pour donner le dernier mot aux Anglais.

Il est vrai que l'*Inflexible*, qui vient de faire ses preuves, dans l'expédition d'Égypte, n'est pas à proprement dire un vaisseau, c'est plutôt un monitor de mer.

En tous cas, c'est certainement le cuirassé le plus curieux qu'il soit possible de visiter.

Et curieux à tous les points de vue, car voulant utiliser aussi bien pour la navigation que pour le combat, les plus récentes conquêtes de la science, il porte à son bord tant de machines diverses, que c'est en quelque sorte, une exposition mécanique.

Sa description, si tant est qu'on puisse la faire méthodiquement, n'en sera que plus intéressante.

L'*Inflexible*, qui a 97 mètres de longueur, sur 22^m,87 de largeur, a de loin les apparences d'un brick gigantesque avec son mât de misaine de 33^m,50 et son grand mât de 52^m,70; mais de près, il rappelle avec ses immenses tours en forme de fromages, les batteries flottantes américaines.

C'est, du reste, leur rôle qu'il doit jouer, car en action de combat, la mâture et tout

le gréement disparaissent et il ne reste plus qu'un monitor blindé de bout en bout, offrant les moyens offensifs les plus puissants que l'on connaisse, une résistance énorme, et ne pouvant, quoi qu'il arrive, tomber au pouvoir de l'ennemi.

Contre les torpilles, qui sont l'ennemi le plus redoutable pour les vaisseaux cuirassés, sa coque est protégée au-dessous de l'eau, par un réseau d'acier qui s'étend sur les deux côtés de la quille, mais s'il arrivait que malgré l'attention des vigies, un bateau torpilleur réussit à s'approcher du navire et à se faire un jour à travers les mailles d'acier, plutôt que de laisser sauter le vaisseau par l'effet de la torpille, on le coulerait bas, et l'opération ne demanderait que dix-huit minutes en ouvrant mécaniquement les 485 valves pratiquées à cet effet dans les flancs du navire.

On pourrait même gagner encore quatre minutes, si l'on avait le temps de jeter les ancres et de déboucher les trous, par où se lancent les torpilles, dont le magasin est à fond de cale.

Si l'on a trouvé un moyen expéditif pour emplir le navire d'eau, en revanche, la puissance des appareils d'épuisement installés à bord de l'*Inflexible* est si considérable qu'en ajoutant le travail manuel, c'est-à-dire les pompes à bras, au travail de la vapeur, on enlèverait jusqu'à 5,000 tonnes d'eau par heure.

Nous avons dit que l'*Inflexible* était blindé de partout, mais sa cuirasse, la plus considérable qu'on ait encore fait, varie d'épaisseur selon les parties du navire, ainsi à la batterie elle a 610 millimètres, aux tourelles 457 millimètres, aux cloisons de cale de l'avant 610 millimètres, et aux cloisons de cale, arrière, 539 millimètres.

On s'étonnera peut-être que les tourelles soient les moins protégées, elles n'en ont d'ailleurs que l'apparence, car elles sont blindées d'une façon toute spéciale; les murailles en sont composées : d'une couche

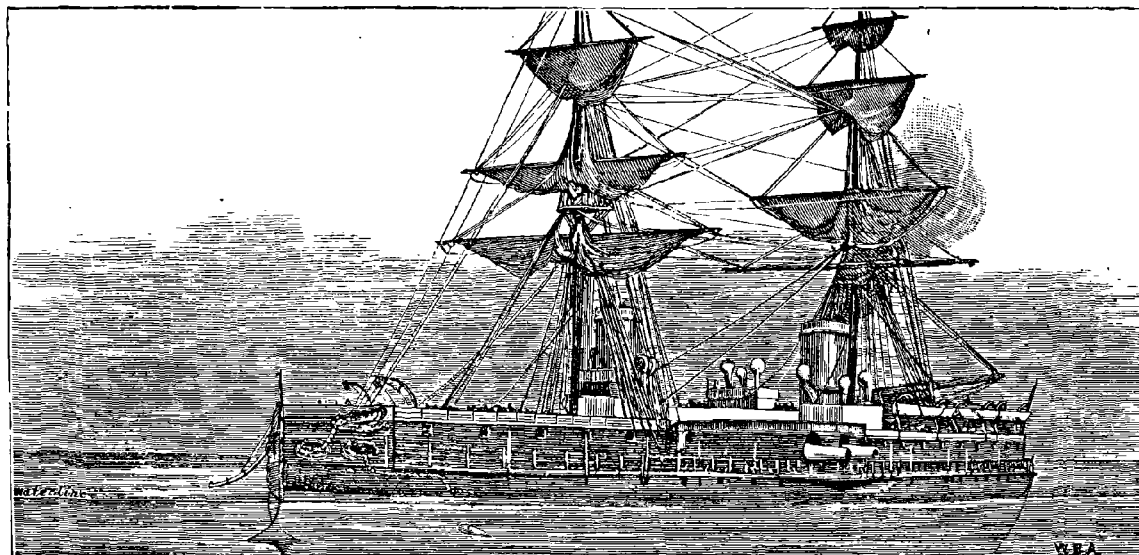
de fer, plaquée d'acier de 12 pouces, d'un matelas en bois de teck, de 11 pouces, d'une seconde couche de fer de 12 pouces, d'un nouveau matelas de teck et d'un dernier revêtement de fer de 2 pouces.

C'est-à-dire qu'aucun projectile, eût-il la puissance de la foudre, ne serait capable de traverser un rempart aussi formidable.

Ces tourelles sont d'ailleurs très curieuses, accouplées entre les deux mâts, de façon à flanquer les deux cheminées de la

machine, sans cependant être en face l'une de l'autre, pour que les canons qu'elles renferment puissent être tirés en chasse ou en retraite sans se gêner réciproquement ; elles sont mises en mouvement par des machines hydrauliques d'une puissance énorme ; puisque chacune d'elles pèse, contenant et contenu, 650 tonnes.

Ce mouvement est à double effet : horizontal pour permettre aux deux canons armant chaque tourelle (des colosses, qui pèsent



L'Inflexible. — Vaisseau cuirassé anglais.

80 tonnes et dont la bouche a 40 centimètres de diamètre), de tirer dans toutes les directions ; et vertical, pour faciliter le chargement de ces canons, qui se fait d'ailleurs mécaniquement à l'aide de la force hydraulique.

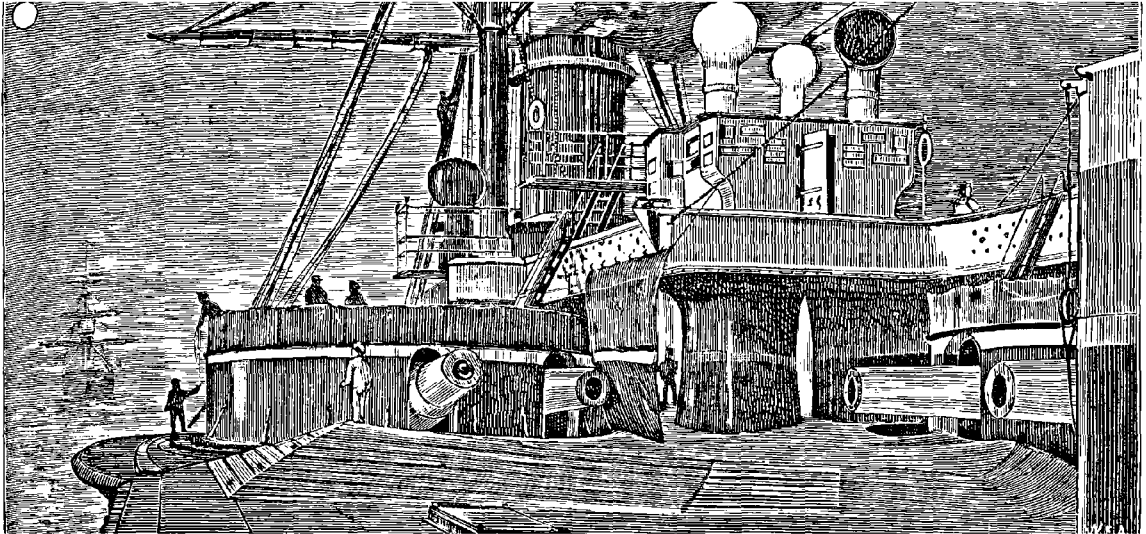
Ainsi, lorsqu'on veut charger les canons, la tourelle tourne sur elle-même de haut en bas, jusqu'à ce que la pièce se présente au-dessous du pont, où un système de rails est organisé pour convoier gargousses et projectiles sur de petits chariots, de façon qu'à l'aide d'un levier qui ressemble beaucoup à ceux qui font mouvoir les aiguilles de chemin de fer, un homme seul puisse

opérer sans fatigue le chargement de ces énormes pièces si peu maniables.

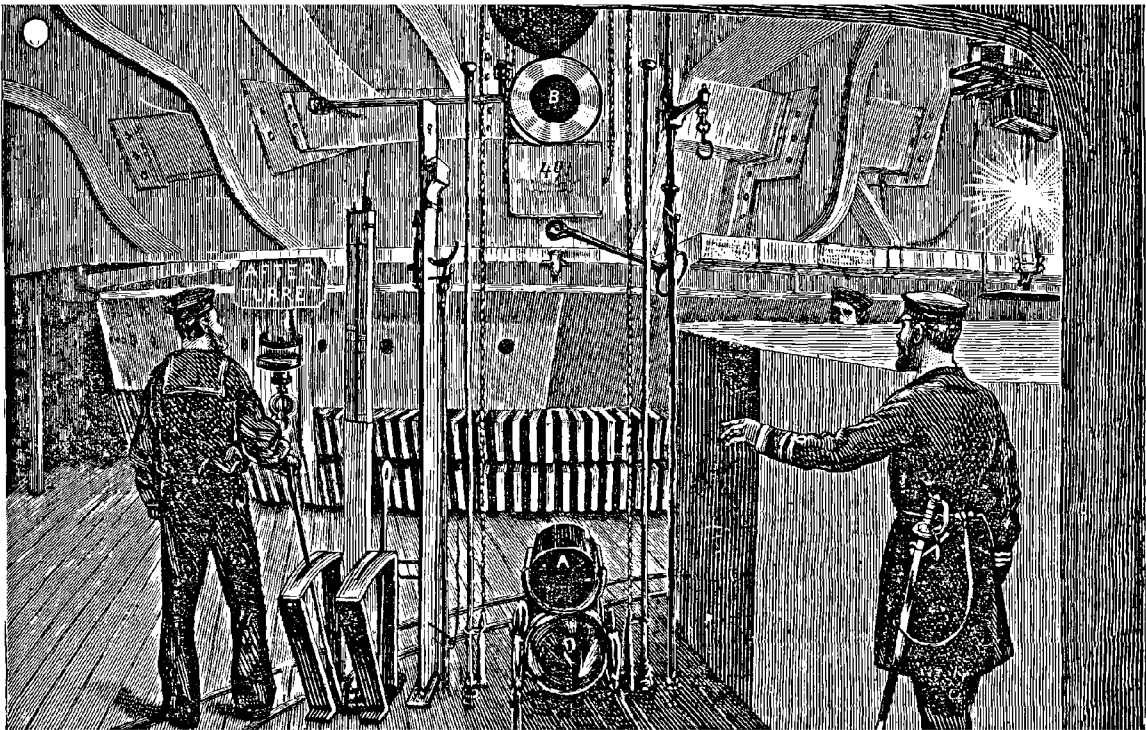
En examinant notre gravure, on comprendra vite le mécanisme, la lettre A. désignant le projectile et la lettre B. l'orifice du canon.

Avec ce système, cinq hommes, et l'officier qui les commande, suffisent dans l'intérieur de chaque tourelle.

Outre la protection naturelle qu'elles trouvent dans leur blindage, les tourelles le sont encore, ainsi, du reste, que les magasins à projectiles et la soute aux poudres, par une enceinte rectangulaire qui s'élève sur la partie centrale du pont, entre les deux mâts.



L'Inflexible. — Les deux tours de la dunette, vues par devant.



L'Inflexible. — Chargement mécanique des canons.

Cette enceinte, qu'on appelle la citadelle et qui a 110 pieds de long sur 75 de large, est composée de murailles de bois de teck et de fer de 24 pouces d'épaisseur, le pont, aussi bien en dedans qu'au dehors de la citadelle, est blindé à trois pouces d'épaisseur.

Liv. 22.

22

Ce n'est pas tout encore, car la citadelle est couverte par un nouveau pont, cuirassé comme sa muraille, et qui porte une troisième tourelle, blindée intérieurement par deux plaques de fer de 12 pouces d'épaisseur qui se coupent en croix dans les deux diamètres de la tourelle, d'où elle porte le nom d'*armour cross* (cuirasse en croix).

Ce réduit dont les quatre angles, percés de jours trop étroits pour laisser passer un projectile, embrassent tout l'horizon, est le banc de quart du commandant à l'heure du combat.

Les quatre branches de la croix étant également munies de roues pour le gouvernail, d'appareils acoustiques, électriques, et autres, correspondant avec toutes les parties vitales du navire; de là, il peut sans que son œil quitte l'embrasure par laquelle il voit ce qui se passe au dehors, non seulement donner les ordres à tout son équipage disséminé partout, mais encore, faire lui-même manœuvrer le vaisseau, mettre en mouvement les tourelles, communiquer le feu aux gros canons, et décharger les torpilles toutes préparées dans la cale, puisqu'il n'a besoin pour cela, que de tourner une petite roue, de presser un bouton électrique ou d'actionner un des tubes pneumatiques, qui opèrent le lancement des torpilles; car l'*Inflexible* ne se contente pas d'être un navire cuirassé de toute puissance, c'est encore un torpilleur des plus perfectionnés.

L'idée de mettre tout sous la main du commandant, que je crois plus admirable en théorie qu'en pratique, car elle présente de nombreux inconvénients (ne fût-ce que de faire partir une pièce avant que la culasse n'en soit fermée), n'est pas tout à fait neuve, nous l'avons déjà vu appliquer en France sur l'*Amiral Duperré*, mais ce système prend sur l'*Inflexible* de tels développements que c'est presque une invention.

Il y en a d'autres, d'ailleurs, à bord de ce curieux navire, notamment le *water*

place imaginé par M. Froude, le savant ingénieur anglais, pour neutraliser le roulis du vaisseau.

C'est un compartiment établi sous la ligne de flottaison, vers le milieu du navire, à 6^m, 10 de la quille, et allant d'un bout à l'autre, dans lequel on immerge 60 tonnes d'eau qui ne l'emplissent qu'à moitié, de façon à ce que cette masse liquide se déplaçant au fur et à mesure des oscillations du navire, soit un contre poids pour empêcher ce mouvement de va et vient des bords qu'on appelle le roulis.

Cette innovation est certainement très ingénieuse, mais outre que son effet n'est pas constant, elle présente quelques inconvénients: d'abord le bruit insupportable produit par l'eau toujours en mouvement, ensuite la possibilité par le poids de cette eau d'ébranler et même de démolir les cloisons du navire.

Aussi est-il à croire qu'elle ne sera pas conservée.

Veut-on maintenant une idée des nombreuses machines qu'on rencontre à bord de l'*Inflexible*, c'est une nomenclature à faire.

A l'avant et à l'arrière, sous le pont blindé se trouvent entre les deux machines motrices de chacune mille chevaux qui actionnent les deux hélices; la machine hydraulique et son accumulateur (pour la manœuvre des tourelles et des canons), la machine du cabestan, celle qui actionne les tubes pneumatiques à l'aide desquels on lance les torpilles, les pompes de compression et accumulateurs qui servent au chargement des torpilles, les appareils distillatoires pour produire l'eau douce nécessaire à la consommation de l'équipage, la machine pour distribuer l'eau dans les différentes parties du navire et la pompe d'épuisement pour les compartiments étanches.

Sur la plate-forme arrière, en dehors de la citadelle, autre réunion de machines, hydrau-

liques, à vapeur, électriques, affectées à divers usages.

Tout cela réuni, consommerait, marchant à toute puissance, plus de 200 tonnes de houille par jour, mais en n'allumant que la moitié des feux des machines propulsives, l'approvisionnement du bord, qui est de 1500 tonnes de charbon, peut suffire pour seize à dix-sept jours.

Tout l'armement offensif du navire n'est pas dans les tourelles, sans parler de son immense éperon d'acier, qui entre dans les conditions de construction ordinaire, il a des canons mobiles, espèce de mitrailleuses de mer qu'on appelle des *Nordenfellt*, du nom de leur inventeur.

Il a aussi ses torpilles, qu'il peut lancer aussi bien au-dessus que sous l'eau, mais nous en parlerons en détail dans le chapitre suivant, consacré spécialement aux perfectionnements apportés dans la fabrication de ces engins terribles.

Du reste, l'aménagement d'un appareil à lancer des torpilles, dans un navire de combat, n'est pas un avantage si grand qu'il paraît, surtout s'il remplace l'éperon, ce qui n'est pas absolument le cas de l'*Inflexible* dont l'éperon est très redoutable, mais la manœuvre de cet éperon doit être infailliblement gênée par le lancement des torpilles.

Nous trouvons, à cet égard, dans la *Revue maritime et coloniale* de mai 1877, des considérations qui doivent avoir leur place ici.

« C'est aujourd'hui, dit l'auteur de cet article, un avis très répandu parmi les marins (et nous l'adoptons sans crainte de paraître trop hardi, qu'à l'avenir, dans les combats en pleine mer, le dernier mot appartiendra à l'action du bélier. Avoir l'avant construit de manière à faciliter cette action est donc la première nécessité de combat.

« Nous le répétons, on ne saurait nous reprocher de partager cette opinion; aucune espèce de torpille d'avant ne sera en état de

remplacer un bon éperon et voici sur quelles considérations nous nous appuyons :

« Supposons, qu'au lieu de l'éperon on ait ménagé, comme cela a lieu dans le *Duilio*, un appareil de lancement de torpilles Witehead. Pour remplacer l'éperon cette construction doit être dans le plan de la marche, et comme dans les combats à la mer les navires auront vraisemblablement à soutenir une marche assez rapide, les conditions pour porter et lancer commodément les torpilles seront les mêmes que pour jouer du bélier et, comme cette opération est plus simple que la précédente, elle doit lui être préférée.

« Supposons un autre cas, celui où l'éperon est remplacé par des torpilles à bout d'espars. D'abord, chacune des pièces saillantes en dehors du navire sera fort exposée à être brisée dans le combat, et puis surgit une autre question. Quel genre de torpilles mettra-t-on au bout des espars?

« Supposons que ce soit une torpille à percussion, si l'espars vient à casser et que la torpille soit retenue par l'une des cordes, elle ira se loger sous le fond du navire qui l'a lancée, et là elle fera explosion en crevant le navire; si, au contraire, c'est une torpille électrique, son inflammation pourra être produite ou trop tôt, avant qu'elle ait atteint le navire ennemi, ou trop tard quand l'avant du navire qui la porte aura déjà rencontré le navire ennemi, et alors l'explosion sera aussi désastreuse pour le bateau torpilleur que pour l'ennemi.

« Il faut donc que le navire porte un éperon convenable à l'avant pour pouvoir agir comme bélier. Beaucoup de marins admettent comme axiome, que la manœuvre du bélier constitue le fondement de toute manœuvre en haute mer, et que la facilité avec laquelle on l'accomplira sera dans le combat une qualité dominante.

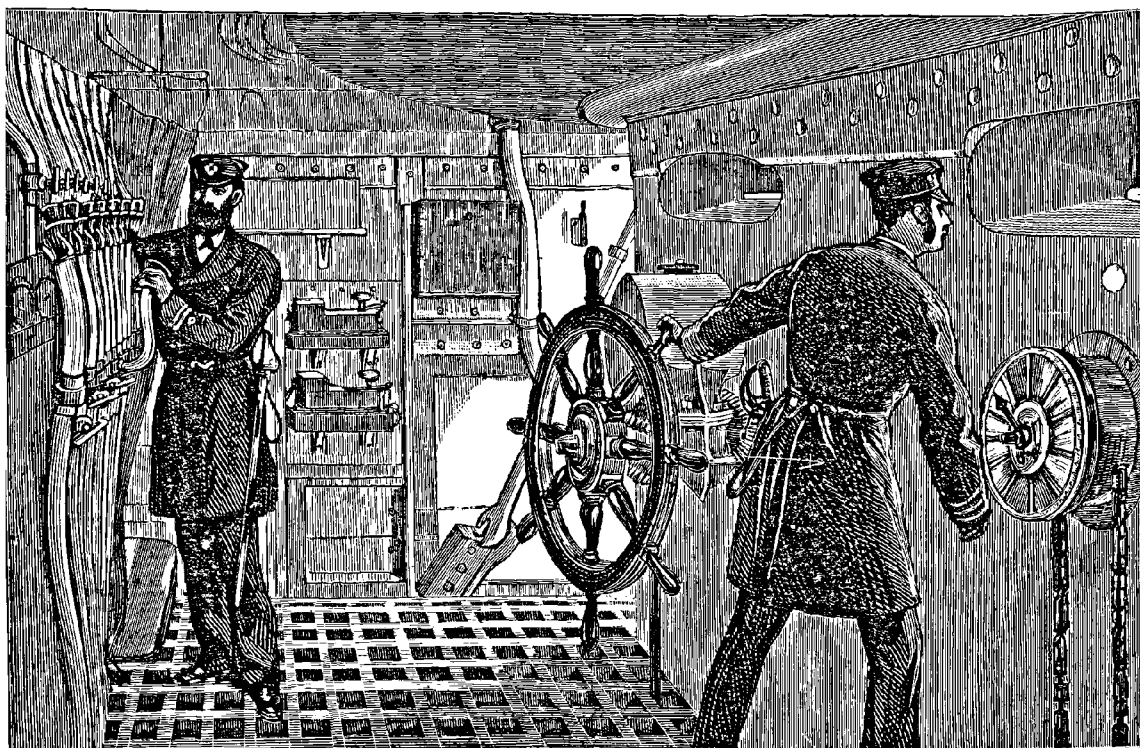
« On a pu lire et entendre dire souvent que la qualité des navires pour ce mode d'attaque était d'autant meilleure, que leur

vitesse d'évolution était plus grande. Mais cette vitesse d'évolution comprend deux éléments : d'abord, la longueur de la giration, c'est-à-dire la longueur absolue de l'arc de cercle parcouru ; ensuite le diamètre de cet arc de cercle.

« On ne peut réussir à porter un bon coup d'éperon au navire ennemi, que dans

le cas où l'on peut tourner plus vite que lui sur son avant.

« La première rencontre de deux navires qui désirent mutuellement se choquer de l'éperon, doit se produire dans des directions opposées ; les deux navires doivent s'aborder réciproquement par leur avant, et glisser ensuite bord à bord. Supposons que



L'Inflexible. — Intérieur de « l'armour cross. »

dans le premier choc, aucun des adversaires n'ait reçu de dommages sérieux, le premier souci de chacun des deux équipages sera de virer le plus vite par son avant sur le bord qui rencontre l'arrière de l'autre.

« Nous ne voulons point ici faire de la tactique maritime et chercher quel est le mode le plus avantageux pour effectuer cette évolution ; nous remarquons seulement que si la longueur des arcs parcourus par les deux adversaires et les diamètres

de ces arcs sont égaux, les deux bateaux ayant commencé à tourner sur le bord où la rencontre s'était produite, se verront réciproquement, au même moment dans la direction de leur avant.

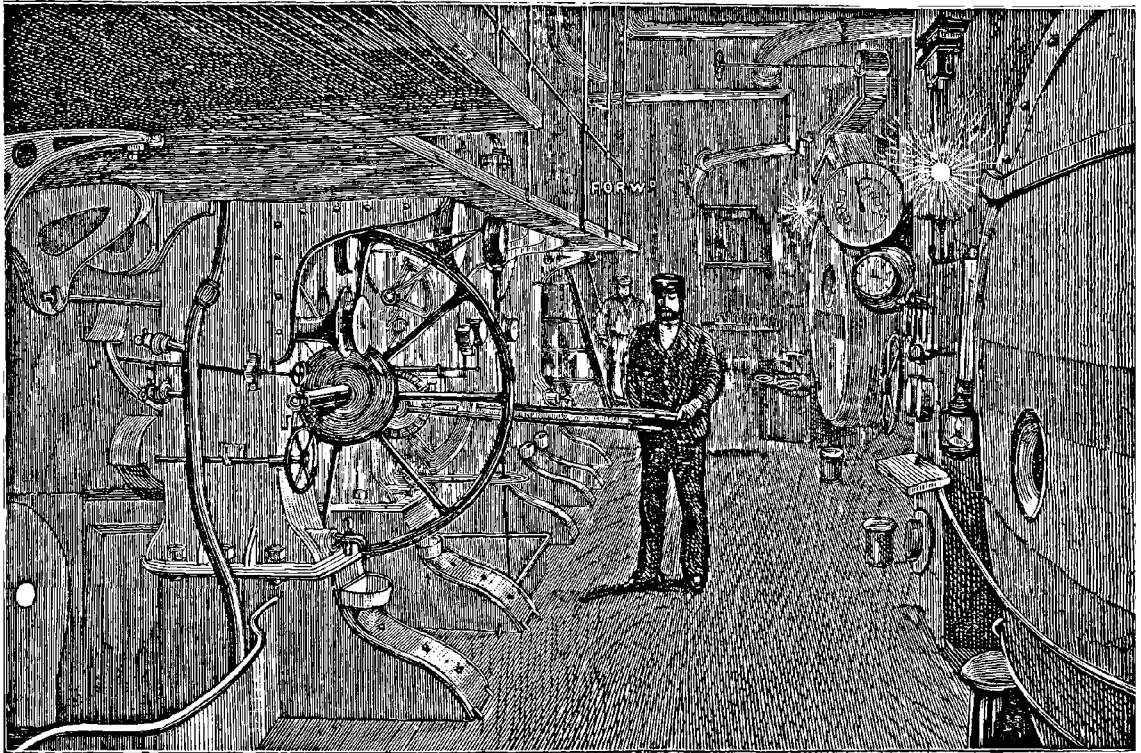
« A cet instant, les deux bateaux devront se précipiter de nouveau l'un sur l'autre ; ils se choqueront encore droit par l'avant, puis recommenceront leur évolution, en traçant sur la surface de la mer la figure d'un 8.

« Mais si la marche des deux bateaux sur

le cercle, n'est pas égale, le vaisseau le plus rapide verra d'abord le flanc de son adversaire droit devant son éperon, pendant que cet adversaire sera encore en train d'effectuer sa rotation. Surprenant l'ennemi dans cette situation, le navire le plus rapide peut redresser son gouvernail, ce qui augmente encore sa vitesse, et alors il a de

grandes chances pour atteindre le but principal d'un combat naval, c'est-à-dire de venir planter son éperon dans le flanc du navire ennemi.

« Cette courte esquisse théorique de la lutte par le bélier, fait voir que, des deux éléments de l'évolution des bateaux, c'est-à-dire la brièveté de la marche sur le cer-



L'Inflexible. — Chambre des machines

ce qui est de beaucoup le plus important, c'est pourquoi on convient d'admettre qu'un bateau est d'autant plus propre à ce genre de lutte qu'il lui faut un plus petit nombre de secondes pour faire son évolution complète; en d'autres termes, l'efficacité des bateaux dans le combat à l'éperon est proportionnelle au nombre de secondes qu'ils mettent à tourner de 360 degrés. »

D'où il résulte que ce n'est pas de la vitesse, mais de la légèreté (relative) qu'il faut au navire cuirassé pour posséder la

véritable supériorité, ce qui n'est pas tout à fait le cas de *L'Inflexible*, malgré ses formidables moyens d'attaque et de défense, et ses ingénieuses combinaisons.

Les qualités nécessaires sont d'ailleurs si difficiles à réunir, dans un cuirassé quelconque, d'autant plus lourd qu'on veut le rendre plus redoutable, qu'on cherche encore.

On a beaucoup parlé, il y a quelques années, d'un système de construction proposé par M. Griffith, dont le résumé fut donné ainsi par le *Broad Arrow*.

« M. Griffith s'est appliqué à rechercher les moyens de réunir dans un même type les avantages du navire circulaire et ceux des navires à marche rapide, il croit y être à peu près arrivé en donnant à la surface immergée, une forme allongée et en ayant quatre hélices placées intérieurement et entièrement indépendantes les unes des autres.

« Les côtés du navire, divisés en un grand nombre de compartiments étanches, en vue de l'attaque des torpilles, serviraient en même temps de soutes à charbon et protégeraient les machines et la chaudière.

De gros canons seraient placés au centre dans la partie circulaire. Le pont principal serait formé de plaques de fer, capables de résister à l'explosion des projectiles creux, et le reste de la coque serait construit en bois, de façon à se laisser traverser de part en part par les boulets de gros calibre.

Selon M. Griffith, les canons n'auront plus désormais, dans les combats de mer, qu'un rôle effacé, mais dans tous les cas, avec les pièces de 80 à 100 tonnes, il n'y a pas à songer, pour leur résister à des cuirassements de bout en bout. Une simple cloison cuirassée, suffirait pour assurer la protection complète de son navire, à qui il est toujours facile, qu'il aille de l'avant ou de l'arrière, de présenter l'avant à l'ennemi.»

C'est peut-être là le navire de l'avenir, avec les hélices placées dans des tunnels, pour les mettre à l'abri de toute avarie ; mais comme il n'est pas encore fait, résumons-nous en prenant les choses comme elles sont.

En somme, c'est l'Angleterre qui a le dernier mot pour la construction d'ensemble, mais il n'en est pas de même pour la question du blindage, où nous n'avons jamais perdu la supériorité acquise dès le premier jour.

Ce qui résulte très clairement des expériences faites à la Spezia, le 23 novembre 1882, sur trois plaques de blindage de pro-

venances diverses, mais d'égale épaisseur (48 centimètres).

Deux de ces plaques étaient anglaises et provenaient des usines Cammel et Brown, la troisième avait été forgée au Creuzot par les procédés de M. Schneider.

On tirait avec le fameux canon de cent tonnes dont les projectiles pèsent 908 kilogrammes.

Au premier coup, les deux plaques anglaises se fendirent de toutes parts, et les murailles sur lesquelles elles étaient fixées présentèrent déjà des symptômes de dislocation, la plaque Schneider resta absolument intacte.

Au deuxième coup, l'expérience était finie pour les plaques anglaises, elles avaient volé en éclats, et la muraille était trouée ; quant à la plaque Schneider sur laquelle se brisa le projectile, et qui resta entière avec quelques fentes insignifiantes, on continua à tirer dessus ; d'abord avec un projectile en acier comprimé de Witworth, qui n'entra que très faiblement dans la plaque en se déformant complètement, ensuite avec un boulet en acier coulé de Grégorin, qui se brisa sans entamer la plaque.

On peut donc dire que le blindage Schneider est invulnérable... pour le moment, du moins.

II

LES TORPILLES

La torpille est l'ennemi le plus redoutable des vaisseaux cuirassés, on pourrait presque dire que c'est leur seul ennemi ; car, jusqu'à présent, à part les accidents : incendies, collisions, explosions de machines et autres, qui ont sévi sur les navires de guerre comme une épidémie, on n'a guère pu constater d'autres cas de destruction que ceux produits par les torpilles.

C'est le combat du lion et du moucheron, mais c'est le moucheron qui reste maître du champ de bataille, d'autant qu'il n'est

pas rare de voir un gigantesque cuirassé battre en retraite devant un minuscule bateau torpilleur.

Et, du reste, il n'y a pas autre chose à faire, car si merveilleusement qu'ils soient outillés pour l'attaque et la défense, les vaisseaux les plus formidables ne peuvent rien contre une torpille déjà placée, sinon de l'éviter.

Cet engin destructeur dont tout le monde connaît les terribles effets, n'est pas d'origine aussi récente qu'on pourrait le croire.

Sans remonter jusqu'au siège de la Rochelle (1628), où il est certain que les Anglais employèrent contre la flotte française des pétards flottants, munis d'un ressort pour en déterminer l'explosion au premier choc ; on peut en attribuer l'invention à l'américain David Bushnel qui en fit un certain nombre pour agir contre les Anglais pendant la guerre d'indépendance.

L'Angleterre se récria naturellement, et déclara que l'emploi de ces mines sous marines était une barbarie, et une violation du droit des peuples.

Mais quand elle en eût fait supprimer l'usage, elle subventionna Fulton pour perfectionner ces engins, auxquels l'inventeur américain, donna le nom de torpilles, emprunté à cette espèce de poisson, qui jouit du privilège singulier de se défendre contre ses ennemis par des décharges électriques.

L'appareil de Fulton consistait, dans un corps flottant, rempli de poudre et muni à l'intérieur d'une platine de fusil, destinée à en opérer l'inflammation par le moyen d'un mouvement d'horlogerie, monté d'avance, et dont le déclenchement, aussi lent que possible, commençait au moment où l'on glissait cette petite machine infernale, sous le navire qu'il s'agissait de faire sauter.

Des expériences qui eurent lieu en 1805, devant les lords de l'amirauté eurent un plein succès, car avec 180 livres de poudre on fit sauter un brick qui fut dispersé en débris.

Cela n'était pourtant pas concluant, car

la difficulté n'est pas de détruire un vaisseau par une explosion de poudre, mais d'arriver à y attacher la torpille et à pouvoir y mettre le feu sans sauter avec.

Fulton crut l'avoir vaincue en faisant porter ses torpilles par des chaloupes armées de gros fusils, qui lançaient des harpons dans le flanc des navires ennemis.

Ce harpon était muni d'un cordage coulant que l'on n'avait qu'à tirer pour faire immerger la torpille à destination.

Combinaison parfaite en théorie, mais si contingente en pratique qu'on abandonna ce système qui ne fut repris avec quelque succès, que lorsque le colonel Samuel Colt, eut imaginé en 1840 d'employer l'électricité pour déterminer l'explosion des torpilles à grande distance.

La découverte du fulmi-coton, puis de la dynamite, apporta successivement des perfectionnements dans la construction des torpilles, et leur donna peu à peu la puissance formidable, qu'elles ont acquise aujourd'hui.

Les Russes furent les premiers qui s'en servirent en 1848, pour la défense du port de Kiel, puis en 1854, à Cronstadt et à Sébastopol ; à leur exemple, les Autrichiens en placèrent dans les passes du port de Venise.

Mais ce n'étaient là que des engins défensifs, qui eurent peu d'effet d'ailleurs, les vraies torpilles, les torpilles offensives ont été expérimentées en grand et poussées à leur premier perfectionnement, pendant la guerre de sécession d'Amérique.

Les Américains, toujours gens de progrès s'ingénierent à la fabrication de ces machines infernales dont le succès fut constaté par la destruction de vingt-cinq navires ou monitors.

Trois sortes de torpilles défensives furent adoptées, pendant cette guerre et restèrent à peu près comme les modèles du genre.

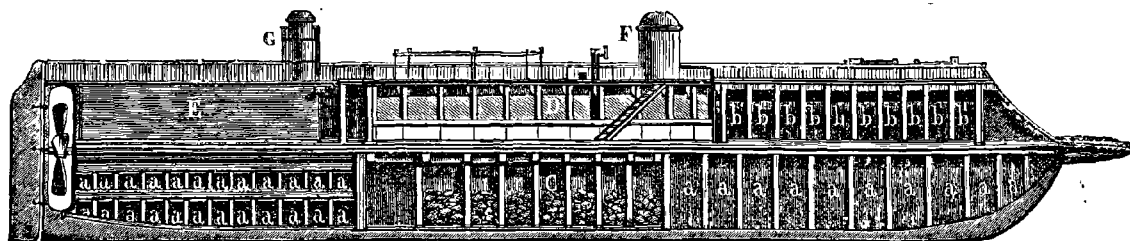
Ce sont : les torpilles de barrage servant à fermer les passages étroits ou peu pro-

fonds, les torpilles flottantes qu'on semait avec profusion sur le chemin que devaient parcourir les navires ennemis.

Elles étaient très variées de formes et de

capacité ; mais toutes fabriquées par le même système, c'est-à-dire devant éclater par le contact des navires.

Quant aux torpilles électriques employées

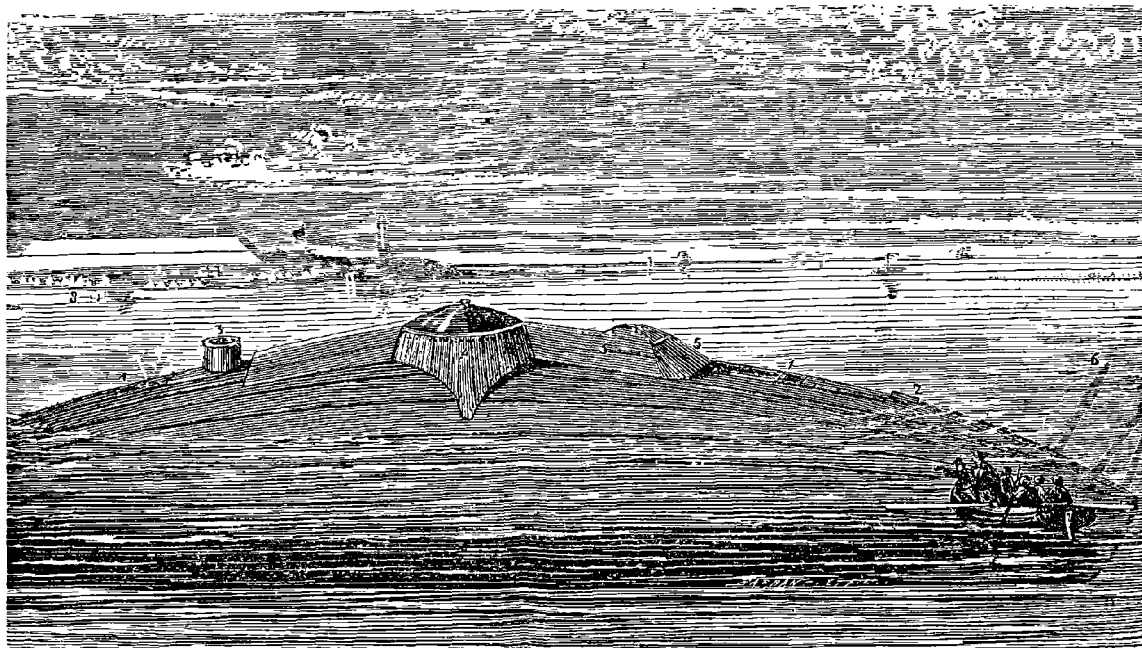


Bateau sous-marin construit à Mobile (États-Unis).

a, a, a... Compartiments destinés à recevoir de l'eau ou de l'air. — *b, b, b...* Compartiments à air comprimé. — C. Soute au charbon, D. Logement de l'équipage. — E. Chambre de la machine. — F. Guérite en cristal. — G. Cheminée.

surtout à la défense des ports, ce n'étaient ni des barils, ni des caisses en bois, ni tout

autre objet d'apparence inoffensive, on ne les voyait point parce qu'elles étaient immer-



Le bateau Torpille, construit par les confédérés, pour faire sauter les bâtiments fédéraux.

1. Faux sabords. — 2. Kleets. — 3. Cheminée. — 4. Couverture de la machine. — 5. Guérite pour le pilote et le timonier.

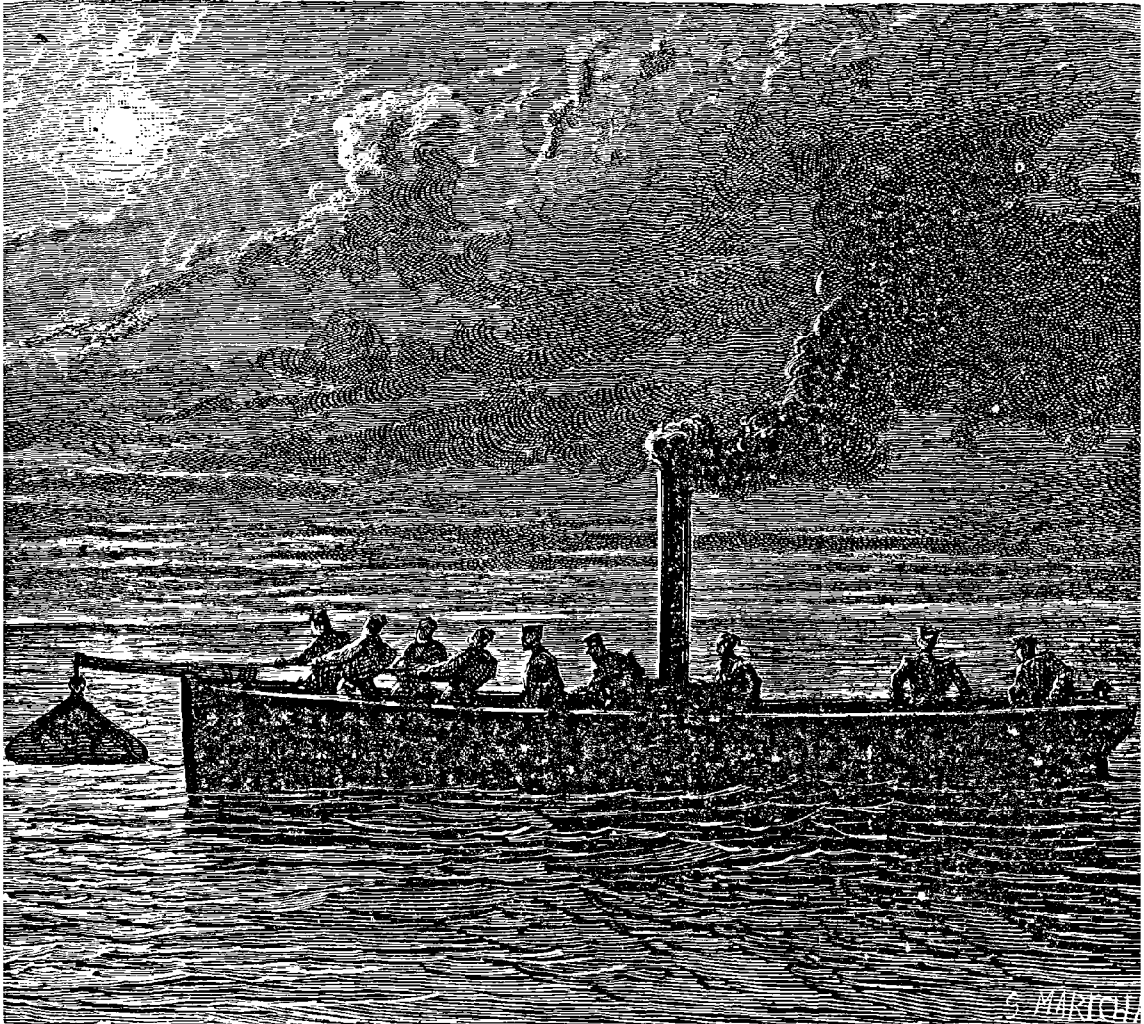
gées assez profondément et elles se composaient invariablement d'une caisse en tôle de chaudière à vapeur, soigneusement rivetée et boulonnée et contenant une charge de

fulmi-coton ou de dynamite, dont on commandait l'explosion au moyen d'un fil électrique attaché au rivage ou sur un bateau en station dans le port.

Pour les torpilles offensives, il n'y avait pas de système spécial, ou plutôt il y en avait autant que d'inventeurs, et ce n'était pas ce qui manquait à une époque où l'Amé-

rique dépensait toutes ses forces intellectuelles et financières à produire des engins de guerre.

Les plus connus furent les béliers torpilles



Pose d'une torpille par une embarcation à vapeur.

employés surtout à Charleston et à Richmond, et les *Davids* , petits bateaux ainsi nommés par allusion aux Goliaths marins, qu'ils étaient chargés de combattre, et qu'ils ne combattaient naturellement que par la ruse, car les uns comme les autres avaient pour mission de placer des torpilles sous les vaisseaux ennemis et de les faire éclater soit

Liv. 23.

par le contact, soit à plus grande distance, au moyen de l'électricité.

Ce qui était d'autant plus facile aux derniers, que c'étaient des bateaux sous-marins, qu'on pouvait couler à une profondeur voulue d'où ils passaient sous les navires à l'ancre, traînant une torpille flottante, qui éclatait par le contact, au moment où elle

23

s'embarassait dans la quille de l'ennemi.

Ces bateaux qu'on appela aussi bateaux cigares à cause de leur forme, avaient été inventés à Philadelphie par un ingénieur français, M. Villeroi de Nantes.

L'expérience que l'on fit de son modèle en 1862, eut un grand retentissement et tout le monde s'accorda pour reconnaître que c'était la tentative la mieux conçue dans le domaine de la navigation sous-marine.

Ce bateau avait 11^m,51 de longueur sur un diamètre de 1^m,11, en un mot, c'était un cylindre en tôle, terminé à ses extrémités par deux cônes dont l'un, celui d'arrière, portait une hélice, mue par un mécanisme sur lequel les journaux du temps ne nous ont donné aucun détail, mais qui vraisemblablement reposait sur le principe du tourne-broche, actionné à la main.

En tout cas, ce ne devait pas être la vapeur, car le bateau hermétiquement fermé, et éclairé intérieurement par un grand nombre de fenêtres circulaires, ne portait extérieurement aucune trace de cheminée.

On pénétrait dans ce bateau par une écoutille, qui se refermait sur les passagers.

Pour le faire enfoncer, il suffisait de remplir d'eau, par le moyen d'une pompe, un certain nombre de tuyaux en gutta-percha, placés dans l'intérieur du bateau, et que l'on pouvait vider par un conduit à robinet qui communiquait avec l'extérieur lorsqu'on voulait naviguer à la surface des eaux.

Au bateau cigare, d'un maniement assez difficile en somme pour des matelots, peu expérimentés dans l'art mécanique, mais qui était un grand progrès sur les premiers engins de ce genre, dont on se servit en Amérique pour placer les torpilles, succéda bientôt un bateau sous-marin construit à Mobile en 1863 par M. Alstelt, et qui, dans la pensée de son auteur, devait être irrésistible.

Il n'était pas, d'ailleurs, fabriqué tout exprès pour lancer des torpilles; il avait son armement spécial, composé de caisses

de fer, chargées de poudre et arrimées de chaque côté du bord.

Ces caisses hermétiquement fermées étaient accouplées par une chaîne assez longue pour que, placées sous un navire à l'ancre dans un port, elles pussent remonter de leur propre poids et s'appliquer aux flancs du navire pour y éclater au moment opportun, par l'effet d'une pile électrique placée sur le bateau sous-marin.

Si le navire à attaquer était au contraire en marche, la manœuvre du sous-marin consistait à se tenir sous l'eau et à lâcher sur la route que devait suivre l'ennemi, quelques couples de caisses destinées à éclater par le contact de sa quille.

Décrivons maintenant ce bateau sous-marin, dont notre gravure représente une coupe.

Sa longueur est de 21 mètres, et il est coupé horizontalement dans toute sa longueur par un fort plancher en tôle, sa partie supérieure renferme la machine à vapeur et les deux machines électriques, appelées à faire mouvoir l'hélice, — selon la manœuvre du bateau — les deux gouvernails, les logements de l'équipage et un certain nombre de compartiments assez hermétiquement étanches pour emmagasiner de l'air comprimé.

Sa partie inférieure contient les provisions de charbon, de vivres et de nombreux compartiments destinés à recevoir selon les cas, de l'eau ou de l'air.

Sur le pont, hermétiquement fermé, rien ne saillit, sinon une guérite d'observation dont l'orifice est couvert d'une forte glace et le tuyau de la cheminée, que l'on a soin de fermer avec une calotte lorsque le bateau doit opérer sous l'eau.

Dans ce cas, les bastingages mobiles qui lui servent à préserver son pont, quand il navigue comme un bateau ordinaire, sont rabattus, les tuyaux de navigation bouchés; on fait arriyer de l'eau dans tous les compartiments *a. a.*, les feux sont éteints et

l'hélice est mise en mouvement par les machines électriques.

Le bateau peut se tenir à une profondeur plus ou moins grande au moyen de ses deux gouvernails, ou du moins de celui de l'avant, car l'autre ne sert qu'en cas de navigation ordinaire.

Si le gouvernail de l'avant est parallèle à l'axe de l'hélice, son action est insensible; si on l'élève, le bateau tend à remonter, si on l'abaisse, le bateau plonge davantage.

Comme théorie, c'est très simple et l'on ne rencontre pas de très grandes difficultés dans la pratique, — à part le changement de moteur qui demande un certain temps — si l'on a le soin de ne se tenir qu'à la profondeur nécessaire à se dérober à l'ennemi, c'est-à-dire à environ un mètre au-dessous de l'eau, car alors la sentinelle qui occupe la guérite peut facilement, par la calotte en verre de cette guérite, surveiller les opérations de l'ennemi, et donner les indications nécessaires au règlement de la manœuvre du bateau.

Outre ce bateau sous-marin, qui n'était pas absolument une invention nouvelle, les Américains en imaginèrent un autre qu'ils appelèrent : le *Bateau Torpille*.

C'était bien le nom qui convenait à cet engin destructeur, puisqu'il n'avait d'autre but que de se placer sous les navires ennemis et de les faire sauter au moyen de torpilles lancées par un puissant projecteur électrique.

Pour cela, ce bateau, qui avait douze mètres de long sur deux de large, était couvert d'une cuirasse de fer d'un quart de pouce d'épaisseur qui le formait de partout, pour que son immersion fût sans danger.

Au centre était une machine à vapeur faisant mouvoir une hélice et l'équipage pouvait être tenu au courant de la manœuvre de l'ennemi par l'orifice d'une guérite en verre très épais, destinée à loger le timonier et la vedette.

Malheureusement, ce navire qui aurait pu

être très redoutable, ne fit de mal qu'à lui-même, car sa chaudière ayant éclaté en tuant trois hommes de l'équipage, il s'en-gloutit dans les flots.

Comme nous le disions tout à l'heure, le bateau sous-marin n'était point par lui-même une invention nouvelle; sans remonter jusqu'au *Nautilus* de Fulton, sans parler du *Nautilite* des frères Coëssin et d'autres essais, faits en France et en Angleterre, on peut constater que le docteur Payerne, après avoir construit un hydrostat sous-marin dès 1847, avait produit en 1855 un véritable bateau sous-marin qui a servi de point de départ à tous les autres.

Vers la même époque l'Anglais James Nasmyth imaginait, dans un but beaucoup moins pacifique, une sorte de bateau, qui, à la vérité ne s'immergeait pas complètement, mais pouvait presque être considéré comme sous-marin.

Ce bateau, appelé *mortier flottant*, parce qu'il était destiné à porter dans les flancs d'un navire ennemi, une bombe dont l'explosion le ferait infailliblement couler, était un petit vapeur à hélice construit de façon à pouvoir s'enfoncer dans l'eau jusqu'au niveau de sa cheminée.

Sa coque de dix pieds anglais d'épaisseur était en peuplier, nature de bois qui a l'avantage d'être très léger, très élastique et surtout presque incombustible, puisqu'un boulet rouge peut s'y loger sans y produire d'autre effet que de carboniser quelques pouces de bois; — il n'avait pas besoin de cuirasse, du reste, à l'époque de sa construction on y pensait à peine.

L'intérieur n'offrait que l'espace nécessaire à contenir l'équipage (c'est-à-dire trois ou quatre hommes déterminés) et la machine, alimentée par une chaudière de haute pression, donnant une vitesse de huit à dix milles à l'heure.

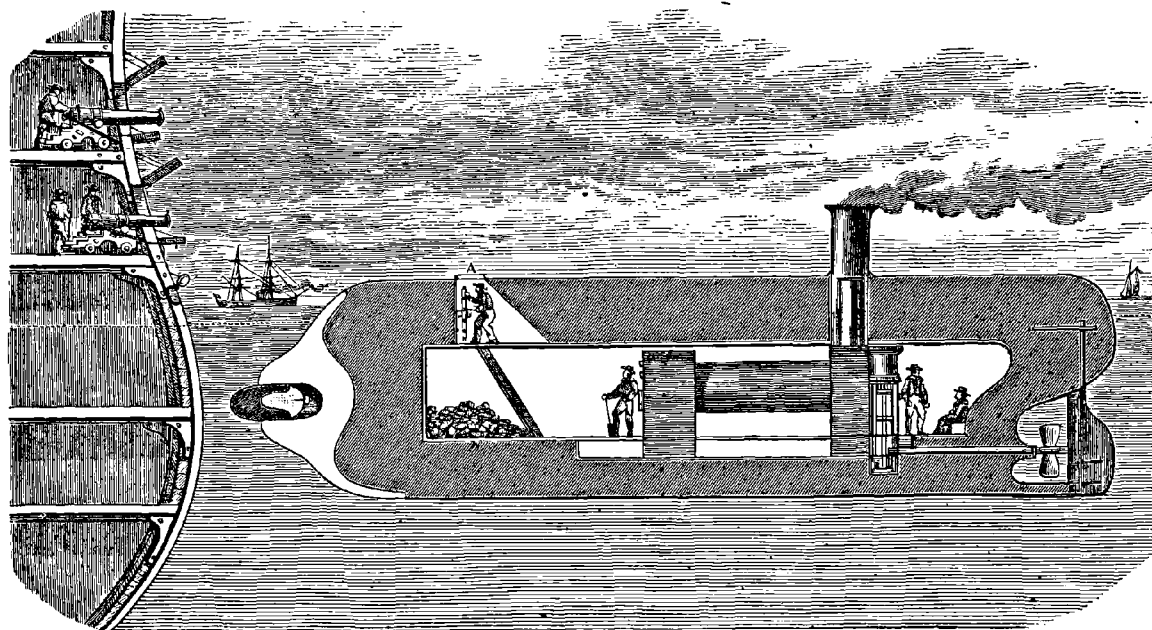
Quant à la bombe, la seule raison d'être de ce bateau qui tenait à mériter son nom; elle était placée à l'avant, dans un immense

mortier représenté par la partie blanche de notre dessin et munie, au point de sa lumière, d'une capsule destinée à la faire éclater au moindre choc d'un objet résistant ; ce qui devait arriver infailliblement si le bateau mortier, lancé à toute vitesse, se heurtait contre le flanc d'un navire.

Nous n'avons point entendu dire que ce mortier flottant ait jamais servi, mais c'eût été un digne précurseur des torpilles, si l'on

avait trouvé le moyen d'avoir à bord des bombes de rechange, car outillé comme il était, il lui fallait regagner la côte pour se recharger à nouveau, ce qui occasionnait une telle perte de temps que cela neutralisait ses qualités destructives.

Quelques années plus tard, en 1862, l'Espagne avait aussi son bateau sous-marin, l'*Ictineo*, expérimenté à Barcelone par l'inventeur, M. Narciso Monturiol, mais ce



Mortier flottant anglais. — Coupe verticale.

n'était déjà plus un monopole, puisqu'à la même époque le contre amiral Bourgeois construisait son *Plongeur* à la Rochelle.

Ces deux bateaux avaient d'ailleurs quelque ressemblance. L'*Ictineo*, en forme de poisson, manœuvrait facilement à 12 mètres sous l'eau et portait, outre une puissante tarière, mue par la vapeur et destinée à percer la coque des navires ennemis, des canons qui pouvaient tirer de bas en haut contre la partie vulnérable des vaisseaux blindés.

Les cinquante-cinq expériences de ce

petit bateau poisson furent si concluantes que l'inventeur fut chargé par le gouvernement espagnol, d'en construire un beaucoup plus grand... qui ne servit à rien du tout.

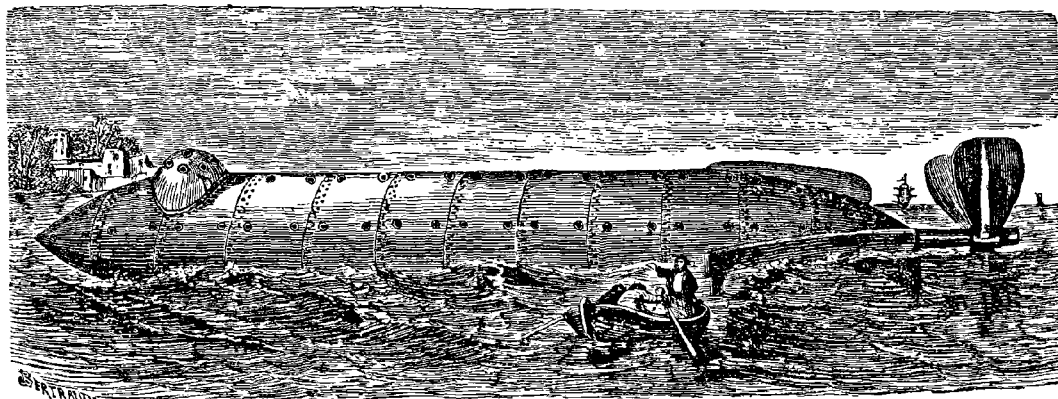
Mon Dieu ! le *Plongeur* eut à peu près le même sort ; il servit du moins à démontrer que la navigation sous-marine était sortie des probabilités et qu'il suffisait de profiter des leçons de l'expérience pour pouvoir l'utiliser.

C'était pourtant un terrible engin de guerre que ce navire de 44^m,50 de longueur,

dont la forme rappelait celle d'une baleine.

Destiné plus spécialement à manœuvrer en mer à une certaine profondeur, il pouvait naviguer à l'ordinaire et alors sa hau-

teur ne dépassait la surface de l'eau que de 80 centimètres, de plus une partie de sa carapace supérieure, pouvait par un mécanisme spécial, se détacher du reste du navire

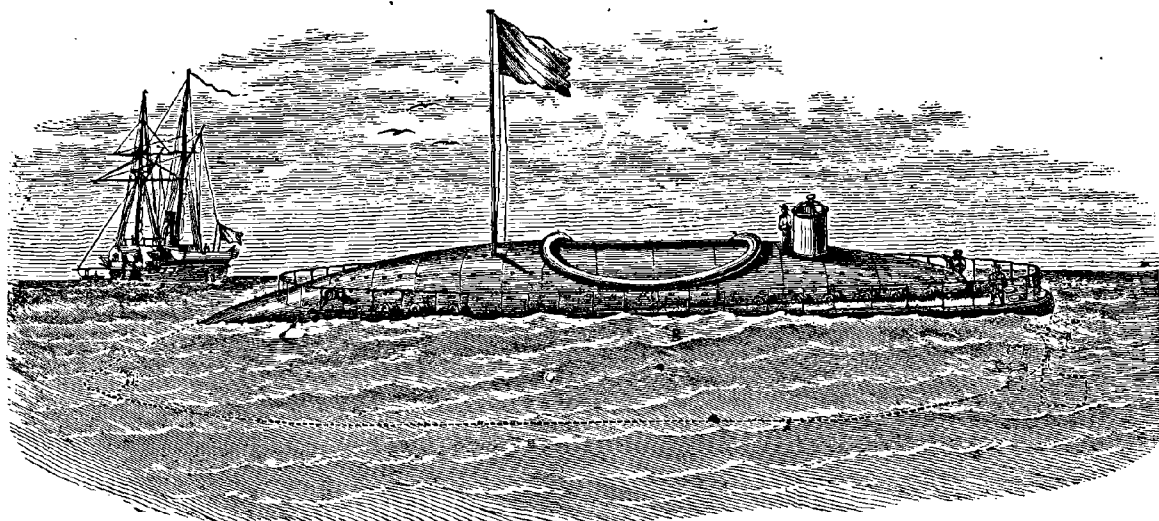


Bateau sous-marin, construit à Philadelphie-par M. Villeroy.

et servir de canot de sauvetage, capable d'offrir asile à tout l'équipage, composé de 48 hommes.

Son hélice était mue par une force approxi-

mative de 80 chevaux, mais ce n'était pas la vapeur qui l'actionnait, c'était l'air comprimé; à cet effet il y avait à bord de vastes réservoirs, servant à la compression de l'air,



Le Plongeur, bateau sous-marin construit à Rochefort.

et d'autres non moins vastes, disposés pour emmagasiner l'eau quand on voulait immerger le navire.

Cette opération se faisait très rapide-

ment : en quelques instants le bateau disparaissait complètement, ne laissant voir à la surface de l'eau que l'extrémité d'une guérite, fermée par une cloche en verre à tra-

vers laquelle, le commandant interrogeait l'horizon pour indiquer à son équipage la route à tenir de façon à frapper l'ennemi à coup sûr, en lui enfonçant son éperon dans les basses œuvres.

Tel était le but du *Plongeur*, mais son coup d'éperon quelque redoutable qu'il fût, n'était que la première attaque; il ne se retirait point sans avoir laissé dans la blessure qu'il venait de faire, une torpille dont il déterminait l'explosion par une batterie électrique, sitôt qu'il était en sûreté.

Théoriquement c'était admirable; restait à savoir ce que la pratique donnerait.

Nous pourrions citer d'autres bateaux sous-marins; notamment un navire de 78 mètres de long, lancé sur la Tamise en 1864 par un inventeur américain, M. Winam, mais cela nous éloignerait de notre sujet, sans faire faire un pas à la question. Revenons donc aux torpilles proprement dites et comme on n'attend pas de nous l'historique de leurs exploits destructifs, donnons une idée des différentes variétés de l'espèce, ou du moins de celles qui sont connues, car il y a eu beaucoup d'inventeurs et chaque puissance maritime doit avoir au moins un secret en réserve.

Elles se distinguent d'abord par leur usage, puis par leur forme, et enfin par leurs moyens explosifs.

Ainsi, il y a des torpilles fixes, soit retenues par une ancre ou par un pieu; des torpilles flottantes, particulièrement en usage dans les fleuves au courant rapide; des torpilles de remorque qui sont convoyées par un canot et mises en place au moment opportun; et des torpilles de lancement, qu'on emmagasine maintenant dans la cale des navires cuirassés et qu'on jette sur l'ennemi comme un projectile.

Les unes éclatent par le contact, c'est généralement le cas des torpilles flottantes; d'autres au moyen de l'électricité ou à l'aide d'un appareil percuteur, mû par l'eau même.

Ce système, inventé par M. Toselli, est assez peu connu pour mériter description: empruntons-là à la *Revue maritime italienne*.

« Une torpille, située à n'importe quelle distance, peut être mise en communication avec une pompe hydraulique par le moyen d'un fil tubulaire de deux millimètres de diamètre, nu ou revêtu, suivant le cas, mais sans besoin, de matière isolante. Une fois que le fil tubulaire est rempli d'eau, il suffit d'un ou deux coups de piston pour déterminer l'explosion.

« L'appareil percuteur se compose d'une cheminée avec capsule ou aiguille fulminante, d'un chien de percussion, d'un ressort qui le fait agir, et d'un cylindre dans lequel se meut le piston actionné par la pompe hydraulique.

« Que l'on emploie une pompe à air ou une pompe hydraulique, le phénomène devra se produire de la même façon. En faisant avancer le piston sous l'effet de la pompe, le levier relève le chien; celui-ci arrive au point le plus élevé de sa course, échappe avec d'autant plus de vigueur que le ressort est plus énergique, son choc sur le fulminate détermine l'explosion de la torpille. »

Étudions maintenant les différentes formes, en partant de la torpille originaire, la torpédo américaine dont nous trouvons la description dans le *Moniteur de l'armée*.

« Une torpédo est une caisse en étain affectant la forme d'une grande bouilloire, de la capacité de 45 à 50 litres et divisée en deux parties au moyen d'une séparation transversale, la partie inférieure sert de chambre à air, la supérieure ou la plus étroite reçoit la charge. Une verge en fer, en contact avec la poudre, est coiffée d'une capsule; le marteau destiné à la faire éclater est fixé à l'extérieur de la caisse d'étain et traverse un ressort en spirale qui le met en mouvement.

« Quand la torpédo est immergée, le marteau est dressé et une cheville le maintient dans cette position. A cette cheville est attaché un flotteur au moyen d'une petite corde. On comprend le reste, aussitôt qu'un navire touche la corde ou le flotteur, la cheville tombe; le marteau dégagé s'abat sur la capsule, l'explosion a lieu et le bâtiment plus ou moins entamé au-dessous de la flottaison, coule aussitôt. »

Cet engin a bientôt été abandonné par les Américains eux-mêmes, et remplacé par la bombe sous-marine de Beardlee, qui la première prit le nom de torpille.

C'était un cylindre qui fut de bois d'abord et ensuite de métal, chargé naturellement de poudre ou d'autre matière explosive, et dont l'extrémité contenait un morceau de graphite auquel on mettait le feu au moment voulu par un fil électrique; pour cela il suffisait de faire passer les deux fils du circuit à travers le cylindre et le courant dégagé allumait la composition fulminante.

C'était là la torpille que l'on posait avec les bateaux sous-marins dont nous avons parlé.

Depuis on a modifié tout cela, et nous avons aujourd'hui :

La torpille flottante Punshow, qui se compose d'une enveloppe de cuivre ayant la forme de deux cônes superposés.

Cette enveloppe chargée de matière explosible, le plus souvent de dynamite, est entourée d'un cercle hérissé d'amorces fulminantes et disposé de façon à flotter toujours horizontalement.

La torpille posée, si la quille d'un navire la rencontre, elle touche une ou plusieurs amorces et l'explosion a lieu.

Cette torpille a le défaut d'être aussi dangereuse pour les vaisseaux amis que pour les ennemis, car si elle a été sans effet, elle reste dans le port comme une menace continuelle.

C'est le cas de presque tous les engins de contact, et notamment de la torpille tur-

que (nous l'appelons ainsi par ce qu'elle a surtout été employée par la marine de ce pays).

C'est une torpille fixe destinée à être immergée pour la défense des côtes; sa forme est celle d'un vaste éteignoir additionné de côtes formées par des tiges mobiles qui se terminent par un système percuteur, ce qui fait qu'elle éclate forcément aussitôt qu'un corps d'une certaine résistance entre en contact avec une de ses côtes.

La torpille de remorque Harwey, rappelle un peu les premiers engins américains; c'est une espèce de caisse dont l'aspect excite d'abord l'idée d'une vaste souricière, grâce au levier qu'elle porte à sa partie antérieure, et qui, relevé lorsque la torpille est chargée, retombe de façon à écraser la capsule, qui provoque l'explosion au moindre choc de l'appareil.

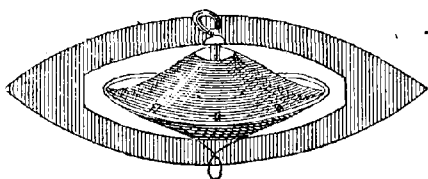
Toute la question consiste à obliger les navires à passer dessus; pour cela la torpille rendue plus flottante par l'addition d'une plaque de liège, est remorquée à l'extrémité d'un long câble par un petit bateau à vapeur, qui manœuvre pour l'engager dans la quille du vaisseau ennemi.

La torpille à cylindre est plus spécialement une torpille d'attaque ou de lancement; sa manœuvre est la plus dangereuse de toutes, parce que le bateau qui la porte doit nécessairement approcher de très près l'ennemi.

Notre dessin l'explique suffisamment, c'est une perche portant à son extrémité un cylindre métallique rempli de matière explosible et relié à la tête, chargée d'une composition fulminante par un double fil électrique qui se prolonge jusqu'à la batterie à l'aide de laquelle on déterminera l'explosion, c'est-à-dire sur le bateau même qui a lancé la torpille, et qui, se reculant vivement quand son opération est finie, lâche le fil enroulé sur un treuil jusqu'au moment où il se trouve en sûreté.

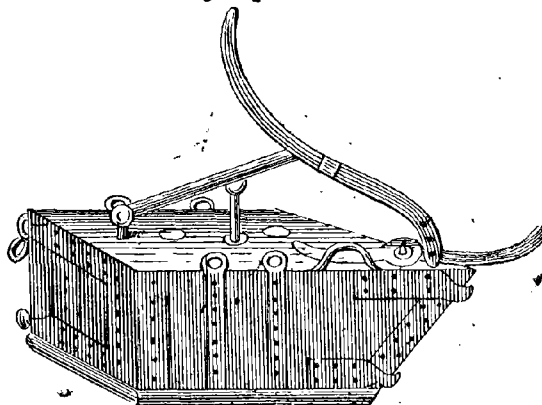
Il y en a de moins compliquées et plus

dangereuses encore, qu'on appelle des torpilles volantes; elles affectent des formes différentes soit en cœur, soit en cône, mais sont composées exactement de la même façon, c'est-à-dire d'une enveloppe en tôle mince renfermant trois kilogrammes de poudre Fontaine, pouvant éclater par l'inflammation d'un fulminate.



Torpille flottante Panshow.

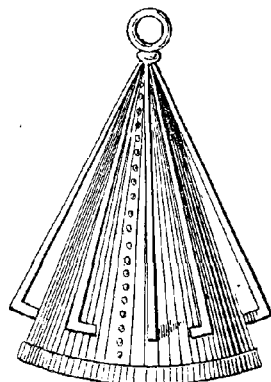
Ces torpilles sont emmanchées au bout d'une assez longue perche, fixée elle-même



Torpille de remorque Harwey.

à une tige de fer articulée, pour faciliter la manœuvre qui se fait de la façon suivante.

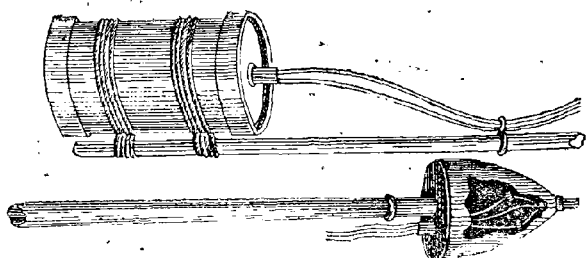
Le bateau torpilleur, qui est quelquefois une simple chaloupe à vapeur, est muni à



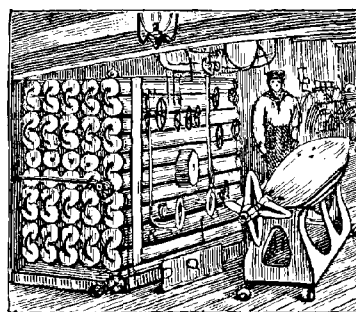
Torpille en cône.

son avant d'une poutre carrée, d'environ dix centimètres de côté, posée à peu près

comme un mât de beaupré, et qu'on appelle butoir parce qu'elle est destinée à arrêter



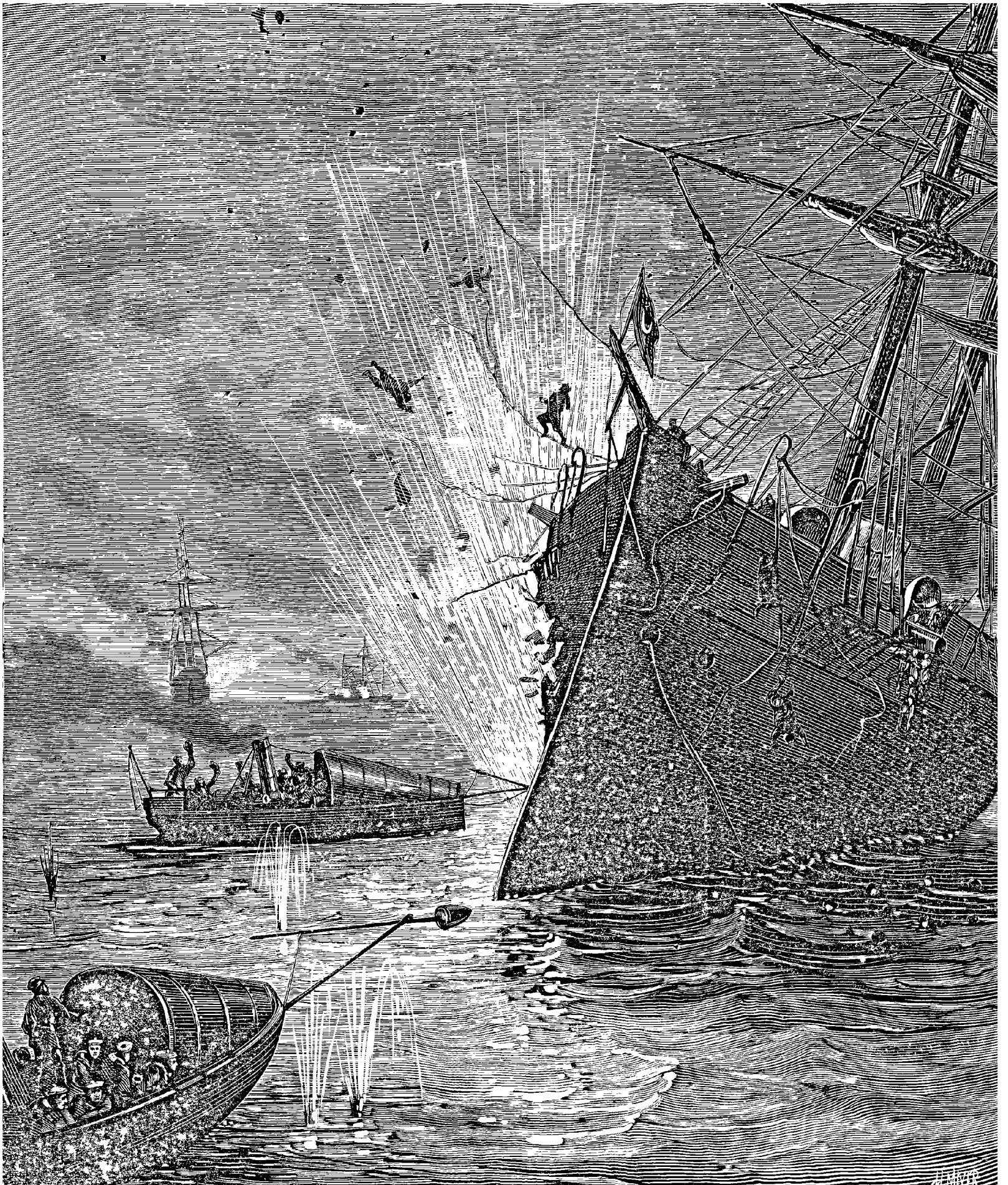
Torpille à cylindre.



Torpille Whitehead.

le bateau à une distance du navire ennemi calculée pour que l'immersion de la tor-

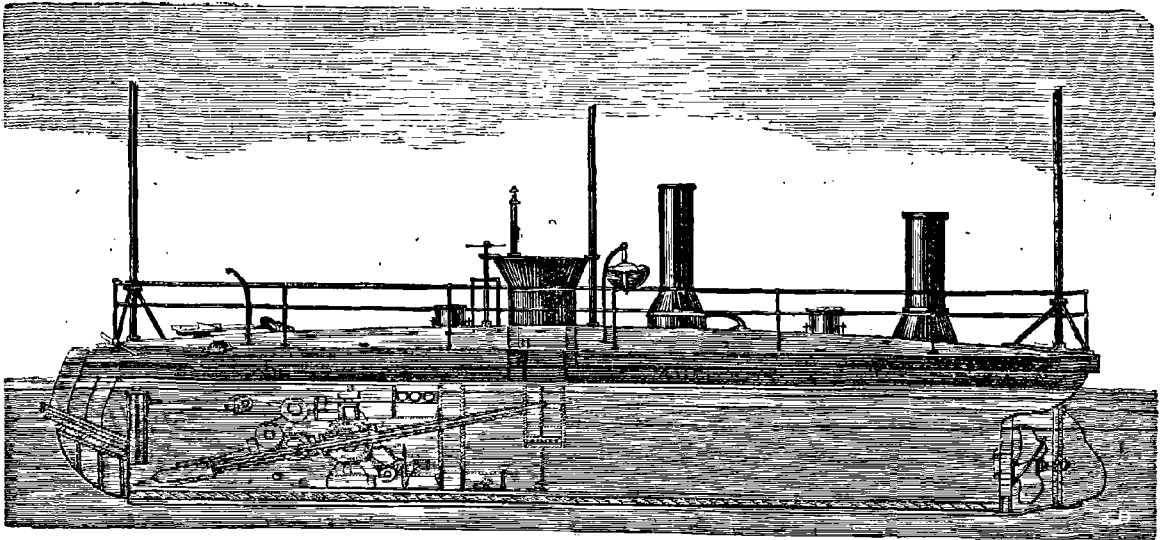
pille puisse se faire vite et sans encombre. La torpille est alors emmanchée dans



EXPLOSION D'UN CUIRASSÉ TURC PAR DES TORPILLEURS.

la tige de fer coudée et fixée en avant du bateau.

Dès qu'on approche du navire, on pousse le levier qui fait décrire à la perche un



Bateau torpilleur français.

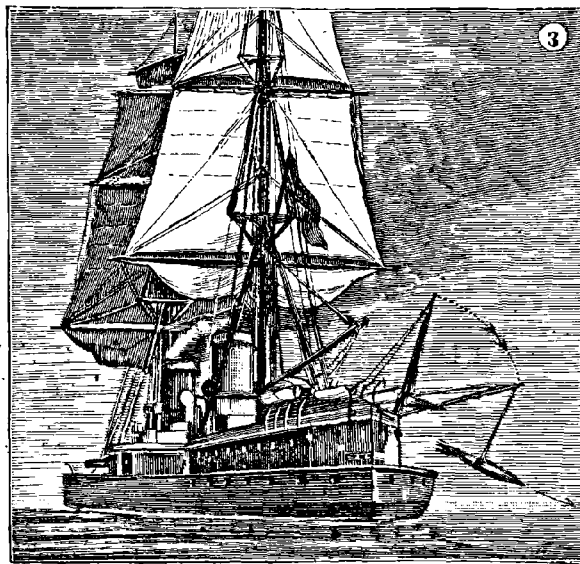
arc de cercle qui amène la torpille à un mètre cinquante au-dessous de la ligne de flottaison, et au moment où le du-toir touche le navire à attaquer, on tire le cordon tire-feu, le fulminate s'enflamme, la torpille éclate et ouvre dans les œuvres vives du vaisseau une voie d'eau suffisante pour le faire sombrer en quelques minutes à moins qu'on ait pu choisir assez bien la place de la torpille pour que son explosion atteigne la Sainte Barbe de l'ennemi, auquel cas il saute au lieu de couler, ce qui ne change rien au résultat final.

LIV. 24.

Presque toutes les puissances maritimes font usage de cette torpille en modifiant plus ou moins sa forme, son système de chargement ou d'éclatement (les Russes s'en sont servis avec succès dans leur dernière guerre avec les Turcs) et naturellement chacune a pour les placer ou les lancer des bateaux spéciaux, que nous n'étudierons point en détail, parce qu'ils partent tous du principe du torpilleur français inventé par l'amiral de Chabannes.

Ce bateau, suffisamment cuirassé, et très bas sur l'eau, est muni de deux éperons.

24



L'Infexiote lançant une torpille Withehead.

l'un à la quille de quatre à cinq mètres de longueur, l'autre à l'étrave, beaucoup plus court et garni d'un tampon.

Quand le torpilleur attaque le vaisseau ennemi, il se précipite dessus, son éperon en sous-œuvre fait un trou par lequel il lance sa torpille ; pendant que le tampon de son éperon d'étrave, faisant ressort, le repousse vivement en arrière, et, lui donnant de l'élan pour sa fuite, lui permet de mettre rapidement le feu à la torpille au moyen de son câble électrique.

Ce système, bien modifié depuis, comme nous le verrons tout à l'heure, était déjà une grande amélioration sur le premier torpilleur, qui pouvait être la première chaloupe à vapeur venue, pourvu qu'elle fût munie à son avant d'une perche de 10 à 12 mètres de longueur, fixée dans un manchon susceptible d'être mû dans un plan plus ou moins vertical.

Cette perche portait à son extrémité une espèce de mâchoire dans laquelle se logeait la torpille qu'il s'agissait de placer, ce qui s'opérait en inclinant la perche jusqu'à l'eau, par le moyen d'une chaîne partant de son extrémité et s'enroulant sur un treuil fixé sur le bateau et pouvant tourner dans un sens ou dans l'autre.

Il y a encore des torpilleurs de ce genre, avec des modifications plus ou moins sensibles, des perfectionnements plus ou moins heureux ; mais nous ne nous attarderons pas à les étudier, car ils disparaîtront aussi bien que les autres, si, comme tout le fait présumer, l'emploi des torpilles Whitehead se généralise.

La torpille Whitehead, adoptée en Angleterre, est jusqu'à présent le dernier mot de cette science spéciale qui, si elle progresse encore, finira par rendre toute guerre navale impossible, puisque les navires ne pourront plus tenir la mer sans s'exposer à sauter.

Elle consiste en une carcasse en acier malléable, affectant la forme d'un cigare ;

de 5 mètres de longueur sur 30 centimètres de diamètre et divisée intérieurement en trois compartiments étanches, celui de l'avant renferme le fulminate qui doit déterminer l'explosion et celui de l'arrière, l'air comprimé qui actionne la machine de direction, contenue par le compartiment du milieu.

Cette petite machine, très ingénieuse, se compose de deux cylindres qui mettent en mouvement un arbre de couche terminé par une hélice montée comme celle des navires à vapeur.

Pour pouvoir maintenir la torpille en droite ligne sur l'objet que l'on attaque, le mouvement de la machine directrice est à oscillation, et le compartiment, où elle est, renferme aussi deux poids suspendus en équilibre ; de cette façon, si la torpille dévie dans sa marche, l'équilibre des poids se trouve rompu, et l'un ou l'autre de ces poids frappe un levier, qui, communiquant avec des ailerons placés à l'arrière de la torpille, au-dessous de l'hélice, fait alors l'office de gouvernail, car l'aileron, mis brusquement en mouvement dans une direction contraire, ramène la torpille dans la ligne droite.

Comme on le voit, la torpille Whitehead, n'éclatant que par le contact, se lance à peu près comme un projectile et on peut lui donner une telle impulsion qu'elle se meut sous l'eau avec une vitesse de 25 milles marins à l'heure.

Avec cet engin terrible, il n'est donc plus besoin de bateaux spéciaux pour approcher l'ennemi, aussi les nouveaux torpilleurs qu'on appelle *torpédos* à l'étranger, sont-ils tout simplement de petits avisos, bas sur l'eau pour donner moins de prise aux projectiles ennemis, cuirassés le plus légèrement possible pour conserver beaucoup de vitesse, car c'est là le grand point.

Ceux qu'on a construits à Cherbourg, non pas précisément pour les torpilles Whitehead, mais qui sont très propres à les lancer, ont

de 15 à 20 mètres de longueur, et sont actionnés par des machines à vapeur qui varient entre les forces de 40 à 130 chevaux.

Les plus puissants ont deux hélices indépendantes pouvant faire 400 tours à la minute, ce qui donne une vitesse moyenne de 17 à 18 nœuds, obtenue surtout grâce à ce que leur carène ne présente aucune saillie à l'intérieur, les têtes de rivets étant abattues à la lime.

Inutile de dire que toutes les puissances maritimes ont maintenant leurs torpédos plus ou moins pourvus de vitesse et affectant des formes variées qui se rapprochent pourtant sensiblement de la corvette aviso sans mâture.

Les Allemands sont très fiers de leur *Uhlán*, fort bien compris du reste, quoique un peu large pour sa longueur et sur le modèle duquel ils ont déjà construit d'autres torpédos.

C'est un aviso de grande vitesse actionné par une machine à vapeur de 1000 chevaux qui met en mouvement une hélice unique, mais d'un diamètre de trois mètres, et abritée par une protection métallique, sous-marine naturellement, puisque le navire est très bas sur l'eau, pour pouvoir lancer efficacement ses torpilles.

Ce qu'il y a de particulier dans la construction du *Uhlán*, c'est qu'il est à double coque : cette précaution est prise pour le cas où, la première venant à être endommagée par l'effet du choc avec un navire ennemi, la seconde soit suffisante à assurer sa navigabilité.

Ces deux coques ne sont pas adhérentes, comme on le pense bien, car alors elles ne rempliraient pas leur but, mais le vide qui est entre elles deux est comblé par un murraillement de liège fixé au bord intérieur par de la colle forte marine.

Malgré cette précaution, le torpédo prussien porte à son bord un bateau de sauvetage construit à double coque de la même façon, et qui est à deux fins ; c'est-à-dire

qu'il peut servir à placer des torpilles à bout d'espars, et offrir un refuge à l'équipage en cas d'avaries graves, conséquences naturelles d'un combat.

Les Italiens, les Russes, sont moins préoccupés de faire du nouveau en fait de torpédos, par la raison qu'ils installent leurs machines à lancer les torpilles sur leurs monitors et leurs garde-côtes.

En Angleterre, on a beaucoup parlé du *Lightning*, navire porte torpille qui devait faire merveilles : mais essayé en 1878 sur la Tamise, il n'a parcouru que 45 milles en 2 heures 40 minutes, ce qui ne fait encore que 18 milles à l'heure, vitesse très grande pour un cuirassé, mais dépassée par nos torpilleurs français.

On a reporté alors les grandes espérances sur le bateau porte torpille inventé par l'amiral Sartorius et qui est resté longtemps à l'état de projet.

Ses dimensions sont moyennes, mais il est étroit relativement à sa longueur, ses extrémités sont très fines et armées toutes les deux d'un éperon destiné à agir par le choc. Sa forme est conique à peu près comme une toupie dans sa partie inférieure et ovoïde dans sa partie supérieure c'est-à-dire que ce qui représente le pont est suffisamment convexe pour ne pas redouter le choc des projectiles ennemis.

Du reste, cette partie supérieure est blindée avec des plaques d'acier de 76 millimètres d'épaisseur, cuirasse légère dans les deux acceptations du mot et permettant de compter sur une grande vitesse.

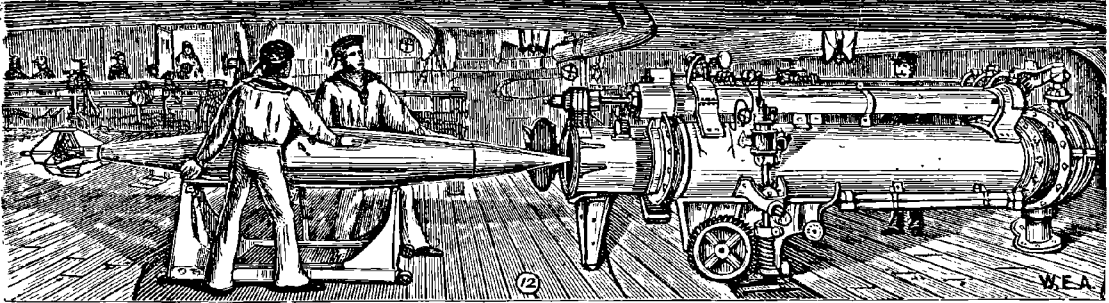
Ce bateau ne porte pas de canons, mais à chacune de ses extrémités est un appareil à torpilles et au milieu deux tubes pneumatiques pour lancer des torpilles Whitehead.

Toutes choses bien comprises, mais qui n'ont pas dû donner des résultats bien brillants, car les Anglais, qui ne négligent pas de tambouriner leurs succès, en ont à peine parlé.

Cela tient peut-être à ce qu'ils étaient entrés dans une autre voie en installant leurs torpilles Whitehead au fond de la cale de leurs navires cuirassés de nouvelle construction, dont elles augmentent ainsi la puis-

sance, en apparence, du moins ; car nous avons fait nos réserves à cet égard.

L'*Inflexible*, le curieux navire anglais, dont nous avons longuement parlé, est admirablement outillé pour le service des tor-

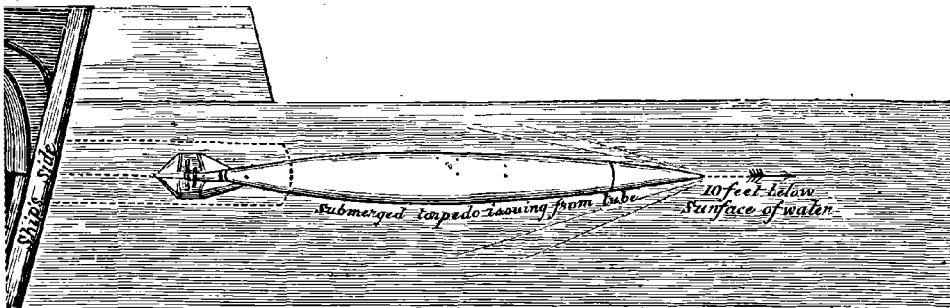


Manœuvre des torpilles Whitehead. — L'entrée dans les tubes pneumatiques.

pilles, non seulement il possède dans sa batterie sous-marine une série de tubes pneumatiques pour lancer plus sûrement ses Whitehead, par la pression atmosphérique, mais encore il a inauguré un système qui permet de les lancer de sur le pont du navire.

Cela consiste en une sorte de trépied en fer, fixé sur le bordage de la citadelle, par deux de ses branches ; à la troisième la torpille est suspendue en équilibre.

A un signal donné, l'appareil fait bascule et la torpille chassée par le mouvement, s'échappe et se dirige vers le but qu'elle doit



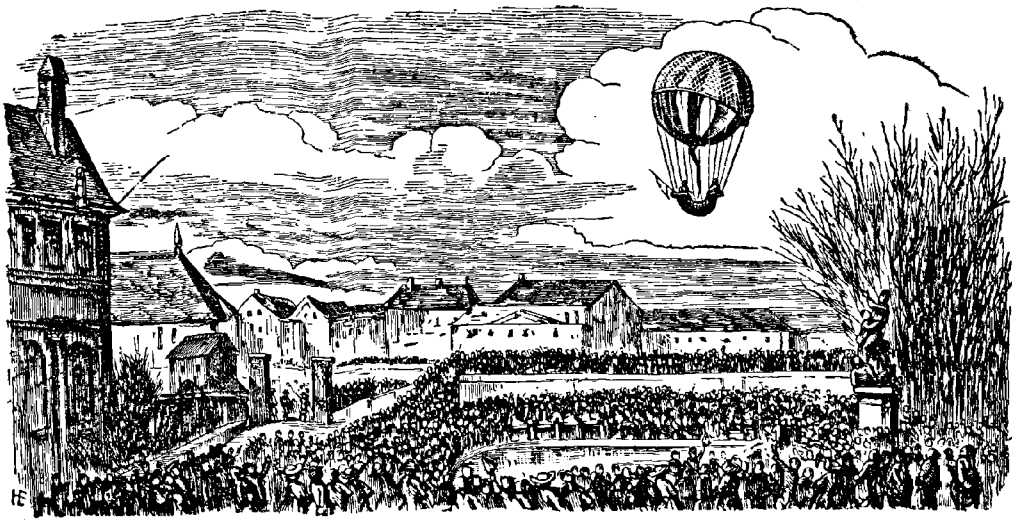
Manœuvre des torpilles Whitehead. — Sortie des tubes.

atteindre, en s'enfonçant dans l'eau à une profondeur déterminée à l'avance par l'inclinaison qu'on lui a donnée.

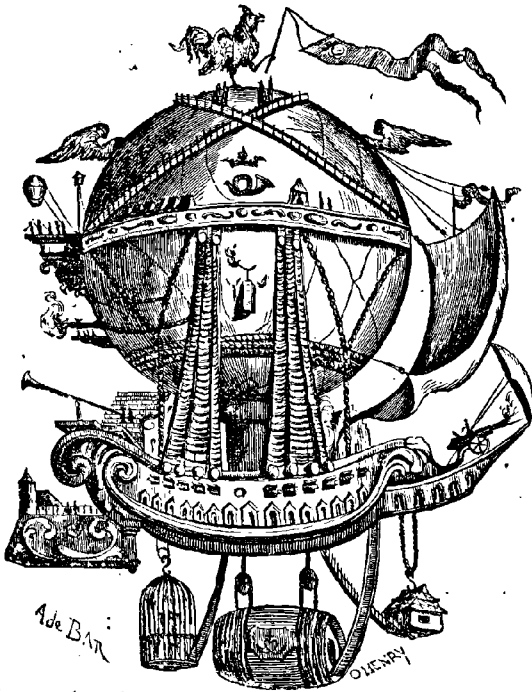
Tout cela est d'une précision si mathématique et d'un emploi si simplifié que nous croyons qu'après le merveilleux engin de Whitehead il faut tirer l'échelle, et que la

guerre des torpilles est enfin sortie de la période expérimentative.

Ce qui nous vaudra cette satisfaction qu'on en parlera beaucoup moins en attendant les jours meilleurs, hélas encore problématiques, où l'on n'en parlera plus du tout.



LES BALLONS



I

LES PRÉCURSEURS DE MONTGOLFIER.

Sans vouloir diminuer la gloire des frères Montgolfier, véritables inventeurs de l'aéroc-

tat, on doit reconnaître qu'ils ne furent pas les premiers à rêver et même à tenter la conquête de l'air, conquête toujours à faire, d'ailleurs, car marcher au hasard, comme il plaît au vent de vous pousser, ce n'est pas posséder un moyen de locomotion.

L'allégorie d'Icare, dont les ailes fixées avec de la cire se détachèrent, parce qu'il s'approchait trop du soleil, a été prise au sérieux par des novateurs qui considéraient la mythologie comme de l'histoire et l'on pourrait en citer un certain nombre qui tentèrent par des moyens plus ou moins ingénieux, mais toujours peu pratiques, de s'affranchir des lois de la pesanteur, surtout depuis qu'Archimède inventa le fameux principe qui porte son nom. « Tout corps plongé dans un fluide est poussé de bas en haut avec une force égale au poids du fluide dont il tient la place. »

De fait, toute l'aérostation est dans cet axiome de physique, il s'agissait de l'en faire sortir.

C'est ce que fit Archytas, qui, si l'on en croit Aulu Gelle, s'enleva et se soutint dans l'air, au moyen d'une colombe volante, dans

l'an 360 de notre ère, mais comme l'historien ne nous a laissé aucun détail sur cet appareil, nous n'en parlons que pour mémoire.

Au même titre, nous signalerons l'expérience faite au ^{xii}^e siècle à Constantinople, par un Sarrasin qui prétendit traverser l'hippodrome avec une longue robe dont les pans retroussés avec des carcasses d'osier, devaient lui servir d'ailes.

Il s'élança courageusement du haut de la tour, se soutint quelque temps dans l'air par le principe qui a fait trouver depuis les parachutes, mais tomba ensuite si lourdement qu'il se cassa les reins.

M. Cousin, qui cite ce fait dans son histoire de Constantinople, dit que ce Sarrasin, qui passait d'abord pour un magicien, fut ensuite reconnu pour fou. Hélas ! c'est le sort de bien des inventeurs quand ils ne réussissent pas.

Plus tard, encouragé peut-être par les doctrines de Roger Bacon qui reconnaissait « qu'on pouvait faire des machines pour voler, dans lesquelles l'homme, assis ou suspendu au centre, tournerait quelque manivelle mettant en mouvement des ailes faites pour battre l'air » et qui avait même donné la description d'un appareil volant, — un bénédictin anglais, nommé Olivier Malmesbury, se fabriqua des ailes avec lesquelles il s'élança du haut d'une tour... et se brisa les jambes.

Cela se passait vers le milieu du ^{xv}^e siècle; trente ans après, Jean-Baptiste Dante, savant mathématicien de Pérouse, recommença l'épreuve avec plus de bonheur, d'abord; car, enhardi par les essais qu'il avait faits au-dessus du lac de Trasimène, il voulut donner à sa ville natale le spectacle d'une expérience publique.

Son départ fut heureux, il traversa la place d'un vol rapide, mais comme Icare, il voulut s'élever trop haut, sa machine se détraqua et il tomba sur le toit de l'église Saint-Maur, où il se cassa la cuisse.

Cet accident lui valut une chaire de mathématiques à Venise, mais ne fit pas faire un pas de plus à l'art de l'aviation qui continuait à préoccuper les esprits.

Pendant quelque temps, les inventions furent purement platoniques. Ainsi Léonard de Vinci construisit, assure-t-on, une machine à voler, mais n'essaya jamais de la mettre à exécution; un jésuite de Brescia, le père François Lana, qui reprit la question en 1670, se contenta d'en faire un livre dans lequel il fit graver l'appareil qu'il avait imaginé.

Ce n'étaient plus des ailes, mais ce n'était pas encore un ballon, et, à vrai dire, c'était impraticable.

Cela se composait d'une espèce de bateau muni d'un mât portant une voile, qui devait être enlevé et maintenu dans les airs par quatre grands globes de cuivre dans lesquels on aurait fait le vide.

Le père Lana prétendait bien que ces globes, devenant alors plus légers que l'air, n'auraient aucune peine à entraîner le vaisseau, mais les moyens qu'il indiquait pour faire le vide, sont tellement étrangers aux lois de la physique, qu'au point de vue de la science, on peut considérer son système comme l'équivalent du *Voyage dans la lune* de Cyrano de Bergerac.

Plus chimérique encore fut l'invention du père Galien, invention qui d'ailleurs ne parut jamais que sur le papier, dans un petit livre imprimé à Avignon en 1755, et pourtant on eut le courage de prétendre que les frères Montgolfier avaient puisé dans cette rêverie le principe de leur découverte.

Qu'on en juge par cet aperçu :

Le père Galien, partant du principe que l'atmosphère est partagée en deux couches superposées, dont la première pèse 2 et la seconde 1, prétend se servir de la première comme point d'appui pour naviguer dans la seconde.

A cet effet, il construit, sur le papier tou-

jours, un vaisseau gigantesque plus long et plus large que la ville d'Avignon et dont les flancs seraient assez élevés pour dépasser de 83 toises la région de la grêle, sans cela, nous dit-il, on gênerait les mouvements du navire, l'air plus pesant y pénétrerait et le bâtiment sombrerait.

Mais cela ne mérite pas examen; laissons ce navire fantastique qui aurait pesé douze millions de quintaux (dix fois plus que l'arche de Noé, affirme le père Galien) et arrivons aux inventeurs sérieux et pratiques.

Le Portugal en produisit deux dont les historiens confondent les expériences à ce point qu'il est assez difficile de s'y reconnaître.

Cependant il paraît certain qu'en 1709, un moine de Rio-de-Janeiro, excellent physicien, nommé Laurent de Guzman, fit avec succès une expérience publique d'aérostation, car on lit dans un manuscrit du savant Ferreira, cité par Carvalho, membre de l'académie des sciences de Lisbonne :

« Guzman fit son expérience le 8 août 1709, dans la cour du palais des Indes devant Sa Majesté et une nombreuse et illustre assistance, avec un globe qui s'éleva doucement jusqu'à la hauteur de la salle des ambassades, puis descendit de même. Il avait été emporté par de certains matériaux qui brûlaient et auxquels l'inventeur lui-même avait mis le feu. »

Évidemment il s'agissait d'une sorte de ballon gonflé par l'air chaud, mais on ne possède aucun détail sur l'appareil de Guzman, parce qu'on l'a confondu avec un autre beaucoup plus problématique, qui n'a peut-être jamais été expérimenté, mais dont le dessin a été gravé, et se trouve à notre bibliothèque nationale.

Daniel Bourgois, dans son *Essai sur l'art de voler* (1734), dit pourtant que c'était une espèce de panier d'osier recouvert de papier. sa forme était oblongue et son diamètre pouvait être de sept à huit pieds.

Du reste, Guzman ne renouvela pas son expérience, l'inquisition ne lui en donna pas le temps, considérant comme un sorcier l'habile physicien que ses compatriotes appelaient déjà l'*avoador* (l'homme volant); elle le fit arrêter et plonger dans un *in pace* d'où il aurait certainement monté au bûcher sans l'intervention expresse du roi.

Comprenant alors l'inconvénient d'être savant trop tôt, Guzman abandonna ses espérances sur la conquête de l'air et s'occupa de construction navale jusqu'en 1724, époque à laquelle il quitta le Portugal pour aller mourir à l'hôpital de Séville.

En 1736, apparut, toujours en Portugal, le vaisseau volant du père Bartholomeo Laurenço, connu par une expérience peu concluante et dont il reste peu de traces, et aussi par la requête que l'inventeur adressa au roi, pour obtenir le monopole de la fabrication de ses appareils, requête appuyée d'un dessin qui se multiplia par la gravure.

Nous reproduisons ce dessin avec ses légendes qui nous tiendront lieu de description et feront suffisamment comprendre que si la machine était originale d'aspect, elle était absolument impraticable.

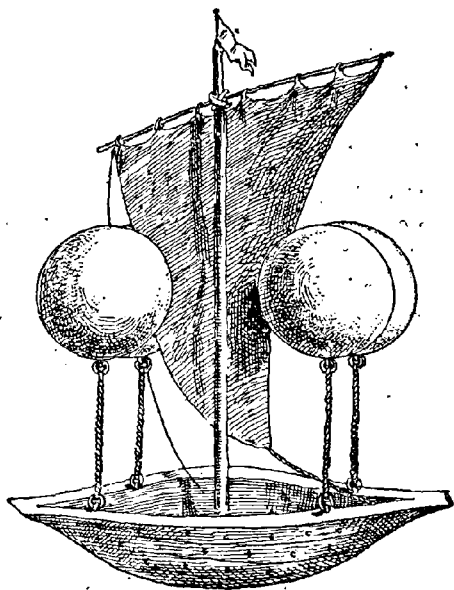
Cependant la question était loin d'être abandonnée, et la découverte par Robert Boyle de l'hydrogène, dont Cavendish prouva, en 1766, que la pesanteur spécifique était quatorze fois moindre que celle de l'air, porta les expériences dans le champ de la science.

C'est ainsi que le docteur Blak d'Édimbourg et, après lui, Tibère Cavallo imaginèrent en petit les ballons, soit avec des vessies gonflées d'hydrogène, qu'on appelait alors l'air inflammable, soit avec des bulles de savon.

Mais c'étaient là des essais à huis clos, et il devait y avoir encore nombre d'expériences publiques, à l'aide de moyens plus ou moins pratiques, avant que l'aérostat fût inventé.

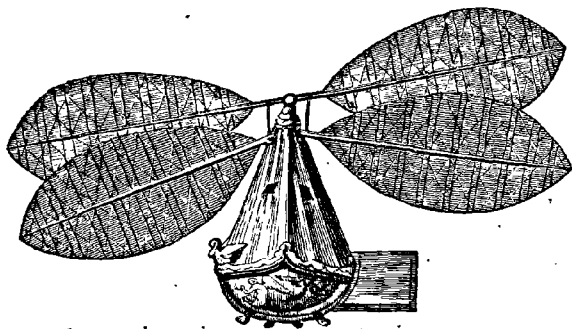
En 1768, un menuisier du Maine,

nommé Le Besnier, exhiba à Paris une machine à voler qui produisit une certaine sensation. L'inventeur ne prétendait pas absolument s'élever dans les airs, mais il



Bateau volant du jésuite Lana.

chaque bout sur deux bâtons que l'on ajustait sur les épaules. Ces chassis se pliaient du haut en bas comme des battants de volets brisés. Ceux de devant étaient remués



Vaisseau volant de Blanchard.

quand la main droite faisait baisser l'aile droite de devant, le pied gauche faisait remuer l'aile gauche de derrière, ensuite la main gauche et le pied droit faisaient bais-

ser l'aile gauche de devant et la droite de derrière.

Il fit d'ailleurs des expériences qui réussirent assez pour que le *Journal des Savants* fit ainsi l'analyse de sa machine, dans son n° du 13 septembre 1768 :

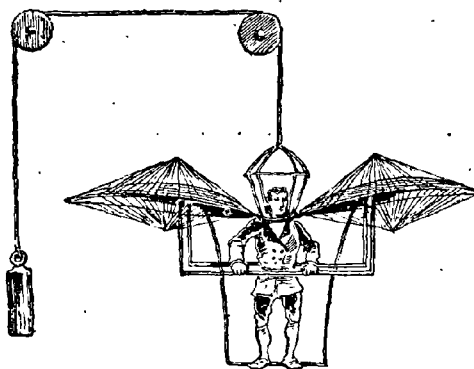
Ces ailes sont chacune composées d'un châssis oblong de taffetas, attachées à



Machine à voler de Le Besnier.

par les mains, et ceux de derrière par les pieds, en tirant une ficelle qui leur était attachée.

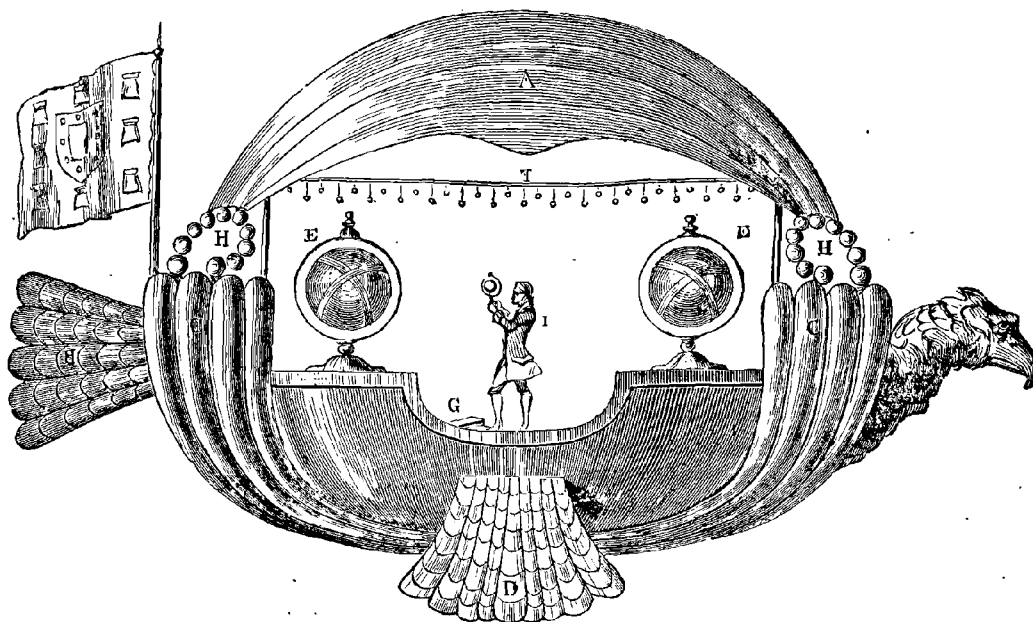
« L'ordre du mouvement était tel, que,



Machine à voler de Blanchard.

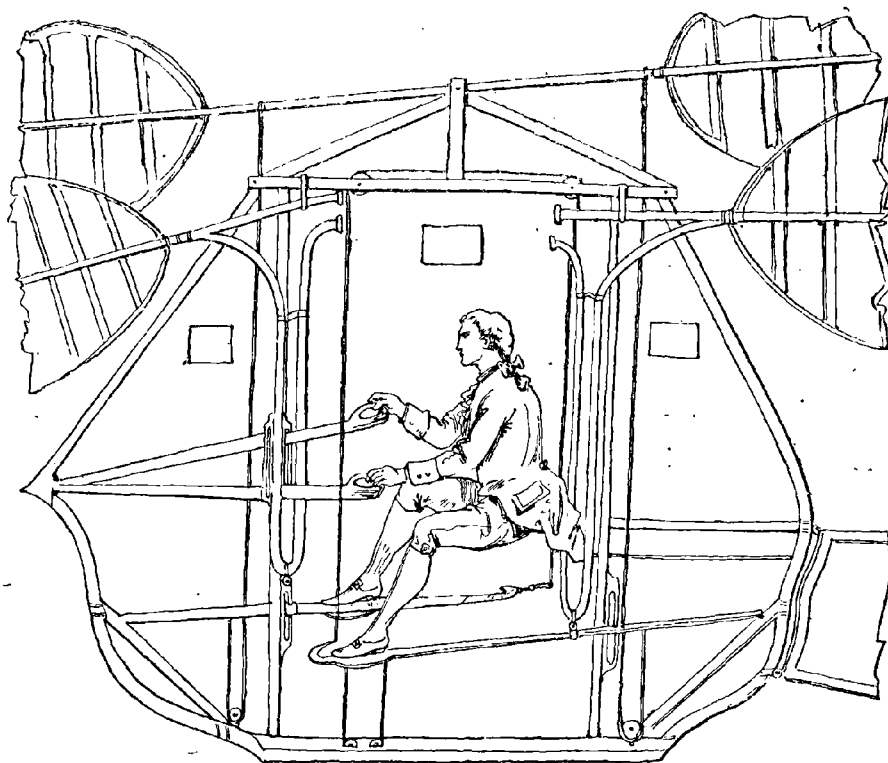
ser l'aile gauche de devant et la droite de derrière.

« Ce mouvement en diagonale paraissait très bien imaginé, parce que c'est celui qui



Le bateau volant du père Bartholoméo Laurenco.

A, voilure pour soutenir la barque. — B, gouvernail. — C, C, soufflet pour suppléer au défaut du vent. — D, ailes pour maintenir la machine. — E, E, aimant renfermé dans deux globes de métal attirant le corps de la barque doublée de lames de fer. — F, impériale en fil d'arcbut, à laquelle quantité de morceaux d'ambre sont suspendus pour attirer une natte de paille de seigle qui tapisse l'intérieur de la barque. — G, boussole. — H, H, poulies pour larguer l'écoute du côté du vent. — I, espace pour dix voyageurs et le pilote, inventeur, qui dirige la manœuvre.



Machine à voler de Blanchard (Coupe intérieure).

est naturel aux quadrupèdes et aux hommes quand ils marchent, ou lorsqu'ils nagent.

« On trouvait, néanmoins, qu'il manquait deux choses à cette machine pour la rendre d'un plus grand usage ; la première, qu'il faudrait y ajouter une grande pièce très légère, qui, étant appliquée à quelque partie choisie du corps, pût contrebalancer dans l'air le poids de l'homme ; la seconde, que l'on y ajoutât une queue qui servit à soutenir et à conduire celui qui volerait ; mais on trouvait bien de la difficulté à donner le mouvement et la direction à cette espèce de gouvernail, après les expériences qui avaient été inutilement faites autrefois par plusieurs personnes. »

Bref, ce n'était qu'un succès d'estime, mais il encouragea les novateurs encore inédits, notamment le marquis de Bacqueville, qui, muni d'énormes ailes, entreprit de traverser la Seine en partant du balcon de son hôtel, situé au coin de la rue des Saints-Pères.

D'abord il se soutint dans l'air avec assez de régularité, mais soit fatigue, soit mauvaise disposition de sa machine, arrivé au milieu de la Seine ses mouvements devinrent incertains et il tomba sur un bateau de blanchisseuse où il se cassa la cuisse.

L'invention de Desforges, chanoine d'Étampes, fit plus de bruit, parce qu'elle donna naissance à un vaudeville de Cailhava (le *Cabriolet volant*), mais elle ne produisit aucun résultat.

L'abbé Desforges avait fait annoncer partout, en 1772, qu'il expérimenterait, à jour dit, une voiture volante de son invention, les curieux coururent en foule à Étampes, mais ils n'en eurent pas pour leur argent, car si la machine, placée sur le haut de la tour de Guitel, évolua quelques instants, ce fut pour tomber sur le sol, sans accident du reste ; la descente ayant été amortie par le mouvement de quatre grandes ailes faisant parachute.

Cette voiture devait pourtant, d'après le

prospectus de l'inventeur, faire trente lieues à l'heure et ni la pluie ni les vents, ni l'orage ne devaient l'arrêter.

Sa forme était celle d'un bateau de sept pieds de long, sur trois et demi de large, muni seulement, comme système d'aviation, de quatre ailes à charnières.

Ce qu'il y avait de plus intelligent dans cette machine, c'est qu'elle ne pesait que 48 livres, ce qui avec le conducteur faisait un poids de deux cents livres à manœuvrer ; mais c'était trop encore ; la machine tombée sur la place d'Étampes, ne se releva pas.

Aussi le *Cabriolet volant* eut un succès fou à la Comédie-Française.

Vint après le tour de Blanchard. Blanchard, qui devait devenir célèbre comme aéroplane, avait inventé un bateau volant, qu'il exposait dès 1780, à la curiosité des Parisiens, dans un hôtel de la rue Taranne, appartenant à l'abbé Viennay.

C'était une sorte de caisse matelassée, en forme de nacelle, munie de quatre ailes de 10 pieds de long sur 6 de large, qu'il espérait faire mouvoir à l'aide de leviers.

Le dessin que nous en offrons, d'après une gravure du temps, donne une idée suffisante de cette machine qui ne fut jamais expérimentée. Blanchard aima mieux en inventer une autre, plus simple et qui paraissait pratique au premier abord, parce que, grâce à elle, l'inventeur s'élevait à une hauteur de 80 pieds, mais comme c'était à l'aide d'un contre-poids qui glissait le long d'un mât, la question n'était pas résolue et ne pouvait pas l'être avec cet appareil.

Blanchard le reconnut lui-même, et devint l'un des plus fervents adeptes de l'aérostation, qu'allaient enfin découvrir les frères Montgolfier.

II

LES PREMIERS BALLONS

Les frères Montgolfier, Etienne et Joseph, étaient des fabricants de papier d'Annonay.

déjà connus par l'invention du bélier hydraulique, quand ils s'occupèrent de la solution du grand problème de l'aérostation.

D'abord, ils essayèrent de gonfler différentes enveloppes de papier au moyen de l'hydrogène, mais le papier dont ils se servaient était perméable au gaz, qu'il laissait échapper, de sorte que leurs globes, un moment soulevés dans l'air, ne tardaient pas à redescendre.

Après de nombreux tâtonnements à la recherche infructueuse, du reste, d'un gaz pourvu de certaines propriétés électriques qu'ils croyaient indispensables au succès, ils en vinrent à penser que la fumée s'élevant naturellement dans l'air, un récipient léger, gonflé de fumée, devait aussi s'y soutenir.

Telle fut l'origine de l'invention des ballons à air chaud.

Étienne Montgolfier, se trouvant à Avignon, en novembre 1782, construisit en soie fine un petit parallépipède capable de contenir seulement deux mètres cubes, il le gonfla d'air chaud en brûlant du papier dessous, et s'il ne s'écria pas *Eureka* quand il le vit s'élever rapidement jusqu'au plafond de la chambre où il avait fait son expérience, c'est qu'il était d'un naturel très modeste.

Il revint à Annonay, communiquer le résultat de son essai à son frère, et tous les deux construisirent alors un ballon pouvant contenir vingt mètres cubes, et dont l'ascension fut si rapide que la machine brisa les cordes qui la retenaient au sol pour s'élancer dans l'espace.

Assurés du succès, les inventeurs annoncèrent une expérience publique qui eut lieu à Annonay, le 5 juin 1783, sous les yeux de la ville entière, et en présence des membres des états du Vivarais qui y assistèrent officiellement et en corps.

Voici comment Étienne Montgolfier rend compte lui-même de cette ascension mémorable.

« La machine aérostatique dont l'expérience fut faite devant Messieurs des États particuliers du Vivarais, le jeudi 5 juin 1783, était construite en toile, doublée de papier, cousue sur un réseau de ficelles, fixé aux toiles. Elle était à peu près de forme sphérique et sa circonférence était de cent dix pieds; un châssis en bois de seize pieds en carré, la tenait fixée par le bas. Sa capacité était d'environ 22,000 pieds cubes; elle déplaçait donc, en supposant la pesanteur de l'air comme un huit centième de la pesanteur de l'eau, une masse d'air de 1980 livres.

« La pesanteur du gaz était à peu près moitié de celle de l'air, car il pesait 990 livres et la machine avec le châssis, en pesait 500. Il restait donc 490 livres de rupture d'équilibre; ce qui s'est trouvé conforme à l'expérience.

« Les différentes pièces de la machine étaient assemblées par de simples boutonnières arrêtées par des boutons. Deux hommes suffisaient pour la monter et la remplir de gaz; mais, pour la retenir, il fallut huit personnes, qui ne l'abandonnèrent qu'au signal donné.

« Elle s'éleva par un mouvement accéléré, moins rapide sur la fin de l'ascension, jusqu'à la hauteur d'environ mille toises.

« Un vent à peine sensible vers la surface de la terre, la porta à douze cents toises de distance du point de son départ; elle resta dix minutes en l'air; la déperdition du gaz par les boutonnières, par les trous d'aiguilles et autres imperfections de la machine ne lui permit pas d'y rester davantage.

« Le vent, au moment de l'expérience était au midi et il pleuvait; la machine descendit si légèrement qu'elle ne brisa ni les cepts, ni les échelas de la vigne sur laquelle elle se reposa. »

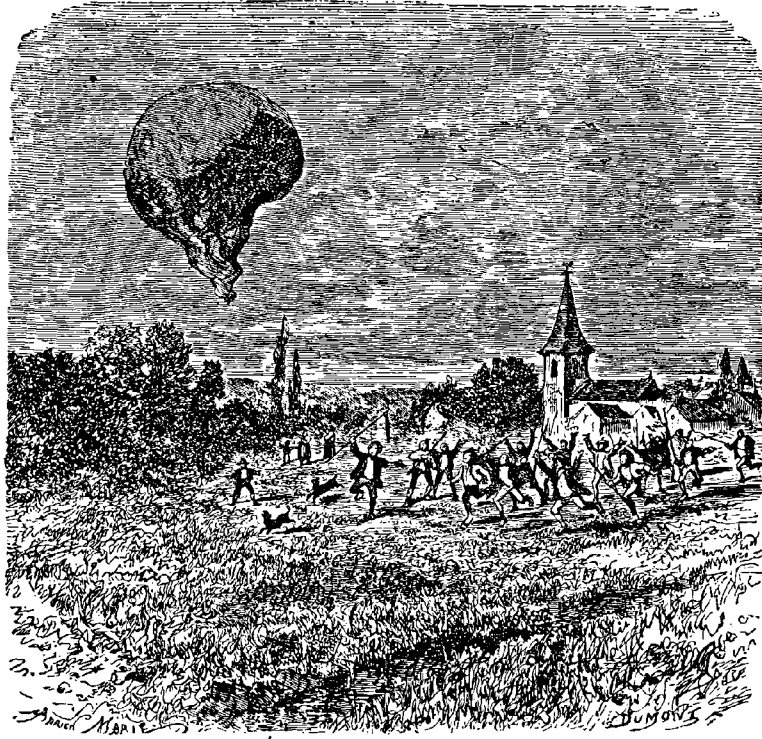
Malgré la modestie des inventeurs qu'on retrouve tout entière dans cette note, véritable procès-verbal qui ne contient pas une phrase inutile, pas un mot d'enthousiasme,

bien permis pourtant en pareil cas ; la nouvelle de l'expérience d'Annonay produisit un effet immense à Paris où l'on s'en exagérait la portée.

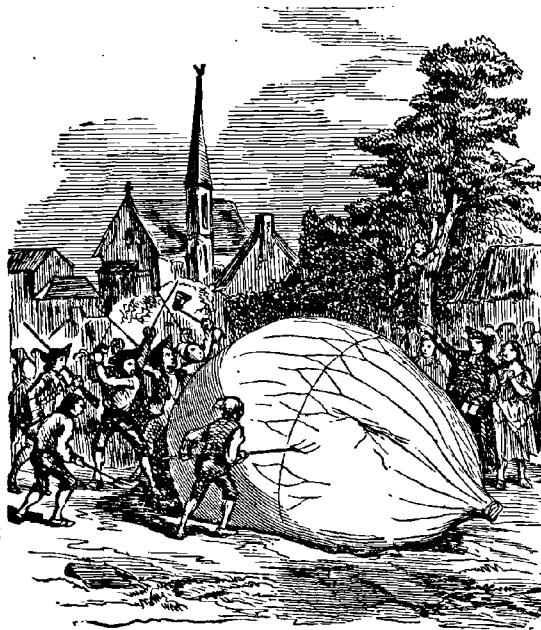
Ce fut un engouement, on ne parlait plus que de cela, et bien qu'on fût certain que les frères Montgolfier avaient été appelés dans la capitale pour répéter leur expérience aux frais de l'Académie des Sciences, on n'eut pas la patience de les attendre.

Faujas de Saint-Fond, professeur au jardin des plantes, ouvrit une souscription qui atteignit dix mille francs en quelques jours.

Sûr de cet argent, il alla trouver les frères Robert, constructeurs d'instruments de physique et leur commanda



Le premier ballon.



Destruction du premier ballon de Charles.

un ballon.

Malgré leur habileté reconnue, malgré le compte rendu des frères Montgolfier, contenant les détails au moyen desquels on pouvait parfaitement se passer d'eux, les Robert n'osèrent entreprendre la construction de la machine sans s'as-

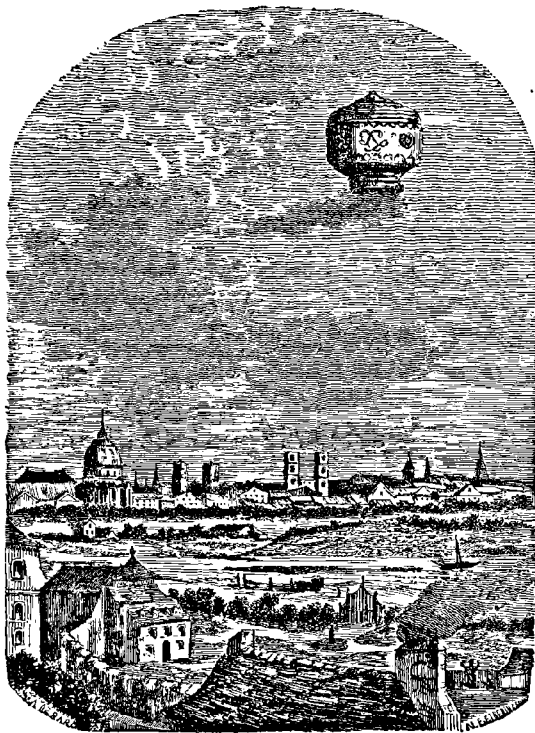
socier Charles, un jeune professeur de physique qui jouissait alors d'une réputation justement méritée.

Charles ne s'arrêta pas à chercher quel pouvait être le gaz dont les Montgolfier s'étaient servi (il n'en est rien dit dans leur note). Sachant que le gaz hydrogène est le plus léger de tous, il prépara les moyens d'en fournir pendant qu'on fabriquait le ballon

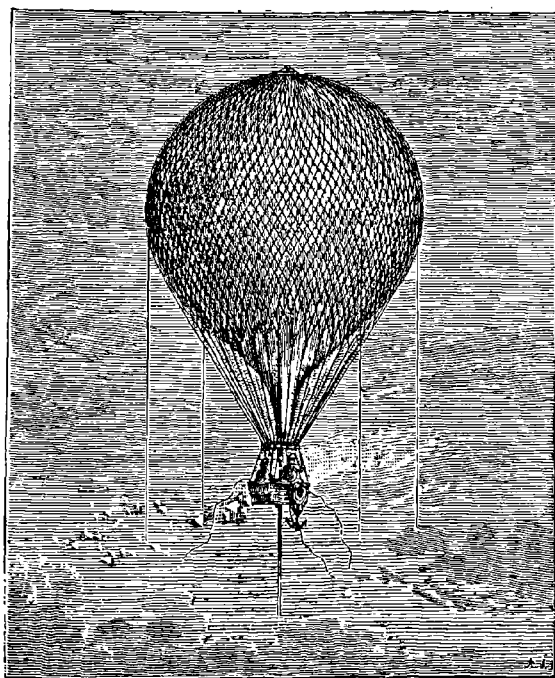
Le moyen qu'il trouva est des plus rudimentaires, il consistait à mettre de la limaille de fer dans un tonneau à moitié rempli d'eau.

Ce tonneau, placé debout, était percé à son fond supérieur de deux trous; par le premier, fermé par un bouchon, on introduisait successivement et par petites quantités l'acide sulfurique qui devait déterminer la production du gaz en réagissant sur le fer; et par l'autre un tube de cuir conduisait le gaz dans l'intérieur du ballon.

Aussi fallut-il quatre jours pour gonfler l'appareil en dépensant mille livres de limaille de fer et cinq cents d'acide sulfurique, ce qui serait énormes'il n'y avait pas eues deperditions considérables; car le ballon à peu près sphérique, construit en taffetas enduit de gomme élastique, n'avait que douze pieds de diamètre, mais tout fut prêt le 20



Ascension de Pilâtre des Roziers et du marquis d'Arlandes, à la Muette.



Ascension de Charles et Robert.

août au soir, et l'ascension fut annoncée pour le lendemain, au Champ de Mars, où plus de trois cent mille personnes s'étaient rendues.

Le résultat fut magnifique; délivré de ses liens, à cinq heures du soir le ballon s'enleva avec une telle rapidité qu'il disparut en moins de deux minutes au milieu d'un nuage obscur, situé à plus de cinq cents mètres de hauteur, mais la curiosité des Parisiens fut pleinement satisfaite, car il sortit de ce nuage et reparut assez longtemps à l'horizon avant de se perdre dans l'espace.

L'enthousiasme fut immense, mais assez vite tempéré, d'une part par les raisonnements des sceptiques qui réduisaient l'invention à sa portée exacte; de l'autre par le sort final de l'aérostat, qui trop rempli de gaz, avait éclaté en l'air avant d'aller tomber à Gonesse où des paysans effrayés de son apparition,

avaient achevé de le mettre en pièces.

Et enfin, et surtout par la polémique violente, qui, à l'occasion de cette perte de l'aérostat, s'engagea dans les journaux entre Faujas au nom des souscripteurs, et les physiciens qu'il avait employés ; polémique qui s'envenima d'autant plus que Faujas ne pouvait pardonner à Charles d'avoir refusé l'entrée de l'enceinte réservée à Étienne Montgolfier, qui venait d'arriver à Paris pour surveiller la construction d'un nouvel aérostat, car son ballon d'Annonay, mal emballé sans doute, ou maltraité par les chemins, n'avait pu supporter le voyage.

Le 19 septembre, conformément au désir de l'Académie des Sciences, il renouvelait son expérience à Versailles en présence du roi, de la cour et d'une nombreuse assistance, moins prompte à s'émerveiller que celle du Champ de Mars, mais dont l'approbation avait plus de poids.

Son ballon, sphère presque parfaite de quatorze mètres de diamètre, était construit avec une toile de coton grossière, mais solide, le tissu disparaissait d'ailleurs sous la peinture en détrempe qui le couvrait et lui donnait l'apparence d'une tente bleue, richement décorée avec des ornements d'or.

Quatre-vingts livres de paille et cinq livres de laine brûlées sous son orifice suffirent à le gonfler et il s'éleva majestueusement dans les airs, enlevant, ce qui l'était infiniment moins, une cage, renfermant un coq, un canard et un mouton ; premiers habitants terrestres qui allaient prendre possession de l'air.

Pilâtre des Roziers, grand admirateur de Montgolfier et passionné pour l'aérostation, protesta énergiquement contre le départ de ces trois animaux et s'offrit à prendre leur place, mais Montgolfier qui n'était pas assez sûr de sa machine pour lui confier la vie d'un homme, s'y refusa, promettant si l'expérience réussissait au gré de ses désirs, de construire immédiatement après un ballon capable d'enlever des voyageurs.

L'ascension ne satisfait pas complètement l'inventeur, car son aérostat, déchiré par un coup de vent au moment du départ, ne resta que dix minutes en l'air et descendit dans le bois de Vaucresson, à 1700 mètres du château de Versailles ; cependant il tint parole à Pilâtre des Roziers.

Le nouveau ballon, construit chez M. Réveillon, fabricant de papiers peints du faubourg Saint-Antoine, avait 15 mètres de diamètre sur 23 mètres de hauteur, pour donner un espace commode aux observateurs qu'il devait emporter au sein de l'atmosphère, on disposa autour de son orifice une galerie circulaire d'un mètre de large protégée par une balustrade qui permettait de tourner, sans danger, autour du ballon tout en laissant son orifice libre pour y suspendre, au moyen de chaînes, le réchaud de fil de fer portant les matières inflammables dont la combustion devait être constante, pour que l'air chaud dont on gonflerait l'aérostat au départ, ne se refroidit pas.

A cet effet, la galerie était assez vaste pour qu'on put y emmagasiner une provision de paille suffisante pour que les aéronautes pussent à volonté augmenter la force ascensionnelle en activant le feu.

C'était une grande amélioration, sans laquelle, du reste, l'ascension à voyageurs était impossible.

Le 15 octobre, Pilâtre des Roziers essaya l'appareil par une ascension captive.

Le 17 et le 19, l'expérience fut renouvelée avec trois voyageurs : Pilâtre des Roziers, le marquis d'Arlandes et M. Géraut de Vilette, qui s'élevèrent à 200 pieds de hauteur, c'est-à-dire à toute la longueur du câble de retenue.

Ces expériences excitèrent à tel point la curiosité du public que les jardins de M. Réveillon étaient envahis et que la circulation était à peu près impossible dans le faubourg Saint-Antoine et sur les boulevards, jusqu'à la porte Saint-Martin. Tout le monde vou-

lait voir le nouveau ballon qu'on désignait sous le nom *Montgolfière*, par opposition au ballon de Charles et Robert que l'on appelait *aérostate*, au féminin.

Cet empressement fit craindre des embaras et même des dangers, pour le jour de l'expérience publique et on la fit, sans l'annoncer, le 21 novembre, dans les jardins du château de la Muette, que le Dauphin avait mis à la disposition de Montgolfier, ce qui n'empêcha pas un immense concours de curieux au bois de Boulogne, dans les avenues qui y conduisaient, sans compter ceux qui, mieux avisés, étaient montés sur les tours Notre-Dame, et les sommets accessibles des autres monuments de Paris.

La montgolfière, curieusement décorée des signes du zodiaque, de riches draperies et de médaillons encadrant la double L : chiffre du roi, s'enleva rapidement à une heure de l'après-midi emportant sur sa galerie, Pilâtre des Roziers et le marquis d'Arlandes, enthousiasmés plus encore que la foule, qui était partagée entre la crainte et l'admiration, et qui assistait d'autant mieux à ce spectacle encore nouveau pour elle, que le ballon traversa presque tout Paris pour aller atterrir sur la Butte-aux-Cailles.

L'ascension se termina sans accidents et bien que les voyageurs, par une fausse manœuvre, se fussent vus ensevelis sous les flots d'étoffe du ballon dégonflé, Pilâtre n'y perdit que sa redingote qu'il avait laissée dans la nacelle et qui fut partagée en morceaux, par l'enthousiasme des spectateurs.

Cependant, le physicien Charles, ne restait pas inactif ; lui, aussi, il rêvait une ascension personnelle et il avait ouvert une souscription pour en couvrir les frais ; il possédait déjà les fonds nécessaires, quand le succès de la montgolfière vint le stimuler encore.

Cette fois, il inventa un appareil pour la préparation en grand de l'hydrogène.

Il inventa, d'ailleurs, d'un seul jet à peu

près tout ce qui constitue le ballon, tel qu'on le fabrique aujourd'hui : la nacelle destinée à porter les voyageurs ; le filet qui soutient cette nacelle ; la soupape qui permet au gaz de s'échapper, et de déterminer la descente graduelle ; le lest, qui donne à l'aéronaute le pouvoir de régler son ascension et surtout de modérer sa chute ; tout enfin, jusqu'à l'enduit de caoutchouc qui donne l'imperméabilité au tissu, jusqu'à l'usage du baromètre dont la dépression indique mathématiquement la hauteur atteinte dans l'atmosphère.

En un mot, il créa tout d'un coup l'art de l'aérostation, et, à ce titre, il mérite une part de la gloire des Montgolfier qui n'inventèrent que l'aérostat.

Le 1^{er} décembre 1783, tout Paris était dans le jardin des Tuileries pour assister au départ de Charles et de Robert.

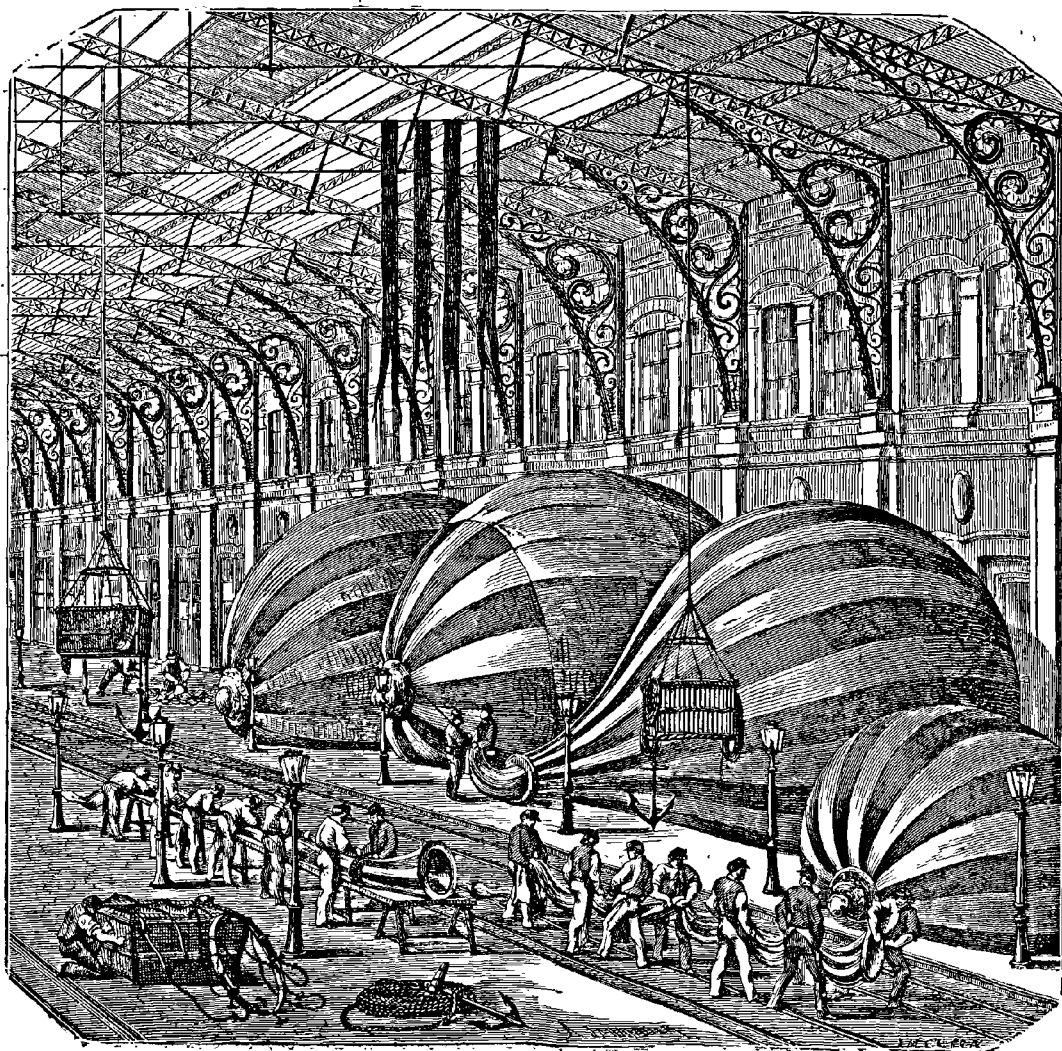
Le ballon qui devait les emporter était une sphère de soie à bandes rouges et jaunes de neuf mètres de diamètre, la nacelle en forme de char antique, était peinte en bleu et or.

Ils y montèrent à une heure et demie et après le lâchez tout sacramentel, ils s'élançèrent dans l'espace qu'ils sillonnèrent dans la direction d'Asnières, Argenteuil, Sannois, Franconville, pour aller tomber à Nesles, où ils atterrirent vers 4 heures au milieu d'un groupe de cavaliers, qui les suivaient depuis le départ, et parmi lesquels étaient le duc de Chartres et le duc de Fitz James.

Robert descendit, mais Charles voulut profiter d'un reste de jour pour faire une nouvelle ascension, il repartit seul, avec une rapidité si vertigineuse qu'il se promit *in petto* de ne plus s'exposer à d'aussi périlleuses expéditions.

Et, de fait, il ne remonta jamais en ballon, malgré le succès de cette ascension mémorable, qui eut autant, sinon plus de retentissement, que celle de Pilâtre des Roziers, bien qu'elle se produisit après.

De ce jour, les caricatures, les chansons, les vaudevilles, qui avaient accueilli les premiers essais d'aérostation cessèrent presque complètement; on comprenait que si la conquête de l'air n'était pas encore faite, l'art qui devait y mener était né viable et l'opinion publique l'accueillait avec une faveur trop marquée pour que les riva-



Atelier de construction de ballons. — Gare d'Orléans.

lités de systèmes ne s'éteignissent pas.

Il y eut, à la vérité, deux sortes de ballons en présence, les montgolfières et les aérostats, mais le champ de l'atmosphère était assez vaste pour qu'ils se le partageassent sans plus songer à se le disputer. Les noms de Montgolfier, de Pilâtre des

Roziers et de Charles furent associés dans une célébrité commune qui leur donna bientôt de nombreux imitateurs.

Alors, les ascensions se multiplièrent tellement qu'il serait sans intérêt de les signaler toutes.

Notre intention, d'ailleurs, n'est point de

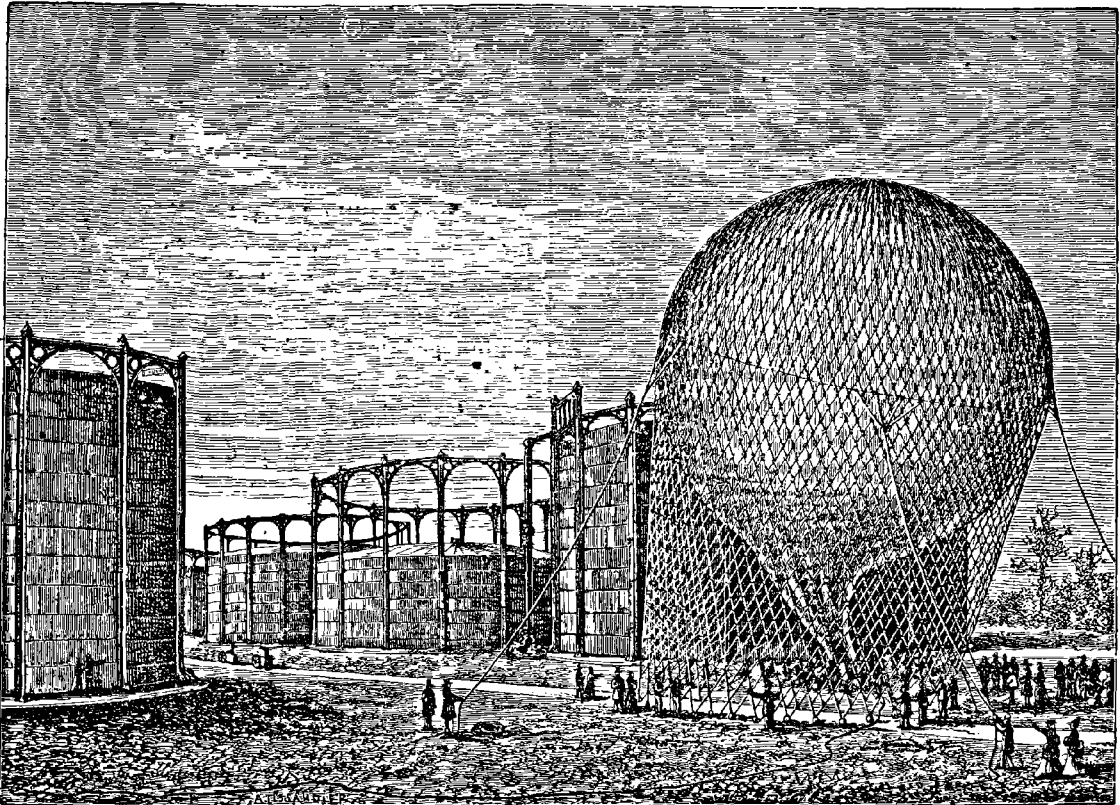
faire ici, l'histoire des voyages aériens, nous ne voulons parler que de ceux qui ont réalisé, ou tout au moins tenté de réaliser un semblant de progrès, dans cet art qui en a fait si peu d'appréciables depuis un siècle; mais avant d'aborder ce chapitre, il convient pour la clarté de notre travail que nous donnions maintenant un aperçu de la

construction du ballon et de ses accessoires.

III

FABRICATION DU BALLON

La fabrication de l'aérostat (ballon à gaz), demande beaucoup plus d'argent que celle de la montgolfière.



Gonflement d'un ballon au gaz d'éclairage.

Ainsi, tandis que le ballon à air chaud peut être simplement d'étoffe grossière, d'un canevas quelconque, doublé d'un papier suffisant à empêcher la déperdition de l'air chaud, il faut que l'aérostat pour retenir le gaz, infiniment plus subtil, ait une enveloppe aussi imperméable que possible.

C'est la soie qui remplit le plus convenablement cet office, mais comme la soie est très chère, on se sert, surtout pour les

LIV. 26.

ballons qui ne sont destinés ni aux ascensions dans les régions élevées, ni aux ascensions de longue durée, d'un tissu de toile ou même de coton, qui, lorsqu'il est verni, offre une imperméabilité satisfaisante; la percaline, employée à la construction des ballons postes du siège de Paris, a donné de très bons résultats.

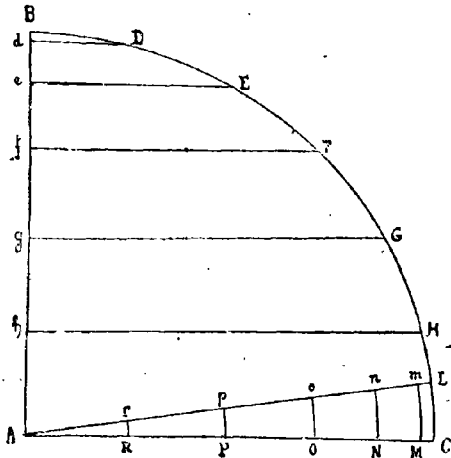
Dans l'un ou l'autre cas, l'enveloppe est fabriquée par le même procédé.

26

Elle se compose de l'assemblage d'un certain nombre de bandes d'étoffe qu'on appelle *fuseaux* et dont on détermine le modèle au moyen de la géométrie la plus élémentaire.

On décrit sur une surface plane, le plancher de l'atelier notamment, le quart d'un cercle dont le rayon est égal à celui du ballon que l'on veut construire.

Cet arc, dessiné, et que nous supposons B. C. circonscrivons-le par les deux rayons AB et AC,



Divisons l'arc en 6 parties égales par les points D. E. F. G. H., chacune de ces divisions qui sera la plus grande largeur de nos fuseaux représentera la vingt-quatrième partie de l'équateur du ballon puisque l'arc B. C. en est le quart.

Reste à trouver les autres dimensions des fuseaux, c'est bien simple.

De chacun des points D. E. F. G. H. on tire sur AB. des parallèles à AC. qui divisent le quart de la sphère, dont nous n'avons qu'une coupe idéale, en autant de segments.

Donnons un corps à cette idée en reportant à l'aide du compas, tous ces segments l'un après l'autre sur la ligne AC.

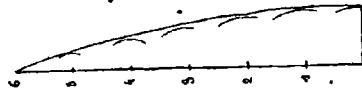
AM. représentant la longueur HII. et AN. celle de GG. et ainsi de suite.

Puis tirant une ligne du point A. centre de la circonférence, au point H. milieu de

l'arc AH. nous partons d'A. comme centre et nous décrivons sur AH. des arcs de cercle de chacun des points M. N. O. P. R. avec des rayons respectivement égaux à HH. GG. etc.

Nous possédons alors toutes nos dimensions en coupe, il ne s'agit plus que de les figurer en élévation.

Pour cela nous faisons une nouvelle figure, qui nous donnera d'ailleurs exactement celle de notre fuseau.



Sur une feuille de papier pliée en quatre, mais assez grande pour servir de patron à la bande d'étoffe qu'il s'agit de tailler, on reporte au compas, sur une ligne verticale toute tracée par le second pli de la feuille de papier, toutes les opérations précédentes.

D'abord six fois la longueur C. L. en partant du pli horizontal du papier, puis de chacun de ces points on décrit des arcs de cercle, avec des rayons respectivement égaux à UM. WN. OO. PP. RR., il ne s'agit plus que de tracer une ligne courbe, tangente à la fois à tous les arcs et à l'extrémité supérieure de la ligne verticale, pour avoir le modèle du quart du fuseau.

On coupe alors le papier quelques doigts plus loin que le contour tracé, pour laisser de la place aux coutures d'assemblage, et en dépliant sa feuille on a le patron exact du fuseau.

En coupant vingt-quatre bandes pareilles on a juste de quoi confectionner l'enveloppe du ballon.

Oui, si l'on veut lui laisser la forme sphérique, mais comme généralement on donne à l'appendice une forme plus ou moins allongée, on en est quitte pour prolonger en conséquence la partie inférieure du fuseau.

Il est entendu que nous ne parlons là que des ballons ordinaires; car dans les aéros-

tats de dimensions colossales, qui, comme on le verra plus loin, sont, presque toujours d'une composition spéciale, on ne pourrait pas se contenter de vingt-quatre fuseaux, à cause du peu de largeur de l'étoffe.

Dans ce cas, si l'on opère par les procédés ordinaires, on taille le patron du fuseau en divisant le quart du cercle en douze parties au lieu de six et l'on fait 48 fuseaux au lieu de 24.

Ces fuseaux coupés, il faut les assembler et les coudre très solidement pour former l'aérostat.

Avant l'invention de la machine à coudre, ce travail, d'ailleurs excessivement long, était toujours défectueux et certains aéronautes prétendent qu'un ballon cousu à la main, laisserait (s'il n'était pas verni au préalable) échapper le gaz avec une telle rapidité qu'il serait à peu près impossible de le gonfler.

La couture à la mécanique ne présente pas cet inconvénient, ce qui n'empêche pas de vernir les aérostats; il est vrai que l'opération du vernissage est maintenant bien simplifiée, puisque l'on se contente d'appliquer sur la partie extérieure du ballon, une couche d'huile de lin que l'on a rendue siccatrice en la faisant bouillir avec de la litharge.

Ce vernis s'emploie généralement à chaud, et on l'étend sur la surface de l'aérostat à l'aide d'une brosse douce ou de tampons de laine. Autrefois l'étoffe était enduite des deux côtés, ce qui obligeait à faire l'opération avant l'assemblage des fuseaux.

Le premier vernis employé par Charles, et adopté ensuite par la plupart des aéronautes était composé de caoutchouc dissous dans l'essence de térébenthine; on mélangea plus tard cette dissolution par parties égales avec de l'huile de lin.

Du reste, tous les vernis sont bons pourvu qu'ils assurent, autant que possible, l'imperméabilité à l'aérostat, et, à ce titre, le meilleur est encore à trouver, surtout à l'égard

de l'hydrogène pur qui possède, en raison de sa légèreté, une telle diffusibilité qu'il n'existe presque pas de récipients dans lesquels on puisse le conserver sans déperdition; il passe même à travers les pores du caoutchouc qui est pourtant imperméable à la plupart des gaz.

Aussi lorsqu'on a voulu faire des ballons de grande puissance ascensionnelle, ce n'est ni en taffetas de Lyon, ni en soie cuite, ni même en satin croisé qu'on a confectionné leurs enveloppes, mais bien avec un tissu spécial qu'on appelle le *makintosh* et qui est composé d'une feuille de caoutchouc collée au laminoir entre deux feuilles de taffetas ou de toile.

M. Giffard a encore perfectionné cette composition pour ses ballons captifs, ainsi que nous le verrons plus loin.

L'aérostat assemblé, verni, n'est pas terminé, il faut le munir d'une soupape au sommet, et d'un appendice à la base.

La soupape a pour objet de laisser échapper du gaz, au gré de l'aéronaute, lorsqu'il veut modérer son ascension ou opérer sa descente.

Elle se compose assez rudimentairement de deux clapets que des tiges de caoutchouc retiennent fermés et qui s'ouvrent de l'extérieur à l'intérieur à l'aide d'une corde que l'on tire de la nacelle, et qui, pendant à l'intérieur du ballon, en sort par l'orifice béant, qu'on appelle l'appendice.

Cet organe, qui n'a bénéficié d'aucun perfectionnement depuis que Charles l'a inventé est en somme assez grossier et ne tient pas hermétiquement fermé l'orifice supérieur du ballon. Aussi pour remédier à cet inconvénient est-on obligé de luter les joints avec une pâte composée de suif fondu et de farine de graine de lin, que l'on appelle *cataplasme*.

Quant à l'orifice inférieur, formé par le prolongement des fuseaux assemblés que l'on nomme l'*appendice*, il sert à introduire le tuyau de gonflement et reste toujours ouvert pendant l'ascension, de façon à per-

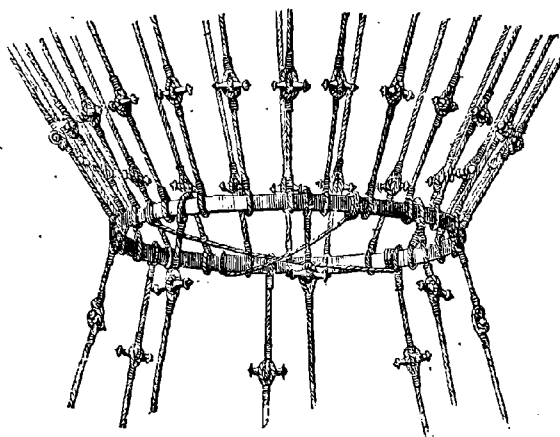
mettre au gaz qui se dilate au fur et à mesure du refroidissement de l'atmosphère, de trouver une issue.



Nacelle et son équipage.

Précaution indispensable, car, sans elle, arrivé à une certaine hauteur, le ballon éclaterait infailliblement par la force d'expansion du gaz, malgré ou plutôt à cause des mailles du filet qui augmentent sa résistance.

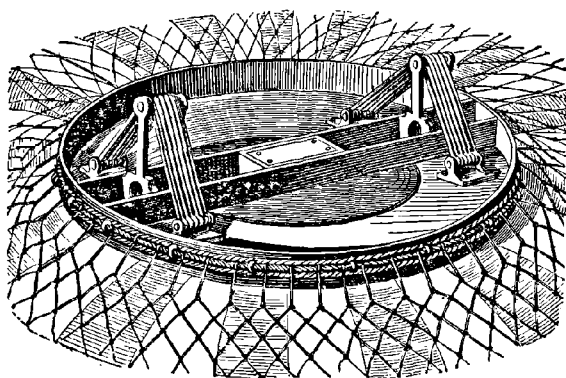
Ce filet, qui recouvre tout le ballon et qui a pour objets principaux de permettre de maintenir le ballon pendant l'opération du gonflement et de soutenir la nacelle qui portera les voyageurs — est fixé au cadre



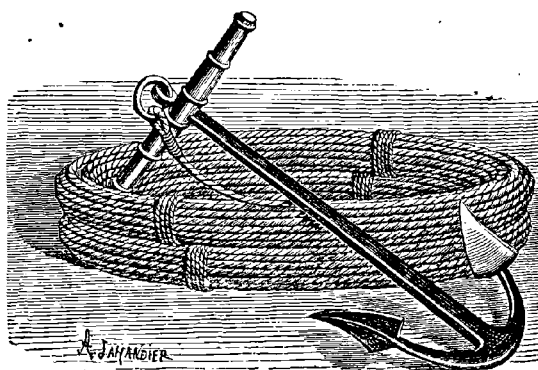
Cerle.

de la soupape par une couronne formée d'un triple câble.

Il doit être construit très solidement en corde de pur chanvre, dont les mailles assez



Soupape.



Ancre de ballon.

resserrées au point de départ, vont en s'élargissant progressivement jusqu'au plus grand diamètre du ballon, qu'on appelle

l'équateur et qui dans les anciens aérostats était quelquefois figuré par une zone de couleur différente.

Jusque-là, le filet embrasse exactement toute la surface du ballon, ce qui lui permet d'augmenter la consistance de l'enveloppe, précisément dans les points où elle supporte la plus grande pression du gaz.

Passé l'équateur, le filet se continue sans toucher l'enveloppe et les trente-deux cordes qui le composent, terminées par des boucles destinées à recevoir autant d'espèces d'olives de bois qu'on appelle des *gabillots*, viennent, au moyen de ces gabillots, se fixer au cercle qui soutiendra la nacelle.

Ce cercle, généralement en bois, est une des pièces les plus essentielles de l'aérostat, car, outre qu'il permet de répartir sur tous les points du ballon la traction exercée par la nacelle, il sert de point d'attache à l'ancre et à tous les agrès et accessoires nécessaires pour l'ascension et la descente.

La nacelle y est fixée au moyen de huit cordes munies de *gabillots* et dont le point de départ est tressé avec l'osier même dont elle est formée.

Maintes fois on a essayé de remplacer l'osier par une autre substance permettant des formes plus élégantes, mais on y est toujours revenu à cause de sa légèreté et surtout de sa flexibilité, qui lui permet de recevoir presque impunément et sans blesser les voyageurs, les chocs auxquels elle est, de sa na-



Baromètre métallique compensé, pour les hauteurs de 6,000 mètres.

ture, exposée par les trainages de la descente.

C'est donc une sorte de panier dont la grandeur est proportionnée au nombre de voyageurs qu'elle doit contenir, mais invariablement meublé de deux banquettes offrant des sièges commodes aux aéronautes et en dessous des magasins pour les instruments, les vivres, les couvertures et autres objets dont ils jugent prudent de se munir.

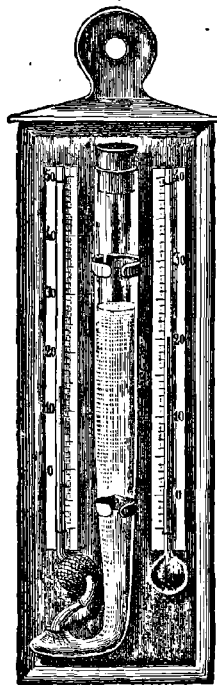
IV

LES AGRÈS

Parmi les choses indispensables à l'armement d'un aérostat et que nous appellerons les agrès, il faut d'abord compter l'ancre et le lest, deux antipodes qui sont également utiles à l'aéronaute.

L'ancre, dont l'usage s'explique de lui-même, ne ressemble que superficiellement aux ancres de marine; outre qu'elles sont infiniment plus légères, puisqu'elles n'ont point à agir par leur propre poids, mais seulement par la force qu'elles empruntent au contact d'un objet résistant, leurs pattes sont infiniment plus évasées pour mieux mordre dans les champs et s'accrocher plus facilement après les haies ou au pied d'un arbre.

On se sert aussi, et même plus efficacement d'un grappin à six branches, fait à peu près comme ces instruments des-



Psychromètre.

tinés à repêcher les seaux tombés dans les puits.

Avec six branches, il y a en effet, beaucoup plus de chances de trouver un point d'appui qu'avec deux.

Ancre ou grappin sont accrochés extérieurement à la nacelle, et la corde qui les soutient, assez longue pour qu'on puisse les jeter d'une hauteur raisonnable, est fixée au cercle et enroulée de façon à ce que le poids de l'ancre la déroule d'elle-même une fois qu'elle est abandonnée dans l'espace.

L'ancre n'est pas d'ailleurs le seul organe d'arrêt des aérostats; on tire pour l'atterrissage d'utiles services du *guide-rope*, inventé par l'aéronaute anglais Green.

Comme son nom (anglais) l'indique, c'est tout bonnement un câble attaché au cercle de la nacelle et qui pend dans l'espace, sans utilité apparente, tant que dure l'ascension, mais quand arrive la descente, c'est un guide précieux.

D'abord, sachant qu'il a cent cinquante mètres de long, on est prévenu quand on le voit toucher terre, qu'on n'est plus qu'à cette distance du sol, et qu'il est temps de préparer son ancre.

Service considérable, car quel qu'expérimenté que soit un aéronaute, il lui est très difficile, au moment où son ballon descend, d'apprécier exactement les distances.

En outre, le *guide-rope* peut, en certains cas, tenir lieu de l'ancre elle-même, il suffit, pour cela, de lui donner la forme aplatie d'une sangle, et de le hérissier, de distance en distance, de touffes de crin, dont le frottement sur le sol, produit une résistance considérable qui s'accroît encore au fur et à mesure que le ballon baisse, au point d'amortir presque complètement le choc de la nacelle.

Sans compter que cette sangle, courant sur la terre à la remorque du ballon peut très bien s'accrocher après un obstacle, s'enrouler autour d'un poteau, d'un arbre, et y tenir assez pour donner le temps aux

paysans, dont il y a toujours un certain nombre dans les champs, d'accourir à l'aide d'un aéronaute en détresse, et si le *guide-rope* s'est remis à traîner, de le saisir et d'arrêter ainsi le ballon.

Comme on le voit, c'est une véritable ancre de miséricorde; aussi le *guide-rope* est-il considéré maintenant comme une nécessité.

Il y a aussi le *cone-ancre*, inventé par Sivel, pour permettre aux aéronautes de se maintenir en place, quand ils sont emportés au-dessus de la mer, c'est un sac de toile imperméable qui, une fois jeté à la mer, s'emplit d'eau et offre assez de résistance pour que l'aéronaute, en danger, puisse attendre les secours qui ne manqueront pas de lui arriver de la côte.

Non moins indispensable est le lest, car, au fur et à mesure qu'un ballon s'élève, il tend à se mettre en équilibre avec les couches d'air dans lesquelles il arrive et, pour cela, il perd constamment de notables quantités de gaz, par son appendice resté ouvert; de plus, s'il n'est pas absolument imperméable, comme cela arrive souvent, il se refroidit graduellement et perd, peu à peu, une partie de sa force ascensionnelle, si bien qu'à un moment donné l'équilibre lui manquerait et qu'il retomberait à terre.

C'est pour obvier à cet inconvénient que le physicien Charles a inventé le lest, c'est-à-dire une certaine quantité de sable fin, dont on allège la nacelle, au fur et à mesure que la force ascensionnelle du ballon diminue, ce qui rétablit exactement l'équilibre.

Pour que ce lest soit plus maniable et surtout mieux proportionné aux effets progressifs qu'on en attend, on l'emmagasine dans des sacs de quinze à vingt kilogrammes chacun, qui sont fixés avec des tenons en forme d'S, au cercle de l'aérostat.

Le sable, trouvé du premier coup, lors des tâtonnements de l'art aéronautique, est encore le meilleur lest qu'on puisse ima-

giner, malgré la cendre de plomb, inventée depuis par M. Giffard.

D'abord, il est pesant relativement à son volume; ensuite, quand on le jette par-dessus bord, il forme un nuage floconneux qui ne tombe à terre que lentement et sous la forme d'une pluie sèche incapable de blesser quelqu'un, ni même de causer le moindre dégât sur les cultures les plus délicates.

Arrivons maintenant aux instruments, car si, comme on le dit familièrement, un marin ne s'embarque jamais sans biscuit, un aéronaute ne doit pas essayer d'explorer l'atmosphère sans être pourvu des instruments nécessaires à le guider, en précisant les altitudes et les températures des points qu'il atteint successivement.

Pour cela, il se munit d'abord d'un baromètre qui compte mathématiquement les hauteurs obtenues, et cela, par cette loi de la physique qui veut que le mercure du baromètre ordinaire baisse d'autant plus qu'on s'élève davantage.

Donc, si l'on a pris soin, ce qui est élémentaire, de noter la pression atmosphérique au moment du départ, on pourra, à chaque instant, par un calcul très simple, constater l'altitude atteinte.

Ce calcul n'est même plus indispensable, car il a été fait, une fois pour toutes, par le baromètre métallique de l'ingénieur Richard, compensé pour les hauteurs de six mille mètres, infiniment plus portatif que le baromètre à colonne de mercure, et tellement sensible qu'en le tenant à la main pour monter seulement un ou deux étages on verrait son aiguille traduire en chiffres sur le cadran, la hauteur de l'escalier.

Inutile de dire qu'il est adopté par tous les aéronautes.

Avec un thermomètre à mercure, indispensable pour lui indiquer les températures, le navigateur aérien doit emporter un psychromètre, appareil fort ingénieux qui sert à apprécier la quantité d'humidité contenue dans l'atmosphère.

Il se compose de deux thermomètres ordinaires, seulement la boule de l'un reste sèche, tandis que celle de l'autre est maintenue dans une humidité constante, au moyen d'une mèche plongeant dans un tube de verre, plein d'eau, en communication avec la mousseline qui l'enveloppe.

Si l'air est sec, l'eau qui imbibe la mousseline s'évapore promptement, et comme pour cela il a fallu que la température de la boule ait changé, le mercure baissera d'autant.

Donc, la différence de température, indiquée par les deux thermomètres, sera équivalente au degré d'humidité de l'air.

Nous donnons un dessin de cet ingénieux instrument qui n'est pas utile qu'en ballon.

Que l'aéronaute ajoute maintenant à sa cargaison, une boussole et une lunette d'approche, il peut partir sans trop redouter l'imprévu. Cependant, s'il espère atteindre les régions élevées où l'air devient irrespirable, il doit faire provision de ballonnets, remplis d'oxygène, dans lesquels il puisera la vie, en quelque sorte au biberon.

Mais ce cas fait partie des grandes explorations dont nous parlerons plus tard.

V

LE GONFLEMENT

Le gonflement du ballon a pour objet de lui communiquer sa force ascensionnelle, laquelle n'est pas seulement en raison de son volume, mais aussi et surtout, en raison de la densité du gaz avec lequel s'opère le gonflement.

Voici, du reste, comment se calcule cette force :

1 mètre cube d'air ordinaire pèse, en chiffres ronds, 1,300 grammes, 1 mètre cube d'hydrogène pur ne pèse que 90 grammes, d'où il s'ensuit, que si l'on gonflait avec ce gaz une enveloppe pesant 1 kilo-

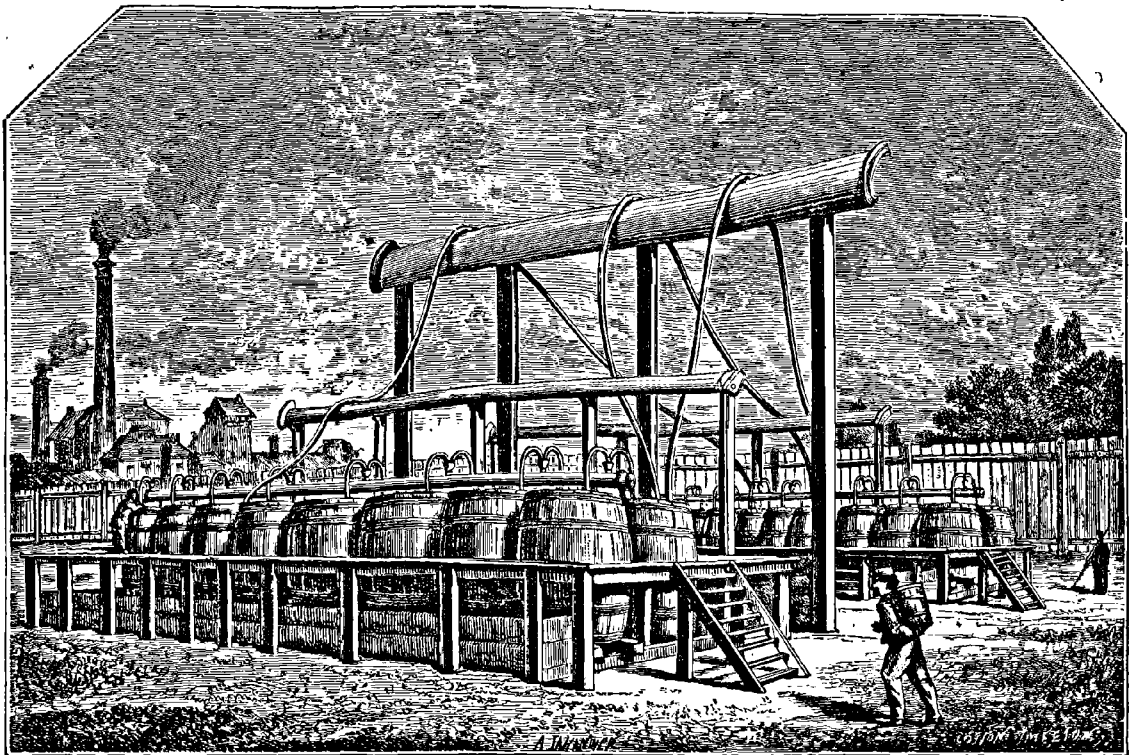
gramme; ce petit ballon aurait une force ascensionnelle de 210 grammes.

Pour le gaz d'éclairage, plus communément employé parce qu'il est moins cher, fabriqué d'avance et, d'ailleurs, suffisant pour les ascensions ordinaires, les chiffres changent; car le mètre cube de gaz à brûler pèse environ 180 grammes, ce qui oblige

à employer un ballon d'un volume deux fois plus grand, pour obtenir la même puissance initiale.

Les proportions sont encore bien plus considérables pour l'air chaud, avec lequel on gonfle les montgolfières et qui pèse à peu près moitié moins que l'air ordinaire.

C'est pour cela que Montgolfier a donné



Batterie pour préparer l'hydrogène pur.

au ballon qui emporta Pilâtre des Roziers et le marquis d'Arlandes, un volume de vingt mille mètres cubes, car il fallait tenir compte du déchet et du poids énorme de l'appareil.

Charles qui n'avait pas à sa disposition, le gaz d'éclairage, non encore inventé, gonfla ses ballons avec de l'hydrogène pur qu'il fabriqua lui-même par des procédés qui n'ont été que peu perfectionnés, jusqu'au jour où M. Giffard trouva un système plus économique pour produire les énormes

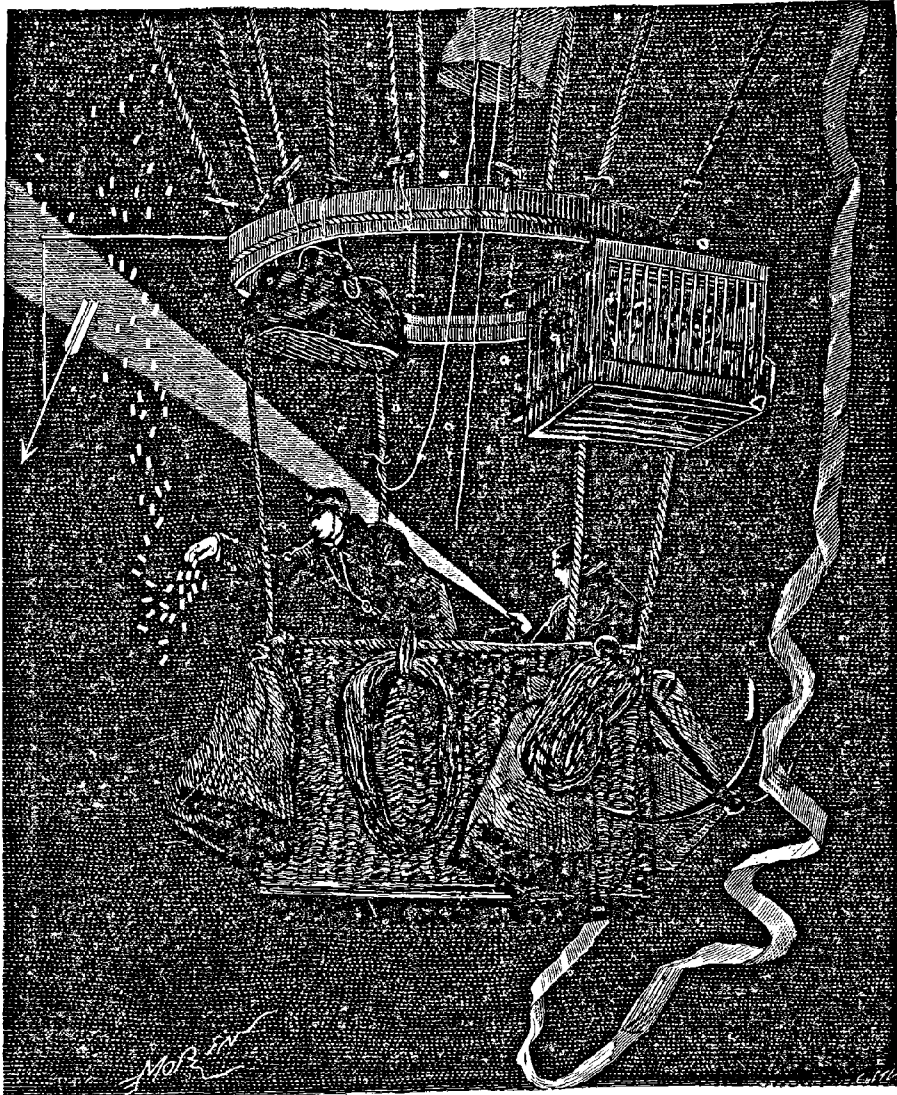
quantités de gaz nécessaires au gonflement de ses ballons captifs.

Mais comme ce procédé, dont nous parlerons tout à l'heure, n'est économique qu'à la condition d'opérer en grand, voyons d'abord l'ancien système que l'on peut considérer comme toujours en vigueur.

C'est une batterie composée d'un certain nombre de tonneaux dans lesquels se fait chimiquement la séparation de l'hydrogène et de l'oxygène que contient l'eau.

A cet effet, les tonneaux sont à moitié

remplis d'eau dans lesquels on jette de la limaille de fer; or, comme l'oxygène, dont l'eau renferme 89 parties sur 100, a une grande affinité pour le fer, en introduisant de l'acide sulfurique dans le tonneau au moyen d'un tuyau à entonnoir, on précipite la combinaison de l'oxygène avec le fer; et l'hydrogène dégagé s'échappe du tonneau



Divers systèmes pour constater la marche des ballons. — La flèche de M. Rolier.

par un tube courbe, pratiqué pour cela à son orifice supérieur, et qui le conduit, par l'intermédiaire d'un tuyau collecteur, où viennent se dégorger tous les tubes des deux rangées de tonneaux formant la moitié de la batterie, dans une espèce de cuve

Liv. 27.

pleine d'eau où le gaz doit se purifier avant d'être dirigé dans le ballon.

Cette précaution est indispensable; car le fer et l'acide sulfurique dont la réaction se produit aussitôt leur mélange dans les tonneaux, n'étant pas purs, il en résulte

27

que le gaz arrive mélangé d'acide sulfureux ou d'hydrogène sulfuré qui se dissolvent dans l'eau de la cuve pendant que l'hydrogène pur continue sa route.

Mais comme il est alors trop humide, on le fait passer dans un tube rempli de chaux vive, où il se dessèche vivement tout en perdant la petite quantité d'acide carbonique qu'il renfermait encore.

Sortant de là, il est introduit dans le ballon au moyen d'un gros tuyau de caoutchouc.

Il va de soi que l'hydrogène ne se fabriquant que pour les besoins d'une ascension scientifique, soit de longue durée, soit à de grandes hauteurs, on ne met en batterie que le nombre de tonneaux nécessaires à cette fabrication, qu'il est facile de déterminer à l'avance puisqu'on sait d'après les expériences antérieures, qu'il faut 5 kilogrammes d'acide sulfurique et 3 kilogrammes de fer soit en limaille ou en minces fragments de tôle, pour produire un mètre cube de gaz.

Dans ces conditions, l'hydrogène pur revient à environ un franc le mètre.

Le procédé Giffard, dont nous avons parlé, est bien plus économique, mais il demande un outillage.

Il consiste à faire passer de la vapeur d'eau à travers un foyer chargé de coke incandescent, ce qui produit d'abord de l'hydrogène carboné et de l'oxyde de carbone; un nouveau courant de vapeur d'eau est introduit par l'autre extrémité du fourneau et l'oxygène qu'il contient change l'hydrogène carboné en hydrogène pur et l'oxyde de carbone en acide carbonique.

Il ne reste plus qu'à séparer les deux gaz, ce qui s'exécute assez facilement en faisant passer leur mélange dans un dépurateur plein de chaux, semblable à ceux qu'on emploie dans les usines à gaz; l'hydrogène s'y débarrasse de l'acide carbonique et on sort pur pour être dirigé dans l'intérieur de l'aérostat.

C'est avec de l'hydrogène fabriqué de cette façon, et qui ne revient pas à dix centimes le mètre, que fut gonflé le grand ballon captif de l'exposition de 1878.

Le gaz d'éclairage coûte plus de moitié plus cher et est plus de moitié moins puissant, mais il est tout fait, aussi est-il à peu près le seul employé pour les ascensions ordinaires.

On n'a que la peine de faire porter son aréostat à l'usine à gaz, on fixe un long tuyau dans son appendice, on tourne un robinet et il s'emplit tout seul.

Sans présenter de difficultés, l'opération du gonflement demande pourtant beaucoup de soins; autrefois le ballon était d'abord suspendu entre deux mâts par sa partie supérieure, jusqu'au moment où il ne fallait plus le soutenir, mais le contenir. Ce qui se faisait avec des ficelles attachées au filet, à la hauteur de l'équateur.

Aujourd'hui, pour les ballons du moins qui ne se donnent pas en spectacle, on procède tout autrement, on couche l'aérostat sur le sable et l'on attend que son gonflement progressif le fasse lever de terre, utilisant pour le maintenir, d'abord les sacs de lest qu'on accroche tout autour du filet et qu'on descend d'une maille au fur et à mesure que le ballon prend de la hauteur.

Quand les sacs de lest ont dépassé l'équateur on fixe par le moyen des *gabillots* le cercle, auquel la nacelle est déjà solidement amarrée, aux trente-deux ficelles du filet; cependant le ballon grandit toujours, et quand les sacs de lest sont arrivés jusque sur le cercle, il est bien près d'être suffisamment gonflé, car il ne faut le remplir de gaz qu'aux deux tiers pour des raisons que nous avons déjà déduites.

En effet, si au départ le ballon était déjà entièrement gonflé, il ne resterait plus de place pour que le gaz puisse se dilater en arrivant dans les hautes régions où l'aérostat éclaterait certainement.

L'expérience de l'aéronaute, et au be-

soin un dynamomètre qui indique la force ascensionnelle acquise par le ballon (ce qu'on peut savoir aussi par le nombre de mètres cubes de gaz introduit dans ses flancs) déterminent le moment exact où il faut fermer le robinet.

L'aérostat, retenu par les ficelles qui sont encore aux mains des hommes de manœuvre, se balance au gré du vent et n'attend plus que le lâchez tout sacramentel pour s'élever dans l'espace.

VI

LES MONTGOLFIÈRES

Pour ne rien oublier, nous dirons quelques mots du gonflement des montgolfières, bien que ce genre de ballons, jadis très employé pour les ascensions foraines, ou les fêtes publiques, soit à peu près complètement abandonné depuis qu'on peut trouver du gaz d'éclairage dans les plus petites villes.

Ce qui n'est point à regretter, car ces appareils sont extrêmement dangereux aussi bien pour les personnes qu'ils emportent, quand ils sont dirigés par quelqu'un ; que pour les pays qu'ils traversent, quand ils sont abandonnés à eux-mêmes.

On n'a jamais compté les incendies causés par les montgolfières tombant avec leurs foyers incandescents, dans des champs de blé ou au milieu des forêts, et l'on a bien fait, car le chiffre aurait été si décourageant qu'il aurait fallu les proscrire officiellement des fêtes publiques de la province, dont leur ascension était le plus bel ornement.

Aujourd'hui on n'en voit plus que de loin en loin, et dans des pays qui ayant le malheur d'être privés de gaz, ne peuvent pas avoir encore celui d'être privés de ballons.

Du reste, elles n'auraient fait aucun progrès depuis un siècle, si Eugène Godard, l'aéronaute dont le nom a été popularisé par de nombreuses ascensions, ne s'était

avisé, après le terrible accident du *Géant*, de croire à leur efficacité pour les longues traversées, et de chercher un moyen pour prolonger le séjour de l'air chaud dans leurs flancs.

Toute la question était là d'ailleurs ; chacun sait que la montgolfière se gonfle avec l'air chaud produit par un feu de paille et de lainages, que l'on brûle sous son orifice, à cet effet plus distendu que celui des ballons à gaz.

En effet, ce feu entretenu pendant vingt minutes, une demi-heure, plus ou moins, chauffe l'air intérieur qui se dilate et provoque l'ascension de l'appareil.

Mais c'est ici le cas de le dire : ce n'est qu'un feu de paille, qui passe vite ; et pour que le ballon conserve une force ascensionnelle quelconque, il ne faut pas que l'air chaud refroidisse, c'est pourquoi la montgolfière est munie à sa base d'un réchaud, dans lequel on entretient du feu, soit avec des étoupes imbibées d'esprit de bois, soit avec des bouchons de paille injectés d'essence de térébenthine, soit même avec des boules pyrogéniques composées de copeaux de sapin et de goudron.

Malgré ce réchaud, menace perpétuelle pour l'aérostat, et les lieux où il atterrit ; les montgolfières ne pouvaient pas tenir en l'air plus d'une demi-heure ou trois quarts d'heure.

C'est pour remédier à cet inconvénient qui paralysait son système, qu'Eugène Godard a inventé un fourneau qu'il plaçait dans l'orifice de la montgolfière, et avec lequel il prétendait rester en l'air aussi longtemps qu'il aurait de la paille de seigle pour alimenter son feu.

Prêchant d'exemple, il a fait construire une montgolfière de dimensions inconnues jusqu'alors et il a entrepris, au pré Catelan, des expériences d'autant plus suivies, qu'il pouvait enlever dans sa nacelle une dizaine de personnes, et qu'il ne manquait pas d'amateurs.

Ce qui ne l'a pas empêché, comme tous les aéronautes épris de leur art, de revenir au ballon gonflé par le gaz, le seul qui permette véritablement les ascensions de longue durée.

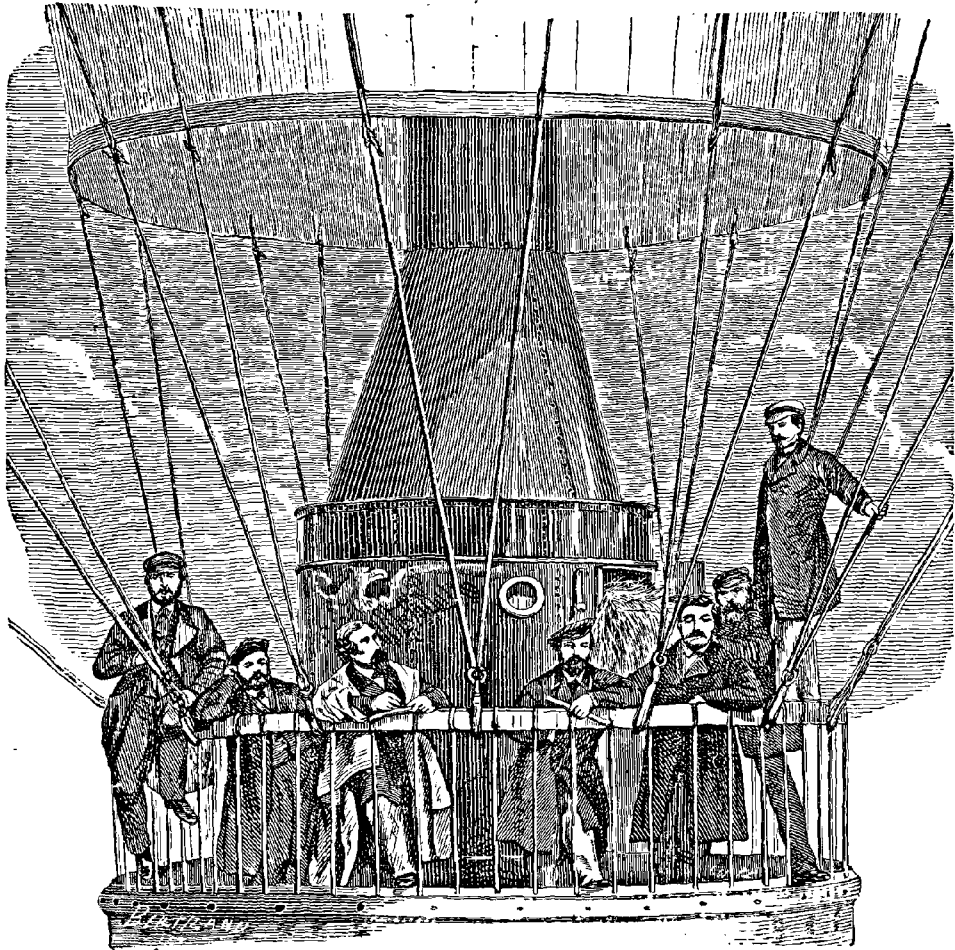
VII

L'ASCENSION

Nous avons laissé l'aérostat, tout gonflé,

prêt à partir, mais le signal ne sera pourtant pas donné avant que l'aéronaute n'ait équilibré son ballon.

L'équilibrage repose sur une base certaine, la force ascensionnelle du ballon, mais il se fait aussi un peu par tâtonnement, à cause des déperditions de gaz, qui sont inappréciables pendant le gonflement, et du



Systeme de chaudière destinée à gonfler la montgolfière Godard.

poids du matériel, dont on n'est jamais bien assuré.

Tout déchet déduit, on estime qu'un mètre cube de gaz d'éclairage peut enlever un poids de 650 grammes ; si l'aérostat cube 2.000 mètres sa force ascensionnelle est donc de 1.300 kilogrammes.

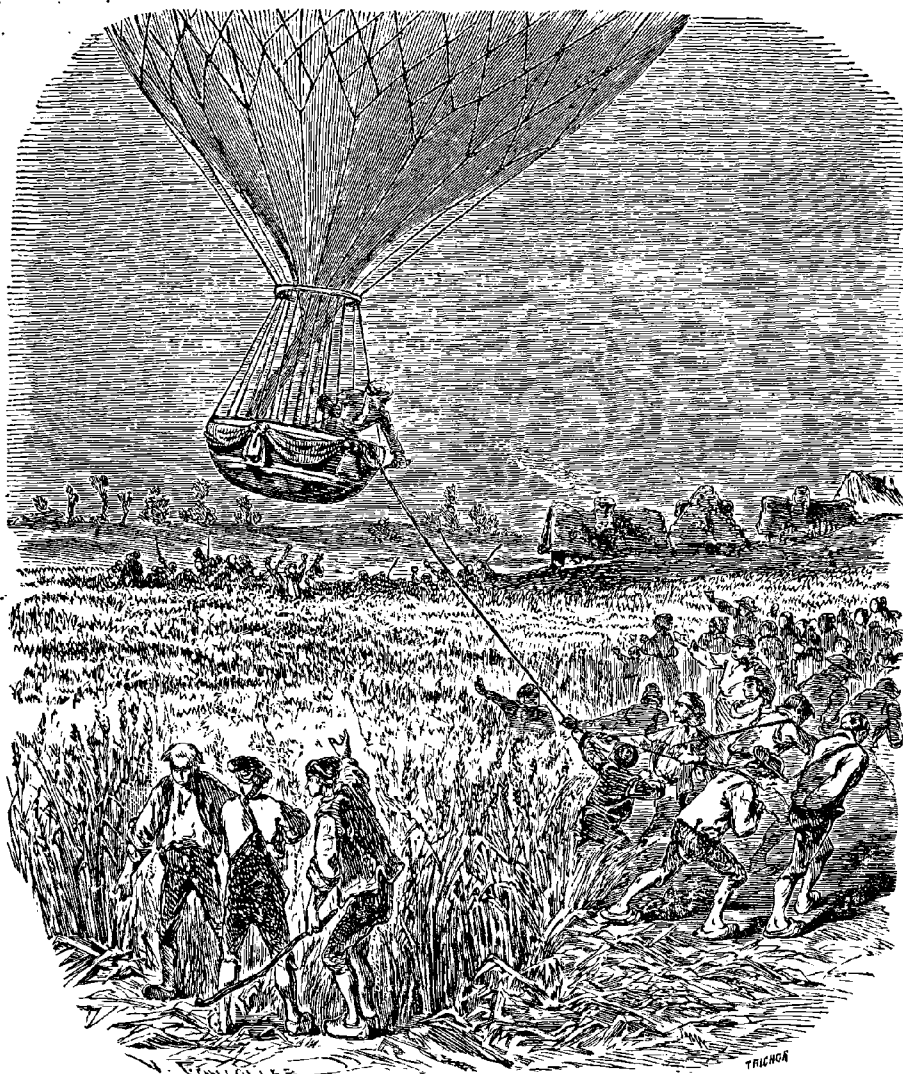
Il pèse environ 500 kilogrammes avec tous ses accessoires, reste 800 ; l'aéronaute et les deux passagers qu'il peut emmener pèsent ensemble 225 kilogrammes, c'est donc 575 kilogrammes de lest qu'il faut prendre pour un équilibrage parfait.

On attache alors 28 sacs de lest tant au

cercle qu'à la nacelle, et l'on commande le lâchez tout; si le ballon ne monte pas alors avec la rapidité qu'on est en droit d'attendre de lui, s'il reste en place, c'est qu'il est trop

chargé : un ou deux sacs de lest rejetés alors, suffisent pour déterminer l'ascension.

S'il n'est pas complètement imperméable,



L'aéronaute Testu et les paysans de Montmorency.

il se chargera bientôt d'humidité et tendra vite à descendre; on remédiera à cela en jetant du lest.

Si, traversant au contraire une couche d'air surchauffée par le soleil dont les rayons ne sont plus interceptés par des nuages, sa force ascensionnelle s'accroît plus

que ne le veut l'aéronaute, il en est quitte pour ouvrir la soupape et la déperdition du gaz le fait descendre dans la région où il veut naviguer... au gré du vent, bien entendu : car jusqu'à présent, c'est le vent qui dirige les ballons.

Et pourtant les passagers ne s'en aperçoi-

vent pas, le courant a beau être très rapide, le mouvement est insensible, et de fait il n'y en a pas, car une fois équilibré dans l'atmosphère, le ballon se déplace avec le courant aérien dont il fait partie.

Le mouvement ascensionnel est le seul dont on se rende compte, dans la première partie du voyage, du moins, car sitôt qu'il a mis des nuages entre la terre et lui, l'aéronaute, s'il ne consulte pas ses instruments, ne sait plus s'il monte ou s'il descend.

Et c'est pour qu'il ne soit pas obligé d'avoir toujours le baromètre en main, qu'on a imaginé des moyens rudimentaires de constater la marche du ballon.

Il y a notamment la banderole de papier et le papier à cigarette.

La banderole, en papier très fin de 10 centimètres de large, sur une dizaine de mètres de longueur, se fixe à la nacelle et est laissée flottante, aussitôt qu'on quitte la terre; elle donne à tout moment des renseignements précis sur la marche de l'aérostaut.

Si elle flotte horizontalement, c'est que le ballon ne change pas d'altitude; si l'extrémité tend à remonter dans l'air, c'est qu'on descend; si elle se place verticalement, c'est qu'on monte.

Comme on le voit, c'est très élémentaire, mais, à moins que le vent ne souffle en bourrasque, c'est infailible.

Le papier à cigarettes dont les feuilles sont abandonnées à plat dans l'espace, rend les mêmes services, et pour les mêmes raisons.

A ces deux moyens, connus de tous les navigateurs aériens, M. Rolier, un ingénieur, qui a fait pendant le siège de Paris une ascension qui ne s'est terminée que sur les côtes de Norvège, en a ajouté un autre plus exact encore.

C'est une flèche en métal, portant en guise de penne, une feuille assez large de papier très fort.

Cette flèche, suspendue en équilibre à une

barre fixée horizontalement au cercle du ballon, est sans cesse devant les yeux de l'aéronaute et lui indique constamment la route suivie.

Si le ballon descend, l'air déplacé pèse sur la feuille de papier et fait incliner la flèche, plus ou moins selon la rapidité de la descente.

Si le ballon monte, c'est le contraire qui se produit; car l'air pousse le papier de haut en bas et la pointe de la flèche indique l'impulsion donnée. Ces moyens sont surtout précieux la nuit, alors que l'on ne peut pas consulter le thermomètre et qu'on n'a point de lanterne pour s'éclairer.

Ce n'est pas, du reste, la nuit seulement que l'aéronaute est susceptible de voyager dans l'obscurité, il rencontre souvent sur sa route de certaines couches de nuages dont la traversée se fait absolument à tâtons.

Malgré cela l'ascension proprement dite est à peu près sans danger si l'on ne s'élève pas jusqu'aux régions où l'air devient irrespirable.

Il faut croire que ces régions sont variables (l'atmosphère est encore si peu connue qu'on en est réduit aux conjectures) puisqu'à côté de tel explorateur qui s'est élevé jusqu'à 6 et 7.000 mètres sans éprouver un grand malaise, d'autres ont été pris d'hémorragies à des hauteurs qui ne dépassaient pas cinq mille mètres.

Il en est de même pour la température, qui change brusquement selon les couches d'air que l'on traverse.

On en a eu des preuves par l'ascension de MM. Glaisher et Coxwell, la plus haute qui ait été faite encore, puisque les aéronautes anglais ont atteint jusqu'à 11.000 mètres, sans le vouloir, il est vrai!

Ainsi, jusqu'à la hauteur de 6.000 mètres la température avait été en baissant graduellement, mais, arrivé à cette altitude, le ballon ayant traversé plusieurs couches de nuages, se trouva directement exposé aux rayons d'un soleil ardent qui fit remonter

le thermomètre et augmenta tellement sa force ascensionnelle, qu'en peu d'instant, il était à 8.000 mètres de hauteur, où la couche d'air était si différente que le thermomètre baissa rapidement jusqu'à 25 degrés au-dessous de zéro.

Mais ce ne sont là que des observations particulières, les hautes régions sont encore trop peu connues pour qu'on puisse établir des règles générales; ce qu'on peut dire de plus certain, d'après les expériences déjà faites, c'est qu'au-dessus de 5.000 mètres, la raréfaction de l'air devient telle que l'on s'entend à peine parler.

VIII

LA DESCENTE

Si la navigation aérienne est sans danger avec un ballon solide et bien outillé, il n'en est pas de même de l'atterrissage, qui présente toujours quelques difficultés, faciles à vaincre pour un aéronaute expérimenté, dans les conditions ordinaires, mais qui s'accroissent en raison du vent qu'il fait et surtout de la nature du sol où l'on doit opérer la descente.

Car, malheureusement, on n'a pas toujours le choix, lorsque l'on a épuisé son lest et que le ballon à bout de force ascensionnelle, baisse, baisse toujours, il faut bien, quelque part que l'on soit, se décider à toucher la terre.

Si l'on tombe au-dessus d'un village, on ne sait pas où jeter l'ancre, parce qu'on a peur de se heurter contre le toit des maisons ou de renverser les murailles de clôture, pendant un traînage qu'il est à peu près impossible d'éviter.

Si l'on se trouve obligé d'atterrir sur une plaine sablonneuse, où l'ancre ne rencontrant ni une souche, ni une racine, ni un pied d'arbre ne mord point, il faut se décider au traînage en grand, se blottir dans sa nacelle, et la laisser labourer la terre, jusqu'au moment où quelques paysans accou-

rus auront pu saisir le guide-rope et arrêter le ballon à moitié dégonflé, que le vent pousse comme une voile.

Encore faut-il avoir la main plus heureuse que l'aéronaute anglais Yongs qui fut roué de coups par des paysans, qui le prenant pour un sorcier, mirent le feu à son aérostat.

Ou même que Testu Brissy qui fut obligé de jouer de ruse pour échapper aux mains des naturels de Montmorency, qui, tenant sa nacelle par la corde de l'ancre, refusaient de lui faire toucher terre avant qu'il n'eut payé les dégâts qu'il n'avait pas encore faits.

Il faut dire que cela se passait en 1786, alors que les ballons étaient à peine connus.

Testu, voyant qu'il ne s'en tirerait pas à bon marché, attendu que le nombre des curieux qui croissait toujours, causait un réel dommage, dans le blé bon à couper, feignit d'entrer en arrangement et demanda aux paysans de le remorquer jusqu'au village où il satisferait tout le monde.

Une vingtaine d'entre eux s'attachèrent à sa corde et se mirent en route, donnant ainsi un certain élan à l'aérostat, qui, bien qu'il eut passé la nuit en l'air, n'était pas du tout dégonflé.

Testu, alors, profitant de ce qu'on ne le regardait plus, coupa la corde et repartit dans l'espace, aveuglant de la poussière d'un sac de lest, les paysans ébahis qui, naturellement le chargèrent d'imprécations.

Il est vrai qu'il faudrait aujourd'hui aller bien loin pour rencontrer des paysans comme ceux-là; mais on n'a pas non plus toujours un sac de lest à sa disposition.

Le plus prudent est de chercher à atterrir avant d'avoir épuisé ses provisions, et de choisir autant qu'on le peut, un espace convenable, où l'on aura toutes ses aises pour éviter le traînage d'abord et ensuite pour mettre pied à terre, et achever de dégonfler le ballon, qui une fois plié dans la nacelle, pourra rentrer à la remise par la plus prochaine gare de chemin de fer.

IX

DIRECTION DES BALLONS

Ce chapitre pourrait être à la rigueur remplacé par un point d'interrogation, la question n'étant guère plus avancée que le premier jour; cependant il n'est pas sans intérêt d'étudier les divers essais qui ont

été faits depuis un siècle, car les ballons, ce qui est naturel, ne furent pas plus tôt connus qu'on cherchait déjà à les diriger.

L'idée n'avait pas été sans préoccuper les frères Montgolfier qui l'avaient à peu près retournée dans tous les sens, comme on peut le voir par leur correspondance.

Ainsi en novembre 1783, Joseph écrivait



La descente. — Le trainage.

à Étienne qui manifestait l'intention d'ajouter des rames à ses aérostats :

« En grâce, mon bon ami, réfléchis, calcule bien; si tu emploies des rames, il te les faudra faire grandes ou petites; si elles sont grandes, elles seront lourdes; si elles sont petites, il faudra les faire mouvoir avec d'autant plus de rapidité. Faisons le compte sur un globe de cent pieds de diamètre. »

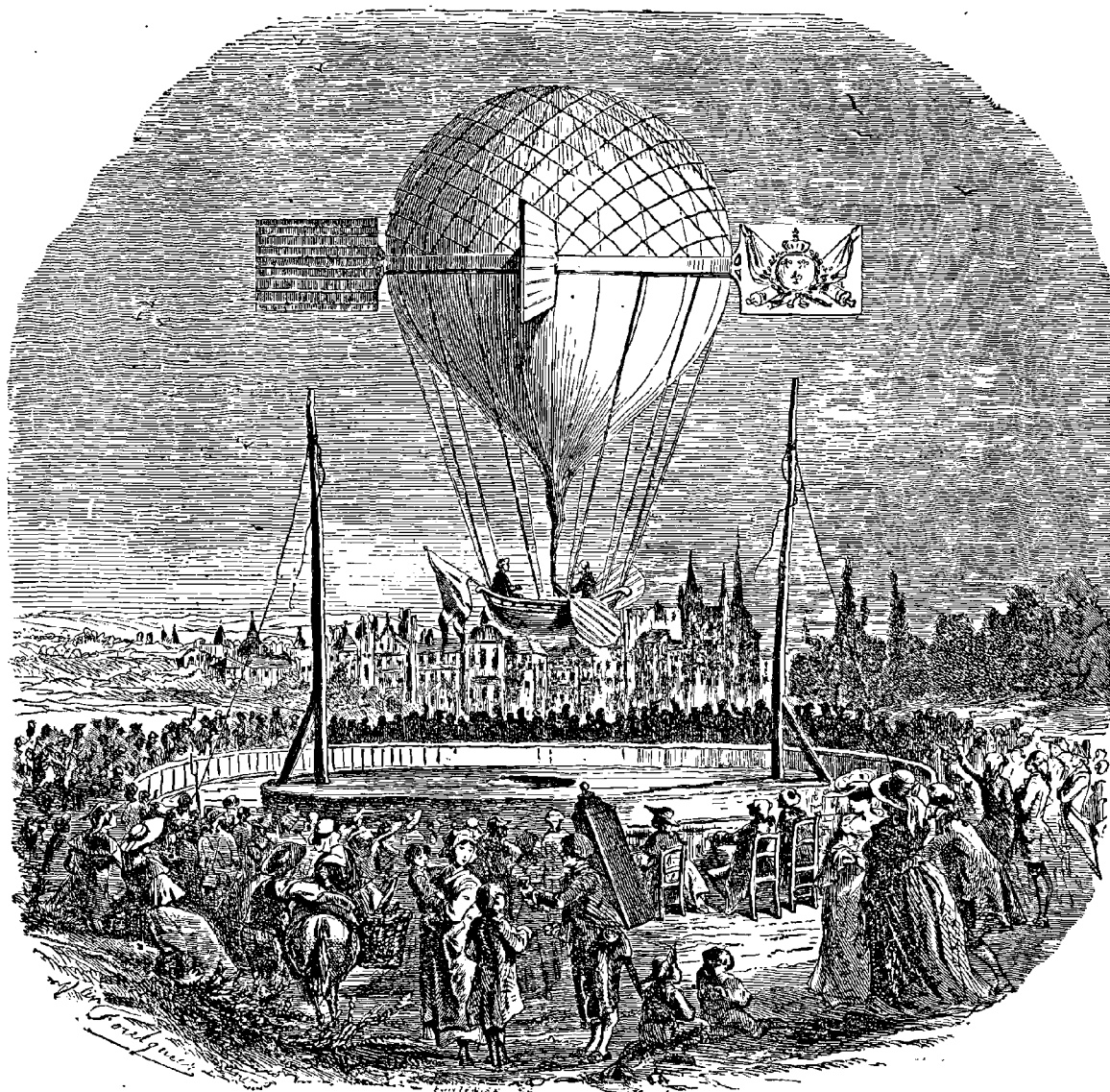
Et la conclusion de ce compte était que

la force de trente hommes faisant des efforts, qu'ils ne pourraient pas soutenir cinquante minutes sans se reposer, ne suffirait pas à faire faire au ballon deux petites lieues à l'heure.

Cette autre lettre adressée le 11 décembre 1783, à Étienne par le chanoine Mongolfier (un frère aîné), prouve qu'il étudiait déjà des formes nouvelles pour essayer de résoudre le grand problème.

« Tu sais que Joseph fait faire à Lyon une grande machine de quatre-vingts à cent pieds de diamètre. Je bavardais l'autre jour dans une lettre que je lui écrivais; néan-

moins cette idée me trotte par la cervelle et quoique je ne sois qu'apprenti physicien, je pourrais me croire au moins compagnon, depuis que mons Joseph m'a écrit que je



Ascension de Guyton de Morveau à Dijon, 25 avril 1784.

lui avais donné une idée lumineuse pour son projet.

« Après cet éloge de moi, revenons à nos moutons.

« Ce n'est pas tout à fait la forme d'un

Liv. 28.

mouton que je veux donner à votre machine, mais bien celle d'un poisson; une large queue et peu épaisse avec un équipage en baleine ou en bambou pour tenir lieu de nerfs et faire mouvoir cet immense gouver-

28.

naïl, qui sera de même rempli d'air inflammable. Des ailes ou plutôt des nageoires sous le ventre, de la même nature, ou simplement en taffetas, mais les plus longues possibles, et toujours remplies de gaz pour être plus légères que pareil volume d'air atmosphérique, enfin toutes les rectifications que vous penserez convenables.

« Mais, comme l'auteur de la nature a donné à chaque individu ce qui lui convenait le mieux pour remplir sa destination, suivez les modèles qu'il vous offre, et puisqu'il s'agit de voguer dans un fluide, imitez l'animal qui vogue le mieux dans un fluide.

« Tu me diras peut-être : Pourquoi ne pas imiter l'oiseau? mais il est spécifiquement plus pesant que l'air. Votre machine, plus légère, s'assimile plutôt au poisson, plus léger ou du moins en équilibre avec pareil volume d'eau. — L'oiseau est obligé de compenser par l'étendue immense de ses ailes comparées à la grandeur de son corps, et par la multiplicité et la vigueur de ses mouvements, son excédent de pesanteur. — Les nageoires du poisson seraient bien plus économiques, bien plus aisées à mouvoir, et suffisantes pour votre opération. »

Malgré ces conseils, que nous avons cités tout au long, précisément parce qu'ils mettent en présence les deux systèmes d'aviation qui divisent les inventeurs, il ne paraît pas que la machine en question ait été construite, du moins par les Montgolfier, car il parut à cette époque un poisson volant qui fut expérimenté avec un certain succès, en Espagne... si l'on s'en rapporte absolument à la gravure qui en fut répandue et qui portait comme légende :

« Poisson aérostatique, enlevé à Plazentia, ville d'Espagne, située au milieu des montagnes, et dirigé par Don José Patinha jusqu'à la ville de Coria, au bord de la rivière d'Aragon, éloignée de deux lieues de Plazentia, le 10 mars 1784. »

Mais cette gravure pourrait bien être un

poisson d'avril, un peu en avance, car on ne trouve pas trace d'ascension aérostatique, entreprise par Don José Patinha, avant le 19 septembre 1784, et il est d'autant moins prouvé, que cet inventeur ait dirigé son esquif à son gré, qu'il n'a pas renouvelé l'expérience.

La direction de la machine aérostatique anglaise, qui avait précédé celle-là n'est guère plus authentique, on ne la connaît non plus que par la gravure affirmant que ce ballon, car c'est un vrai ballon, s'est enlevé le 22 décembre 1793, au village de Dessessebrugue, dans le pays de Galles, et que, dirigé à volonté par le docteur Jonathan, il a fait dix lieues dans l'air, avant de redescendre à l'endroit d'où il était parti.

Seulement, la légende est plus explicite ; elle donne quelques détails sur la construction de la machine, qui était, paraît-il, en fil de laiton très fin, laminé et tissé en forme de toile, et recouverte d'une toile de coton enduite de mastic, le gouvernail était en même matière et la voile, de toile ordinaire.

Ce ballon n'avait point mauvaise grâce sur la gravure, mais ni la voile ni le gouvernail ne lui servirent jamais et le canon que l'on voit à l'extrémité de la nacelle n'a jamais existé que dans l'imagination du dessinateur.

La vraie première tentative de direction de ballon a été faite par Blanchard, le 2 mars 1784 ; encore était-elle sans conviction, c'était un pis aller ; Blanchard, qui n'avait jamais pu réussir à enlever de terre sa machine à voler dont nous avons déjà parlé, s'imagina de l'accrocher à un ballon, avec une modification importante, puisqu'elle est l'idée première du parachute.

Cette ascension ne fut, d'ailleurs, pas heureuse ; Blanchard, monta dans sa nacelle avec Dom Pech, un bénédictin très fort en physique et passionné pour l'aérostation, mais le ballon, qui s'était troué pendant les préparatifs, ne s'enleva pas au-delà de cinq à six mètres, la nacelle retomba si rudement

sur le sol, que, malgré son amour pour la navigation aérienne, le bénédictin se laissa parfaitement convaincre que le ballon était trop lourd pour enlever deux personnes et s'en retourna chez lui pendant que Blanchard, qui avait fait sa recette et ne voulait pas rendre l'argent, réparait l'avarie pour s'enlever tout seul.

Mais autre incident : au moment où il allait partir, un élève de l'école militaire, Dupont de Chambon, s'élance dans la nacelle et veut partir aussi, Blanchard refuse, l'autre insiste et finit par tirer son épée dont il blesse légèrement l'aéronaute, déchire les ailes de la machine et brise le gouvernail de telle sorte, que lorsque Blanchard, enfin débarrassé de ce jeune fou, put faire son ascension, il opéra exactement comme avec un ballon ordinaire.

Son parachute, son vaisseau volant, ne servirent absolument qu'à éblouir les assistants et s'il descendit à Billancourt, c'est que le vent l'y avait porté.

Il prétendit pourtant le contraire et assura avoir dirigé son aérostat avec son gouvernail et ses rames, mais des physiciens qui avaient suivi son ascension d'un lieu élevé, ont démenti ses assertions.

Ce qui les dément encore mieux, c'est que dans les nombreuses ascensions qu'il fit ensuite, il ne s'embarrassa plus de son vaisseau volant, tout au plus conserva-t-il, dans les premiers temps, son gouvernail, tout aussi inutile que le reste.

Quant au parachute, que le premier il accrocha à un ballon, il ne s'en servit personnellement que plus tard, lorsque Garnerin eût fait sans danger ses premières expériences de descente, qui lui donnèrent, en quelque sorte, la gloire de l'invention, bien qu'elle appartienne à un physicien de Montpellier, nommé Sébastien Lenormand, lequel, en somme, n'avait fait que mettre en pratique un procédé qu'il avait trouvé dans les livres.

Ayant lu dans une relation de voyages

que, pour amuser leur roi, des esclaves se laissaient tomber d'une très grande hauteur, sans se faire le moindre mal, à l'aide d'un parasol ouvert qui ralentissait leur chute, en trouvant de la résistance dans l'air ; il voulut essayer par lui-même et se laissa aller de la hauteur d'un premier étage, tenant un parapluie de chaque main ; la chute lui parut insensible.

Alors il se fit fabriquer un parapluie assez grand pour avoir dans l'air la résistance suffisante à porter le poids d'un homme (5 mètres de diamètre), et, dans les derniers jours de décembre 1783, il fit, du haut de la tour de l'observatoire de Montpellier, une expérience publique à laquelle assista Montgolfier.

L'appareil nouveau prit le nom de parachute, et, comme nous l'avons vu, Blanchard s'en empara, d'abord comme en cas pour sa machine à voler dont il reconnut bientôt l'inutilité, ensuite pour augmenter l'intérêt de ses ascensions, en donnant au public le spectacle d'une descente en parachute, d'animaux divers qu'il attachait après.

Bien que ces expériences, souvent répétées, eussent toujours réussi, il ne lui vint jamais à l'idée de perfectionner le parachute pour en faire, au besoin, un instrument de sauvetage pour l'aéronaute, et ce ne fut que treize ans plus tard que Jacques Garnerin y pensa.

Le 13 octobre 1797, cet aéronaute partit du parc Montceaux avec un ballon dont la nacelle était fixée à un parachute, coupa la corde qui le retenait à l'aérostat et descendit ainsi, au grand effroi des spectateurs, sans accident, il est vrai, mais non sans avoir couru des dangers, qu'il conjura bientôt en perfectionnant son appareil, c'est-à-dire en perçant son sommet d'une ouverture circulaire surmontée d'un tuyau de 1 mètre de hauteur par où l'air accumulé dans la concavité du parachute s'échappe, ce qui laisse à l'appareil toute sa puissance de résistance, et supprime les oscillations qui

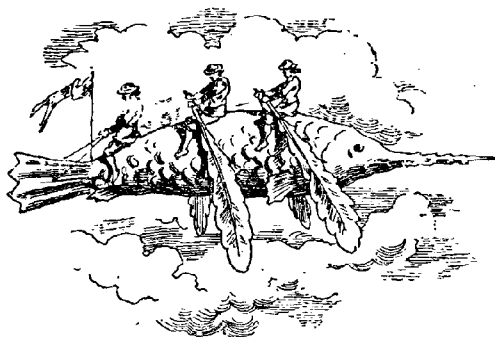
avaient failli coûter la vie à Garnerin.

Ce perfectionnement a servi à l'aéronaute de brevet d'invention, car le parachute d'aujourd'hui est exactement ce qu'il était en 1797, c'est-à-dire un parasol de 5 mètres de rayon, composé de 36 fuseaux de tafetas, cousus ensemble et réunis au sommet à une rondelle de bois qui supporte, au moyen de quatre cordes de 10 mètres de longueur, le panier d'osier qui sert de nacelle au parachute.

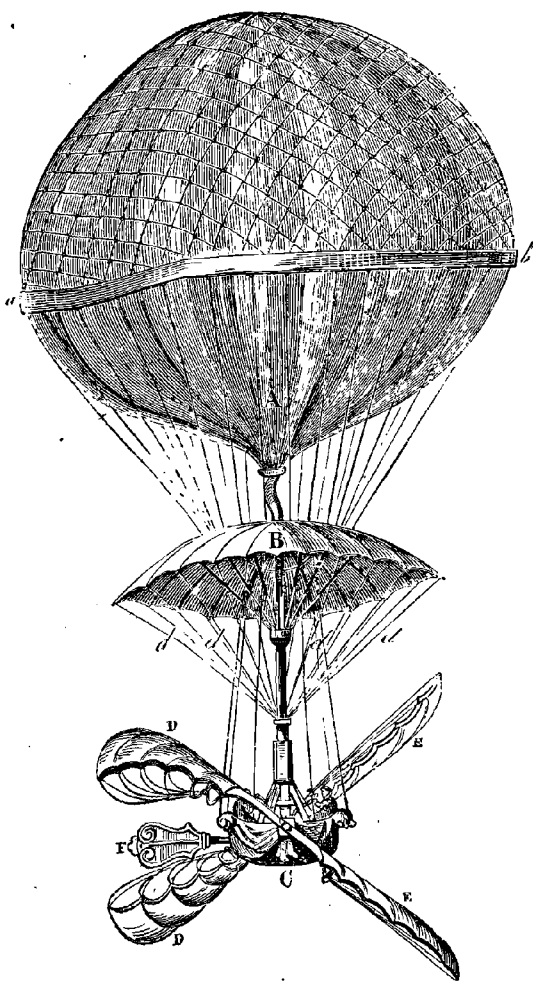
A cette corbeille sont encore attachées 36 ficelles partant des extrémités de chacun des fuseaux du parachute, dans le but de l'empêcher de se retourner par l'effort de l'air déplacé, précaution capitale, du reste, car sans cela l'appareil n'offre plus aucune sécurité.

Mais fermons cette parenthèse pour reprendre notre nomenclature, qui, pour être à peu près stérile, n'en a pas moins son intérêt.

Guyton de Morveau fit ensuite à Dijon des expériences de direction avec



Poisson aérostatique de don José Patinha.



Ascension de Blanchard, 2 mars 1784.

A, Globe aérostique attaché sur le cercle ab. — B, parasol dont les branches sont maintenues au manche par les ficelles d, d; il ne doit servir qu'en cas d'accident pour éviter une chute violente. — C, vaisseau portant les voyageurs, fixé au manche du parachute. — D, E, nageoires mues alternativement par les voyageurs. — F, gouvernail.

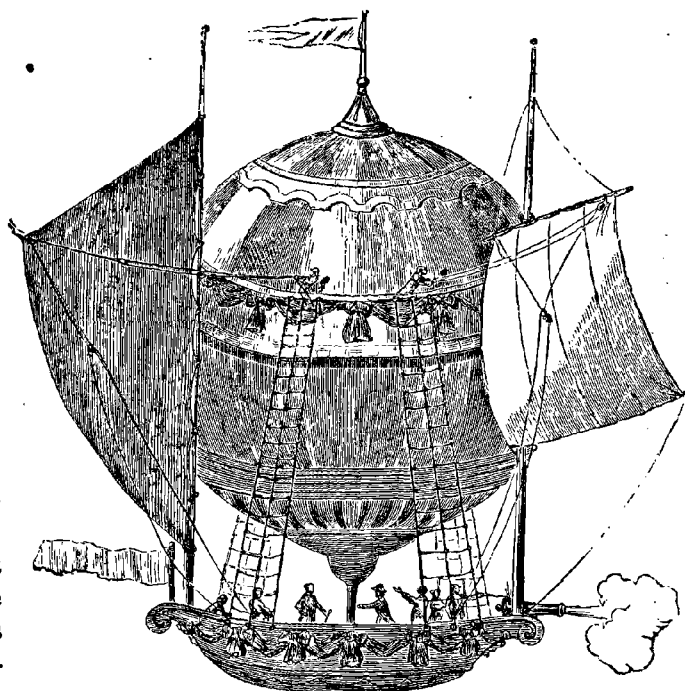
un ballon gréé sur ses plans, et construit aux frais de l'académie de Dijon.

Une première ascension faite par lui et l'abbé Berteaux, le 25 avril 1784, ne doit pas compter parce qu'au moment du départ le ventemporta la plus grande partie de ses appareils, mais il répéta l'expérience plusieurs fois tant avec l'abbé Berteaux qu'avec M. de Virelly, et s'il se félicita d'abord du succès, c'était évidemment pour ne pas décourager les souscripteurs, car le mémoire qu'il fit ensuite de ses essais ne péchait pas par l'enthousiasme, si bien qu'Étienne Montgolfier à qui il l'avait adressé, put lui répondre ceci :

« L'écueil imprévu qui vous a empêché de réaliser votre projet de voyage, de *poste en poste*, ne doit point vous décourager et vous empêcher de le tenter de nouveau. J'ai surtout admiré la franchise avec laquelle vous exposez les obstacles qui ont contrarié vos expériences, et les moyens que vous avez ima-

ginés pour les surmonter. C'est ainsi qu'on devrait toujours écrire sur les sciences, sacrifier son amour-propre à leur avancement et rendre compte même de ses fautes pour les éviter aux autres.

« Un mémoire comme le vôtre leur est plus utile que vingt de ces poétiques descriptions qui se font gloire d'ajouter le vernis du merveilleux, comme si



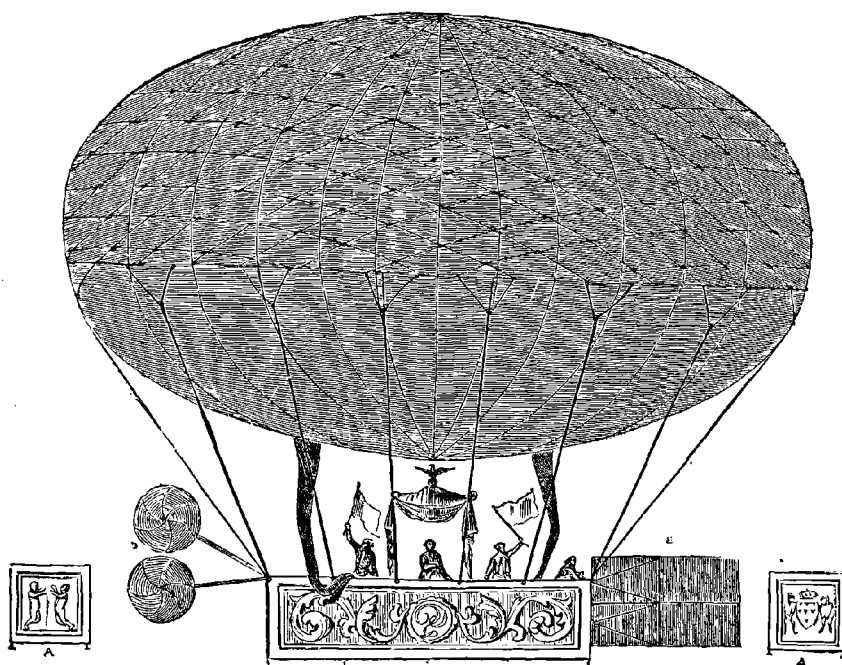
Machine aérostatique du docteur Jonathan.

la nature n'était pas assez grande par elle-même sans les ornements étrangers qu'y ajoute leur imagination. »

Bref, Guyton de Morveau échoua dans ses tentatives et l'académie de Dijon en fut pour les frais de nombreuses ascensions.

Disons maintenant un mot de l'appareil.

C'était un ballon ordinaire, gonflé de gaz hydrogène, mais la



Ballon du duc de Chartres. — Ascension du 15 juillet 1784.

A.A. Les deux bouts de la nacelle, représentant les géméaux et les armes de France. B. Gouvernail.
C. Rames ou ailes.

partie supérieure était recouverte d'un solide filet en tresse de ruban s'attachant à un assez large cercle en bois, qui entourait le ballon au plus grand de sa circonférence et avait pour mission non seulement de soutenir la nacelle au moyen de cordes, mais encore de servir de point d'appui aux engins de direction, c'est-à-dire à deux voiles de sept pieds de haut sur onze de large, tendues sur des cadres de bois, placés diamétralement en face l'un de l'autre comme pour figurer la poupe et la proue du navire aérien.

L'une de ces voiles, sur laquelle étaient peintes les armes des Condé, devait fendre l'air dans la direction voulue et l'autre, agir comme gouvernail.

Entre ces deux palettes, qui ne réussirent guère qu'à faire imprimer par le vent un mouvement giratoire au ballon — il y en avait deux autres, de vingt-quatre pieds de superficie, qui devaient battre l'air comme les ailes d'un oiseau ; le tout devait être manœuvré, à l'aide de ficelles, par les aéronautes placés dans la nacelle.

Mais il aurait fallu qu'ils fussent pour cela plus de deux, et le ballon ne disposait pas d'une force ascensionnelle capable d'enlever plus de deux personnes, car ladite nacelle portait aussi des rames qui demandaient à être constamment actionnées et exactement, dans le même sens que celles du haut, pour n'en pas contrarier l'effet.

Outre cette difficulté, il y en avait une autre, provenant de la mauvaise disposition de l'aérostat, et qui occupait presque continuellement l'un des voyageurs : l'appendice, très prolongé en pointe jusque dans la nacelle, était fermé par une soupape qu'il fallait constamment ouvrir, pour éviter que la dilatation du gaz ne fit éclater le ballon, dont l'enveloppe était comprimée par l'équateur en bois.

La manœuvre des voiles était donc à peu près impossible, et c'est sur le compte de

cette défectuosité que l'on mit le non résultat définitif de l'entreprise.

Pendant que les Dijonnais perdaient leur temps en expériences, de moins en moins douteuses, le duc de Chartres qui devait être célèbre à un autre titre que celui d'aéronaute, sous le nom de Philippe Égalité, entreprenait de son côté de résoudre le problème, qu'on commençait à déclarer insoluble.

Il fit construire par les frères Robert un ballon ayant la forme d'un œuf et dix-huit mètres de hauteur, sur douze de diamètre ; comme si cette nouveauté, d'aspect, ne suffisait pas, Meunier, depuis général de la République, mais qui s'occupait alors beaucoup de physique, imagina de remplacer la soupape par un petit ballon gonflé d'air atmosphérique, que l'on plaça dans le grand comme une sorte de diaphragme, avant qu'il fût rempli de gaz hydrogène.

De plus, comme appareils dirigeants, on pourvut la nacelle, rectangulaire et très vaste, d'un gouvernail en toile, tendue sur un châssis rectangulaire, qui s'adaptait d'un côté, tandis que de l'autre il y avait deux disques mobiles qui devaient faire office de rames ou d'ailes.

L'ascension qui se fit à Saint-Cloud, le 15 juillet 1784, fut une curiosité ; il y avait tant de monde que les personnes les plus rapprochées se résignèrent à mettre un genou en terre pour que les autres pussent suivre les détails du départ.

Il fut magnifique, le ballon, trop gonflé, s'enleva comme une plume, emportant le duc de Chartres, les deux frères Robert et un de leurs cousins, M. Collin.

En quelques minutes, il disparut dans les nuages, mais les ayant traversés, il entra dans une atmosphère où les vents étaient si violents, que le ballon, leur offrant une large prise par son gouvernail, tournait sur lui-même avec une vitesse inquiétante, tout en montant dans l'espace.

On commença par arracher le gouvernail,

puis les rames; ce qui n'empêcha pas de monter, au contraire; alors pensant que la cause en était au petit ballon on coupa les cordes qui le retenaient, pensant qu'il allait tomber par l'orifice du grand; il tomba en effet, mais si malheureusement, qu'il boucha complètement cet orifice et qu'il fut impossible de le tirer en dehors.

Nouvelle cause d'ascension et si précipitée qu'en peu d'instants le baromètre accusait une altitude de 4,800 mètres.

Le danger devenait alors imminent, car le gaz du ballon, se dilatant toujours, il y avait à craindre qu'il n'éclatât, les aéronautes, à bout d'efforts pour maintenir libre l'orifice que le petit ballon s'obstinait à boucher, perdaient la tête quand le duc de Chartres par une présence d'esprit que l'on taxa très injustement de couardise, saisit l'un des drapeaux qui ornaient la nacelle et, avec le fer de la lance, fit, dans l'aérostat, un trou qui détermina une descente aussi précipitée qu'avait été l'ascension, mais qui se modéra quand le ballon traversa une atmosphère plus dense, si bien qu'il arriva sans encombre dans le parc de Meudon, près de l'étang de la Garenne.

L'expédition avait duré à peine une demi-heure et comme elle ne fut pas renouvelée, on peut considérer le système du duc de Chartres comme n'ayant pas été expérimenté.

L'Angleterre vit quelque temps après un essai du même genre, tenté par le capitaine italien Vincent Lunardi, qui, le 14 septembre 1784, fit à Londres une ascension avec un ballon, sans soupape, de 10 mètres de diamètre, qui devait emporter trois personnes : l'aéronaute, le chevalier Biggin et une jeune Anglaise, M^{me} Sage (tentée sans doute de donner un démenti à son nom), mais, sa force ascensionnelle s'étant trouvée insuffisante, Lunardi partit seul.

Son ballon réussit beaucoup en tant que ballon, mais les longues rames dont il avait pourvu sa nacelle ne lui furent d'aucun se-

cours et ne l'empêchèrent pas d'aller, au gré du vent, tomber près de Standon dans le comté d'Hertford.

Après Lunardi, il faut citer le docteur Potain qui traversa le canal Saint-Georges, qui sépare l'Irlande de l'Angleterre, à l'aide d'un ballon dont la nacelle était pourvue d'un appareil hélicoïdal qui n'était qu'un perfectionnement de celui de Blanchard.

Mais il est d'autant moins prouvé que ce fut à cet appareil qu'il dut le succès de sa traversée, qu'il n'essaya point de retourner d'où il était venu; ce qui lui eut été bien facile s'il avait vraiment trouvé le secret de la direction des ballons.

Cela se passait au printemps de 1783; quelques mois plus tard, Paris assistait aux expériences d'Alban et Vallet, directeurs de l'usine de produits chimiques de Javel, qui, à force de fournir de l'hydrogène aux aéronautes, avaient entrepris de le devenir eux-mêmes et de faire avancer la science d'un grand pas.

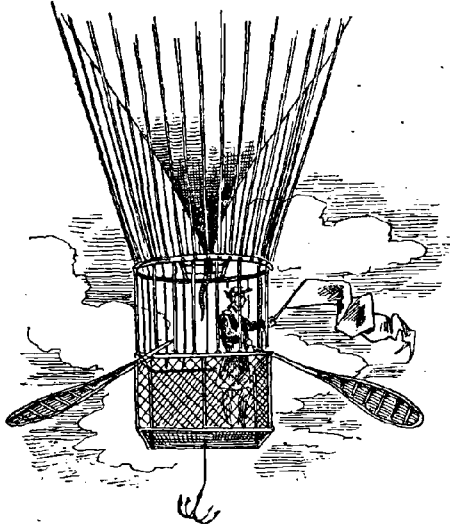
Leur système consistait dans l'application à la nacelle de deux jeux de rames disposées comme les ailes d'un moulin à vent et se mouvant de la nacelle à l'aide d'une manivelle.

Mais leurs essais, qu'ils répétèrent pourtant avec une certaine constance, ne furent point couronnés de succès.

A la même époque, l'abbé Miolan et Janinet faillirent essayer autre chose : une vaste montgolfière qui devait être dirigée dans les airs par l'effet de deux autres ballons, l'un supérieur, gonflé d'air inflammable, l'autre inférieur, gonflé seulement d'air atmosphérique, et aussi par l'effet de la montgolfière même qui, percée d'une ouverture latérale devait trouver un moyen de direction par la réaction qui se produirait dans l'atmosphère par l'air dilaté, échappant de cette ouverture.

Malheureusement, peut-être bien heureusement pour eux, leur Montgolfière prit feu pendant l'opération du gonflement et ils en furent quittes pour être battus par le public, qui les accusait d'avoir mis le feu eux-

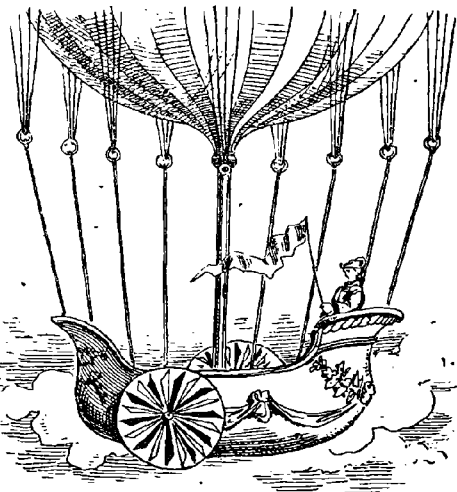
mêmes pour n'être pas obligés de partir, et pour être chansonnés par le reste des Parisiens... Car c'était le moment où comme le



Système Lunardi.

disait Beaumarchais, tout finissait par des chansons.

L'idée d'Alban et Vallet fut reprise et

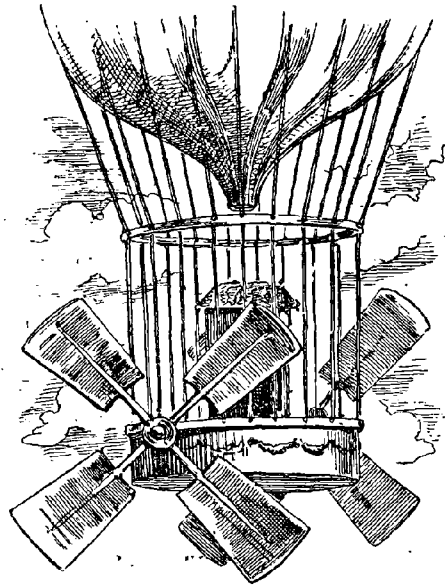


Système Testu-Brissy.

perfectionnée par Testu-Brissy, alors débutant, mais qui devait devenir un aéronaute célèbre.

Au lieu d'ailes de moulin à vent, il ima-

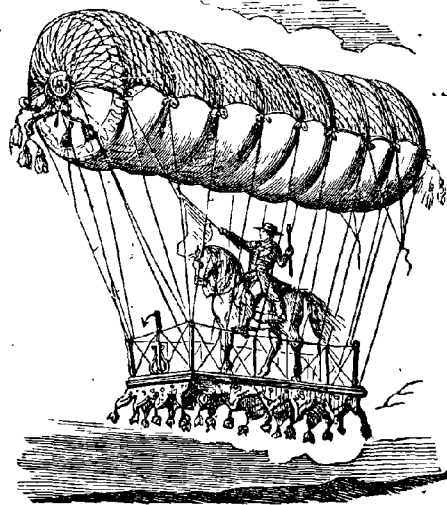
gina de mettre à sa nacelle des aubes de



Système Alban et Vallet.

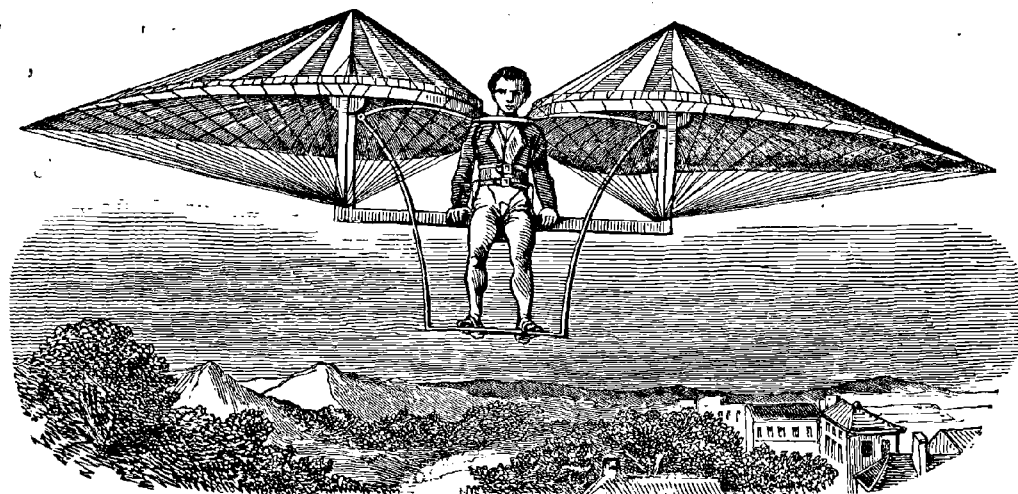
moulin à eau; il est vrai que cela ne réussit pas davantage.

Testu-Brissy chercha sa notoriété ailleurs;



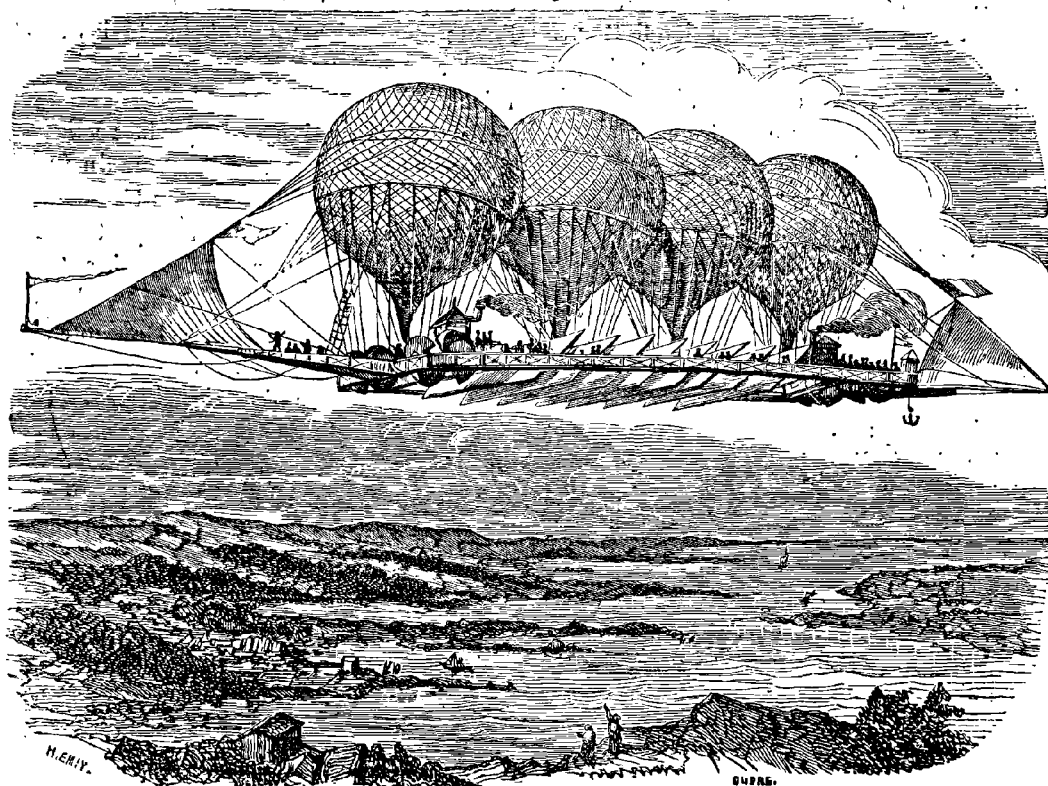
Ascension équestre de Testu-Brissy.

exploitant comme Blanchard la curiosité publique, à l'égard des ballons, il transporta de tous côtés son aérostat, et fut le premier à enlever un cheval dans sa nacelle, non



Machine à voler de Deghen.

pas attaché, et l'équivalant d'un paquet | sellé, bridé et lui servant de monture, ce
 inerte, comme le fit plus tard Poitevin, mais | qui, soit dit en passant, devait être un grand



Aérostats du système Petin.

embarras, dans les régions élevées et une |
 difficulté énorme pour la descente.

Liv. 29.

Mais revenons aux essais de direction |
 par les théories de Monge et de Meunier.

29

Meunier, dont le petit ballon diaphragme n'avait pas réussi dans l'ascension de Saint-Cloud, tenait à son idée qu'il retourna d'une autre façon dans un travail assez remarquable.

Ainsi, il voulait un ballon sphérique entouré d'une seconde enveloppe qu'on remplirait d'air comprimé au moyen d'une pompe foulante placée dans la nacelle.

Cette accumulation d'air atmosphérique entre les deux enveloppes donnait du poids au système et lui permettait de pouvoir descendre à volonté.

Pour remonter, il suffisait de se délester par une soupape d'une partie de l'air comprimé.

Ce n'était en somme qu'un principe d'aérostation qui mériterait peut-être d'être essayé... Quant à la direction absolue, Meunier avait trop de science pour s'en flatter... Il comptait surtout sur les courants atmosphériques et, pour les chercher, il proposait de fixer à la nacelle un moteur composé d'un certain nombre de palettes en forme d'ailes de moulin à vent, placées avec une telle inclination autour d'un axe, qu'en déplaçant l'air elles imprimaient à cet axe un mouvement longitudinal qui devait se communiquer à l'aérostât.

Cette combinaison était peut-être réalisable, mais il aurait fallu pour cela un moteur plus puissant que les bras des passagers et Meunier n'en indiquait pas d'autres.

D'ailleurs elle ne fut jamais expérimentée pas plus que le système de Monge, qui, comme on va le voir, n'était pas pratique.

Monge ne voyait la direction de l'aérostât possible, qu'avec une série de vingt-cinq ballons sphériques, attachés l'un à l'autre et se suivant comme les grains d'un cha-pelet.

Chacun de ces ballons devait avoir, dans sa nacelle, un ou deux aéronautes obéissant au chef de l'expédition et exécutant les ordres qu'il leur transmettrait au moyen de signaux, c'est-à-dire montant et descen-

dant au moyen du lest ou de la soupape, de façon à ce que l'ensemble décrivit dans l'air les mouvements de spirale que fait l'anguille dans une rivière.

C'était bien là, dans toute l'acception du mot, un projet en l'air, et qui ne mériterait pas même mention s'il n'empruntait une certaine autorité au nom de Monge.

Un autre plan, qui ne fut pas mis à exécution, parce qu'à l'époque où il se produisit, on avait autre chose à faire qu'à diriger des ballons, fut celui du baron Scott de Martinville, qui réunit un certain nombre de souscripteurs au commencement de l'année 1789.

Il s'agissait d'un immense aérostât affectant la forme d'un poisson, avec nageoires articulées et mobiles, devant imiter dans l'atmosphère, la marche du poisson dans l'eau ; idée qui avait déjà hanté les Montgolfier et qui devait être reprise bien des fois.

Le premier qui en essaya la réalisation fut Pauly de Genève, l'inventeur du fusil à piston, qui, en 1816, se mit en tête d'établir à Londres un service de transports aériens et fit construire pour cela un gigantesque ballon, qui, avec la nacelle qui pendait dessous armée d'un gouvernail en queue de poisson et d'une énorme nageoire, avait à peu près la forme d'une baleine.

Mais le succès ne couronna point son entreprise.

Quelques années avant, un horloger de Vienne, nommé Jacob Deghen, était venu se faire bafouer à Paris.

Cet inventeur avait imaginé d'accrocher, en guise de nacelle à son aérostât, un appareil composé de deux cerfs volants et d'un plan incliné qui, devant se porter à droite ou à gauche selon la pression exercée par les pieds ou les mains de l'aéronaute, offrirait à l'air assez de résistance pour imprimer une direction au ballon.

Mais, non seulement l'aérostât ne voulut pas se laisser diriger, mais il refusa de s'en-

lever, si bien que la populace, exagérant, le droit... qu'à la porte on achète en entrant, rossa le pauvre aéronaute et détruisit sa machine, qui, en somme, n'était qu'une imitation non perfectionnée du deuxième système de Blanchard.

Après cet insuccès on fut une dizaine d'années sans entendre parler de direction des ballons, mais le génie inventif seréveilla et Edmond Génét, frère de madame Campan, qui s'était fixé aux États-Unis, publia en 1825 un mémoire sur un aérostat dirigeable dont il avait obtenu le privilège du gouvernement américain.

Il n'en abusa pas de ce privilège, il ne put même, faute de souscripteurs, en user pour faire construire sa machine, qui se composait d'un ballon ovoïde, long de cent cinquante pieds, large de quarante-six et haut de cinquante-quatre.

Cet aérostat colossal devait recevoir son impulsion d'un manège mû par des chevaux; il fallait pour cela une nacelle d'une certaine ampleur, d'autant que l'inventeur plaçait encore dans cette nacelle les matières et les appareils nécessaires à la fabrication de l'hydrogène.

Vint après le système Dupuis-Delcourt et Régnier.

Il consistait en un ballon de forme ellipsoïde, soutenant en guise de nacelle, un plancher sur lequel était fixé un arbre terminé par une hélice, et devant prendre son mouvement de rotation d'un engrenage mû par une manivelle.

La notice qui accompagnait ce plan disait :

« Pour obtenir l'ascension ou la descente, on dispose entre l'aérostat et la nacelle un châssis recouvert d'une toile résistante et bien tendue. Si l'aéronaute veut s'élever il baisse l'arrière de ce châssis, et la colonne d'air, glissant en dessous, fait monter la machine. S'il veut descendre, il abaisse le châssis par devant, l'air qui glisse en dessous oblige l'appareil à descendre. »

C'était bien, en supposant un air parfaitement calme, car la moindre bourrasque aurait dérangé tout le système et pas toujours sans danger; mais il n'y avait là de prévu que la montée et la descente, qui s'obtiennent bien plus facilement avec le lest et la soupape; la direction dans l'air restait toujours à l'état de problème.

Ce projet, du reste, ne fut pas mis à exécution et Dupuis-Delcourt consacra ses ressources et son génie inventif à la construction de son électro-substracteur, qui occupa beaucoup plus la science.

A la vérité, il n'était plus question de direction de ballon, il s'agissait d'un appareil gonflé de gaz hydrogène pur, destiné à se maintenir à une hauteur de mille à quinze cents mètres pour établir une relation continue entre le fluide électrique de l'air et celui de la terre, et devenir ainsi, grâce à sa forme cylindrique dont les extrémités étaient armées de pointes, un paratonnerre aérien.

L'inventeur mit des années à chercher une matière suffisamment imperméable pour conserver indéfiniment l'hydrogène dans ses flancs; il trouva enfin que le cuivre en lames très minces remplissait toutes les conditions voulues, se ruina dans la construction de son aérostat et mourut sans avoir la satisfaction de le voir expérimenter.

M. de Lennox, qui se ruina aussi pour l'aérostation, mais sans profit pour la science, puisqu'il rêvait la direction, ne fut pas plus heureux.

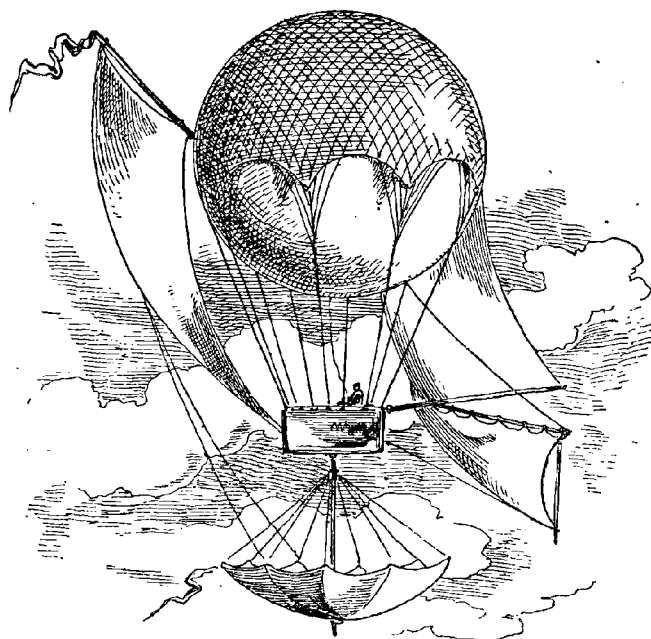
Ayant jeté une centaine de mille francs dans la construction d'un aérostat dirigeable, devant contenir le gaz pendant plus de quinze jours, il ne put réussir à essayer son système.

Le 17 août 1834, il annonça une expérience publique, et la foule, quoique un peu blasée déjà par des déconvenues précédentes, s'assembla au Champ de Mars.

L'*Aigle*, tel était le nom de l'aérostat,

était magnifique d'aspect, il avait 50 mètres de long sur 20 de hauteur, et sa nacelle, longue de 20 mètres, pouvait, d'après le programme, enlever dix-sept personnes sans compter le gouvernail, les rames tournantes, les vessies nata-toires et les autres agrès qui devaient servir à le diriger.

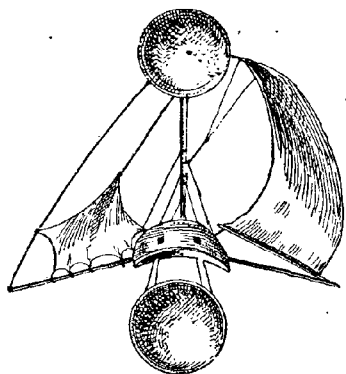
Mais tout cela était si pesant



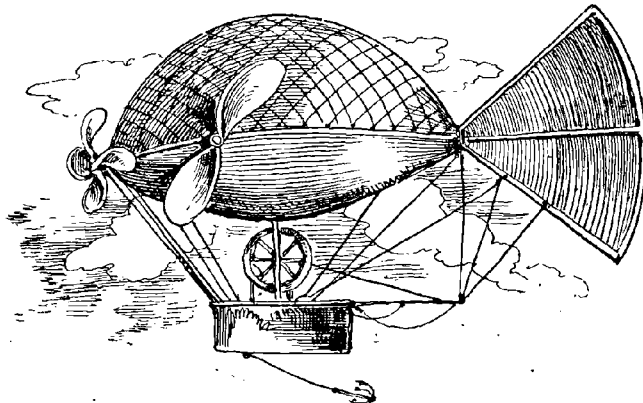
Système Henia.

que le ballon ne put s'élever de terre; ce que voyant, la multitude, comme un enfant, qui brise un jouet dont il ne peut pas se servir, le mit en pièces, détruisant ainsi, par un accès de mauvaise humeur, les espérances et la fortune d'un homme qui n'avait que le tort de ne pas réussir du premier coup.

Après cet essai



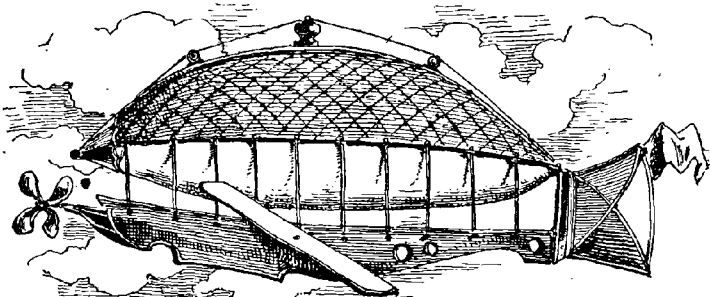
Système Ruder.



Système Pauly.

malheureux vint celui de M. Eubriot en octobre 1839.

L'aérostat de cet inventeur avait la forme d'un œuf; mais par un faux calcul il se présentait

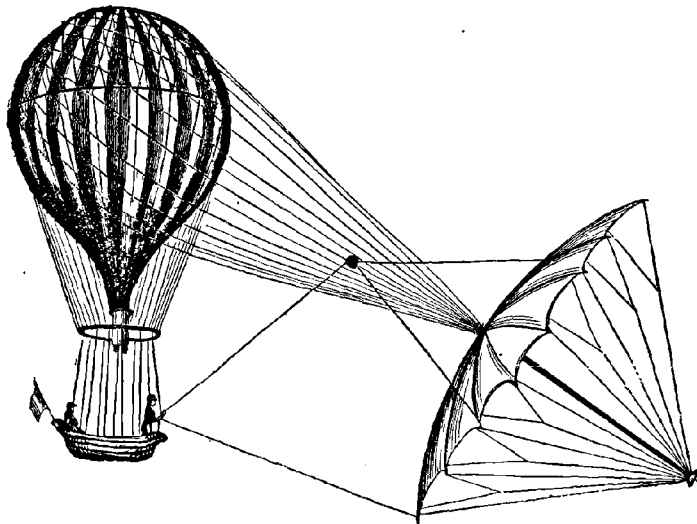


Système Jarcot.

par le gros bout: ce qui donnait plus de difficulté, au mouvement qu'on avait la prétention de lui donner, avec des moyens bien insuffi-

sants d'ailleurs, puisqu'ils consistaient en deux moulinets actionnés à bras d'hommes.

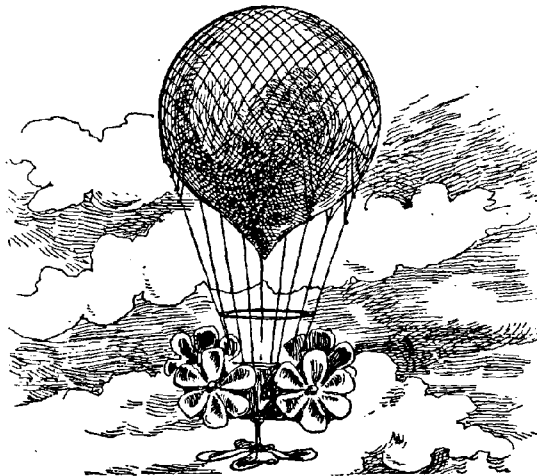
C'était encore à recommencer, mais les mécaniciens ne se décourageaient pas et l'on vit apparaître successivement, tant



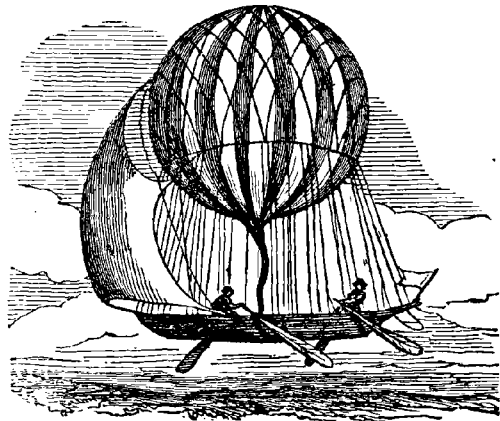
Système Transou.

sur le papier que dans les airs, c'est-à-dire beaucoup plus sur le papier, les divers systèmes dont nous allons dire quelques mots.

Le système Henin consistait dans un ballon sphérique, portant au-dessous de sa nacelle un

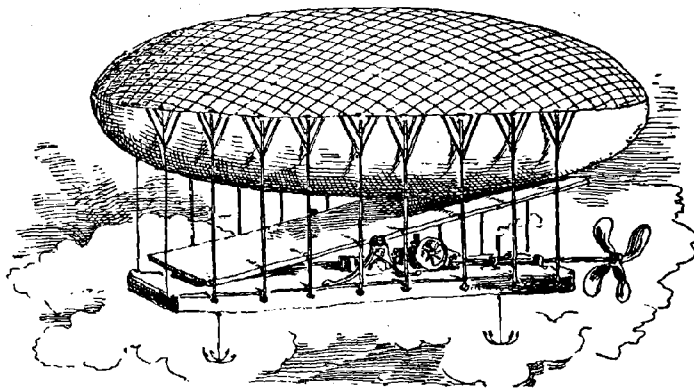


Système Helle.



Système Segel.

parachute posé en sens inverse dans le but de ralentir l'ascension du ballon et de favoriser l'action de l'air, sur trois voiles attachées à l'aérostât par de véritables ver-



Système Dupuis-Delcourt.

gues, et qu'on pouvait gouverner et orienter de la nacelle, exactement comme les voiles d'un canot.

Ce n'était, en somme, que la modification du système Ruder,

qui comportait aussi des voiles, mais qui, au lieu d'un parachute au-dessous de sa nacelle, avait un second aérostat sphérique comme le premier, mais d'une puissance ascensionnelle moindre pour pouvoir toujours rester au-dessous.

Et de fait, si ce second globe eut pu se tenir constamment à bout de câble, au-dessous de l'autre, la direction, au moins partielle, eut été possible.

Mais toute la question était là? L'idée de M. Henin fut reprise bientôt par M. Transon qui voulait se servir du parachute, fixé, alors, au filet du ballon, comme d'un gouvernail qu'on pouvait manœuvrer de la nacelle, non pas absolument comme un moyen de direction, mais comme moyen de stabilité, ce qui est déjà un point capital.

Quant à la direction il ne la jugeait possible que par l'accouplement de deux ballons, ainsi qu'il l'écrivait lui-même dans le *Magasin pittoresque* (mai 1844).

« J'ai eu soin, dit-il, d'expliquer pourquoi c'est une tentative chimérique de vouloir obtenir la locomotion dans l'air au moyen d'une force qu'on développerait au sein même de la couche dans laquelle on prétend naviguer. Mais la question change de face si on se propose de tirer parti de quelques forces naturelles extérieures au navire aérien, extérieures même à la couche d'air où il est plongé.

« Ces forces existent : ce sont les courants de direction diverse qui, fréquemment, règnent à la fois dans l'atmosphère, mais à des hauteurs différentes.

« Construisons deux ballons que nous réunirons par un câble de retenue. L'un d'eux aura une force ascensionnelle plus grande que l'autre, assez grande pour à la fois atteindre une région plus élevée, et aussi soutenir tout le poids du câble. Les deux ballons, ainsi liés ensemble, forment d'ailleurs un système libre dans l'espace; c'est ce système de deux ballons conjugués que j'appelle l'*aéronef*.

« Supposons d'ailleurs l'existence actuelle d'un courant supérieur, de même que, pour la navigation à la mer, il faut bien, supposer l'existence du vent lorsqu'on ne veut pas placer dans le navire même une force motrice.

« Le ballon supérieur de l'aéronef aura atteint la région où règne ce courant, tandis que le ballon inférieur se trouvera dans une région calme. Le premier obéira donc au courant; mais il n'en prendra pas toute la vitesse comme s'il était isolé, car il traîne à la remorque son compagnon. »

De là, l'auteur conclut qu'en manœuvrant habilement les voiles dans les deux ballons à la fois, on doit arriver à diriger l'aéronef.

C'est fort bien, la théorie est parfaite et la déduction rationnelle, mais le point de départ est-il exact? est-on sûr de trouver des courants superposés?

Là est la question.

Il y en a même encore une autre, car une fois les courants trouvés, il n'est pas assuré que, malgré sa force ascensionnelle moindre, on puisse tenir le petit ballon qui n'a rien à porter dans une région suffisamment inférieure à l'autre, sans arriver à le dégonfler très vite à force de faire jouer la soupape.

L'expérience n'ayant jamais été faite, on ne peut émettre que des conjectures, mais elles ne sont pas favorables à la réussite, d'autant qu'en ce qui concerne l'effet à espérer des voiles, tout avait été essayé déjà et en dernier lieu par l'aéronaute anglais Green, et l'allemand Segel.

Green, faisant les choses largement, posait sur le cercle de son aérostat une longue vergue sur laquelle s'enroulait au besoin une voile trapézoïdale, relativement vaste, qu'il pouvait, au moyen de poulies, hisser jusqu'à l'équateur du ballon.

Vingt fois il renouvela ses tentatives, et vingt fois il ne réussit qu'à une chose qui tombe d'ailleurs sous le sens, c'est-à-dire à prouver qu'une voile adaptée à un aérostat

ne fait qu'augmenter la surface déjà considérable qu'il donne en prise aux courants aériens et par conséquent neutralise absolument toute puissance directrice.

La voile de Ségel partait aussi de l'équateur, mais elle venait aboutir dans la nacelle même, ce qui était un embarras de plus; en outre la nacelle était encore munie d'avirons, le tout pouvant servir d'auxiliaire au courant d'air atmosphérique, mais restant de nul effet en sens contraire.

On ne s'en convainquit pas de sitôt et si les inventeurs abandonnèrent peu à peu les voiles, nombre d'entre eux cherchèrent encore un point d'appui par les avirons, notamment Lehmann qui, dans une ascension assez remarquable qu'il fit au Prater de Vienne, munit sa nacelle de trois paires de longues rames, qui firent beaucoup d'effet au départ, mais ne lui rendirent aucun service, lorsqu'il fut en l'air.

Il avait pourtant modifié la forme de son ballon qui était plus allongé que ceux qu'on avait construits jusqu'alors.

Le système Helle, qui n'était qu'une combinaison de volants et d'hélices mus par la force de deux hommes, ne donna pas plus de résultats que tous les ballons à rames expérimentés déjà; les moyens étaient perfectionnés en ce sens que la nacelle, carrée, portait une hélice sur chaque face et qu'une cinquième pendait au-dessous pour servir de gouvernail, mais tout cela ne pouvait avoir d'action sur un ballon sphérique.

Ce qui fut prouvé surabondamment par les essais faits en Allemagne par Schlechtweg de Fribourg et Carl Rozeuberg.

Ce dernier avait imaginé un ballon cylindrique, supportant en guise de nacelle, une demi-sphère d'un diamètre double et dans laquelle était installée une paire de rames à aubes, devant communiquer le mouvement à l'aérostat.

C'était le système Testu-Brissy, si peu perfectionné qu'il ne réussit pas mieux.

Schlechtweg avait muni son aérostat sphérique d'un équateur et d'armatures en fer, pour soutenir une assez lourde nacelle en forme de galerie circulaire et d'un diamètre égal sinon plus grand que celui de l'équateur du ballon.

A cette nacelle étaient fixées quatre hélices, aux extrémités de deux arbres se croisant à angle droit et munis d'engrenages pour recevoir leur mouvement d'un moteur, sur lequel on manque de détails, probablement parce qu'il n'y en avait point à donner; car c'est toujours par le moteur que pèchent les inventions que nous passons brièvement en revue.

Le système Jarcot, qui fit après cela quelque bruit, bien que resté sans application, rompaît en visière avec la forme adoptée.

Son aérostat, rappelant, du reste, celui de Pauly, était allongé comme une gigantesque moitié d'œuf posée en travers; au-dessous pendait une nacelle aussi longue que le ballon, munie à l'avant d'une hélice communiquant par un arbre de couche avec un gouvernail articulé en queue de poisson.

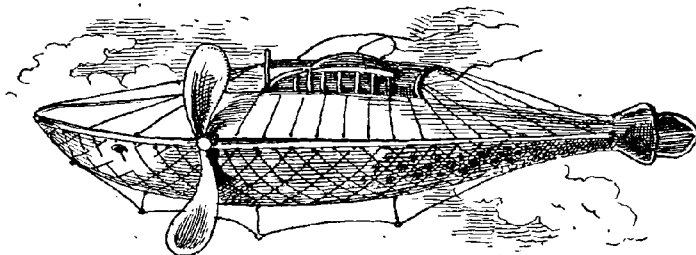
Au milieu de la nacelle une puissante nageoire aurait pu avoir quelque prise sur l'élément atmosphérique, si l'appareil avait été pourvu d'un moteur capable de lui imprimer des mouvements suffisamment précipités pour lutter contre les courants aériens.

Mais le moteur faisait complètement défaut, l'inventeur se contenta du reste de publier ses plans sans essayer de les mettre en pratique.

Cette forme de poisson, la meilleure peut-être pour l'aérostat dirigeable — autant que cela est possible — a été adoptée aussi par MM. Julien et Samson qui, s'appuyant sur les expériences faites à l'hippodrome avec un appareil de sept mètres de longueur dont les hélices, mises en mouvement par un ressort d'horlogerie, fonctionnèrent très bien dans une atmosphère

abritée, construisirent un ballon plus effilé que celui de Jarcot et disposé d'ailleurs tout autrement.

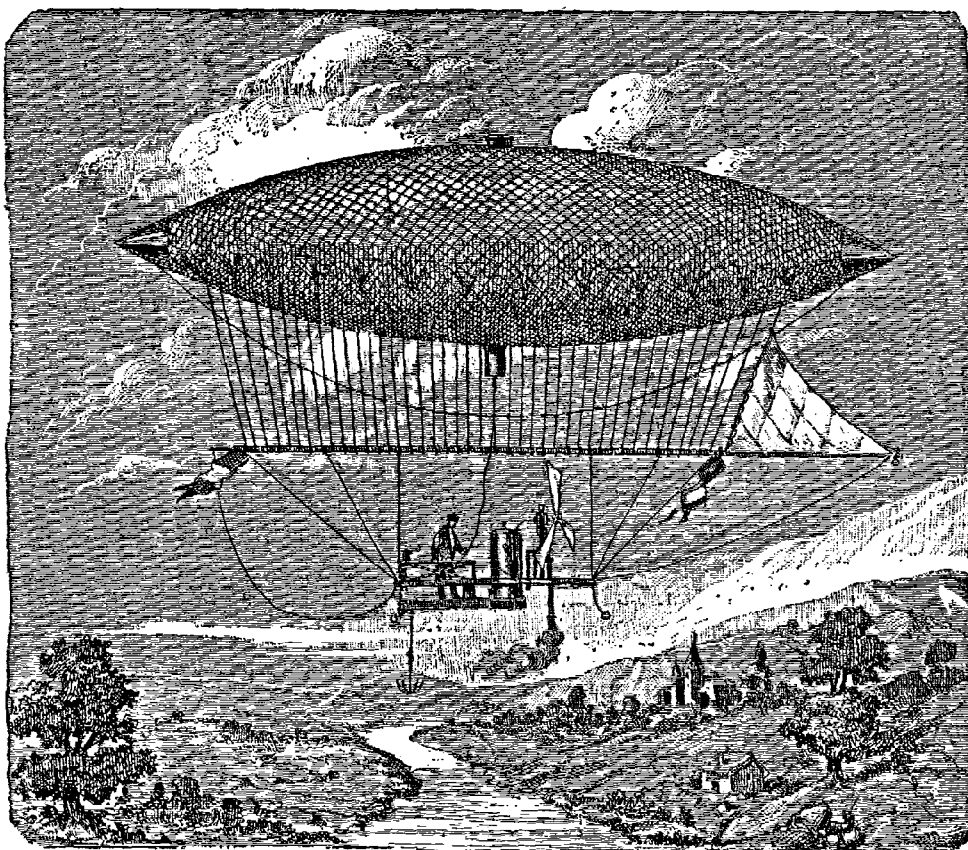
Cet aérostat avait pour propulseurs deux hélices, mais elles n'étaient pas adaptées à la nacelle, point mort dans l'espace, mais



Système Julien et Samson.

au centre même de la résistance, sur l'équateur du ballon.

Ce fut encore le moteur qui manqua, car le ressort d'horlogerie qu'il faut remonter trop



Ascension de M. Giffard, le 22 septembre 1852.

souvent pour que les interruptions de mouvement ne soient pas nuisibles à la marche, est incapable de donner la force nécessaire.

Il nous en reste autant à dire de quelques systèmes allemands, ayant à peu près le même point de départ et dont les plus

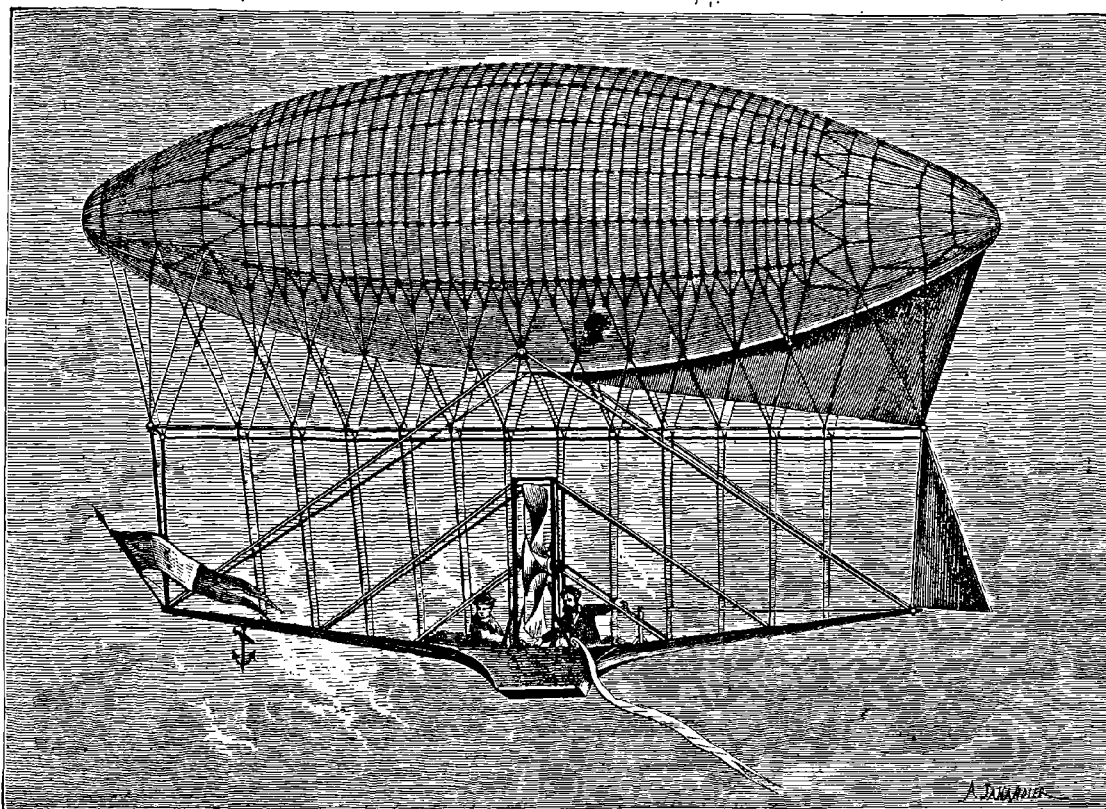
connus sont ceux de H. Bell et de Mertens.

Le premier se composait d'un aérostat cylindrique, terminé en cône des deux bouts, mais auquel une carcasse en osier treillissé donnait une certaine consistance, même avant le gonflement.

La nacelle, allongée, était chargée d'une hélice double et d'un gouvernail très allongé en forme de spatule.

L'aérostat Mertens était encore plus compliqué; affectant la forme d'un cigare, il était traversé de part en part, d'un axe qui se terminait à l'avant par une pointe devant lui frayer sa route, et à l'arrière par un gouvernail en queue de poisson.

La nacelle était dans l'aérostat même et suspendue à l'axe autour duquel devaient tourner au moyen d'un moteur... à trouver



Le ballon Dupuy de Lôme (première idée).

une série de roues qui devaient déplacer l'air et permettre la direction du ballon.

Mais tout cela était d'autant plus contingent que le moteur n'était pas trouvé.

Le système Petin, qui apparut vers 1851, revenait à la forme sphérique des ballons, seulement il ne se contentait pas d'un seul.

L'inventeur, jadis bonnetier dans la rue Saint-Denis, ce qui ne l'empêchait pas d'avoir des idées, réunit quatre aréostats dans

Liv. 30.

le sens horizontal et leur donna, en guise de nacelle unique, une sorte de pont composé d'une charpente en bois de 66 mètres de long sur 10 de large.

Le plancher de ce pont était formé de châssis mobiles garnis de toile, et que l'on pouvait faire jouer comme les lames d'une jalousie, pour offrir plus ou moins de résistance à l'air atmosphérique.

En outre, aux extrémités prolongées de

30

ce pont, s'élevaient des voiles triangulaires fixées à l'équateur des ballons extrêmes.

L'ensemble ne manquait ni de grandiose ni d'harmonie, surtout sur le dessin, où les ballons, bien gonflés, ne songeaient point à se heurter pour dévier de la position verticale.

Mais la pratique ne laissait pas d'être inquiétante; car cet appareil qui pêchait par le point de départ, puisqu'il ne possédait point de moteur, ne pouvait se mouvoir (si les diverses forces ascensionnelles des quatre ballons ne s'y opposaient pas) qu'en montant ou en descendant.

Or, comme pour s'élever ou s'abaisser, il faut perdre du lest ou du gaz, il s'ensuivait qu'on ne pouvait atteindre une partie du but proposé, qu'au détriment des éléments constitutifs du mouvement.

Ces objections, et bien d'autres furent faites à M. Petin, mais il ne s'en inquiéta pas, et organisa partout des conférences pour recueillir les capitaux nécessaires à l'exécution de son projet.

Au mois de septembre 1851, son appareil était construit, mais la préfecture de police lui refusa l'autorisation d'exécuter son ascension, dans la crainte de compromettre l'existence des personnes qui devaient partir avec lui.

L'inventeur jeta les hauts cris, ce qui s'explique de reste, et passa en Angleterre où il ne put pas davantage faire son expérience.

Il fut plus heureux aux États-Unis, du moins au point de vue des autorisations nécessaires; la libre Amérique lui permit de risquer sa vie et celle des hommes de son équipage en enlevant son aérostat sur la place d'armes à la Nouvelle-Orléans.

Il n'en abusa pas, car il ne put jamais arriver à gonfler ses quatre ballons.

L'expérience est toujours à faire, n'étant jamais venu à l'idée de personne de mettre à profit les combinaisons de M. Petin.

Cependant la navigation aérienne allait entrer dans une voie plus pratique: M.

Henri Giffard, jeune ingénieur, qui devait un peu plus tard se rendre célèbre par l'invention d'une machine remplaçant, dans les chaudières à vapeur, la pompe aspirante et foulante d'alimentation, et qu'on connaît partout sous le nom d'*injecteur Giffard*; M. Henri Giffard, très préoccupé du grand problème de direction aérostatique, s'était convaincu aussi bien par le raisonnement mathématique, que par les résultats des expériences précédentes, que ce qui manquait surtout aux ballons, qui ne pouvaient devenir dirigeables qu'à la condition de prendre une forme allongée, pour traverser plus facilement les couches de l'atmosphère, c'était un moteur assez puissant pour imprimer à l'aérostat une impulsion plus forte que la résistance atmosphérique.

En conséquence il imagina un aérostat à vapeur qu'il expérimenta publiquement le 22 septembre 1852, et qu'il a décrit lui-même dans le journal la *Presse* quelques jours après l'ascension.

Cet appareil consistait en: un ballon de forme allongée, représentant par sa section à peu près celle d'un navire et terminé de chaque côté par une pointe.

Long de 44 mètres sur 12 de diamètre au centre, et contenant 2.400 mètres cubes de gaz d'éclairage, il était enveloppé dans sa partie supérieure, d'un filet dont les extrémités venaient se réunir en pattes d'oie à des cordes qui soutenaient horizontalement une traverse de bois, de 20 mètres de longueur, traverse munie à son extrémité d'une voile triangulaire fixée à la dernière corde du filet et servant à la fois de gouvernail et de quille.

Car on pouvait, au moyen de deux manœuvres aboutissant à la machine, l'incliner à droite ou à gauche pour produire la déviation nécessaire à changer immédiatement de direction, voilà pour l'office du gouvernail; celui de la quille se remplissait de lui-même par la position de la voile qu'il suffisait de laisser en place dans l'axe

de l'aérostat pour qu'elle maintint l'ensemble du système dans la direction du vent.

La machine motrice était suspendue, par un ensemble de cordes solides, à six mètres au-dessous de la traverse, sur une sorte de brancard de bois planchéié, et balconné, comme une nacelle, pour porter, outre le moteur, le mécanicien, et son double approvisionnement d'eau et de charbon.

Cette machine, d'une force nominale de trois chevaux, était, comme on le pense bien, d'une construction spéciale : Sa chaudière, verticale et à foyer intérieur, sans tubes, était entourée d'une enveloppe de tôle, qui, utilisant au mieux la puissance calorifique du charbon, permettait au gaz de la combustion de s'écouler à une plus basse température.

Du reste, le tuyau de la cheminée était renversé de sorte que la fumée, quelquefois chargée d'étincelles, était dirigée par le bas et ne pouvait communiquer l'incendie au gaz de l'aérostat.

Pour diminuer encore la fumée la machine était chauffée par le coke qui brûlait sur une grille entourée d'un cendrier, de sorte qu'extérieurement on n'apercevait aucune trace de feu, ce qui atténuait encore le danger.

Quant au moteur proprement dit, c'était un cylindre vertical renfermant un piston, qui, par l'intermédiaire d'une bielle, faisait tourner l'arbre coudé placé au sommet.

Cet arbre était terminé par une hélice à trois palettes de 3^m,40 de diamètre qui faisait environ cent dix tours à la minute.

Eh bien ! cette machine propulsive, bien que représentant l'équivalent du travail de plus de trente hommes, était encore insuffisante, car elle ne donnait qu'une vitesse de 3 à 4 mètres par seconde, tandis que celle du vent, le jour de l'ascension, et presque toujours d'ailleurs, est plus considérable.

Aussi l'expérience, bien que des plus intéressantes, et on peut même dire des plus décisives, fût-elle incomplète.

M. Giffard s'enleva parfaitement dans les

airs, gagna l'attitude de 1.800 mètres sans dépenser un sac de lest, ce qui s'explique en ce que sa consommation progressive d'eau et de charbon, lui en tenaient lieu : mais, s'il réussit par moments à faire dévier son aérostat de la ligne du vent, il ne put le diriger absolument et vint descendre sans accident auprès de Trappes.

Ce résultat n'était pas de nature à décourager l'inventeur, aussi en 1853 renouvela-t-il son expérience avec un ballon plus grand (3.200 mètres cubes) et une machine à vapeur plus puissante, mais, malheureusement, le vent était encore plus violent, de sorte qu'après avoir tenu tête au courant aérien pendant assez longtemps pour prouver que ses efforts n'étaient pas stériles, il fut obligé de s'y abandonner.

M. Giffard se convainquit alors qu'il n'y avait rien de décisif à tenter, avant de pouvoir construire des aérostats, assez imperméables pour contenir de l'hydrogène pur sans déperdition ; et c'est pour arriver à la solution de ce problème qu'il se lança dans la construction de ces ballons captifs dont nous ne parlerons pas maintenant pour ne pas interrompre notre revue des essais de ballons dirigeables.

* *

L'application de la vapeur à l'aérostation, qui parut en France si audacieuse, n'était cependant point une chose nouvelle, l'Amérique en avait eu la primeur dès 1843, par la construction d'une machine aérienne, qu'un M. Henson prétendait utiliser au transport des voyageurs et des marchandises.

Il est vrai que les résultats en furent si peu éclatants qu'elle ne préoccupa guère l'opinion publique de ce côté de l'Atlantique.

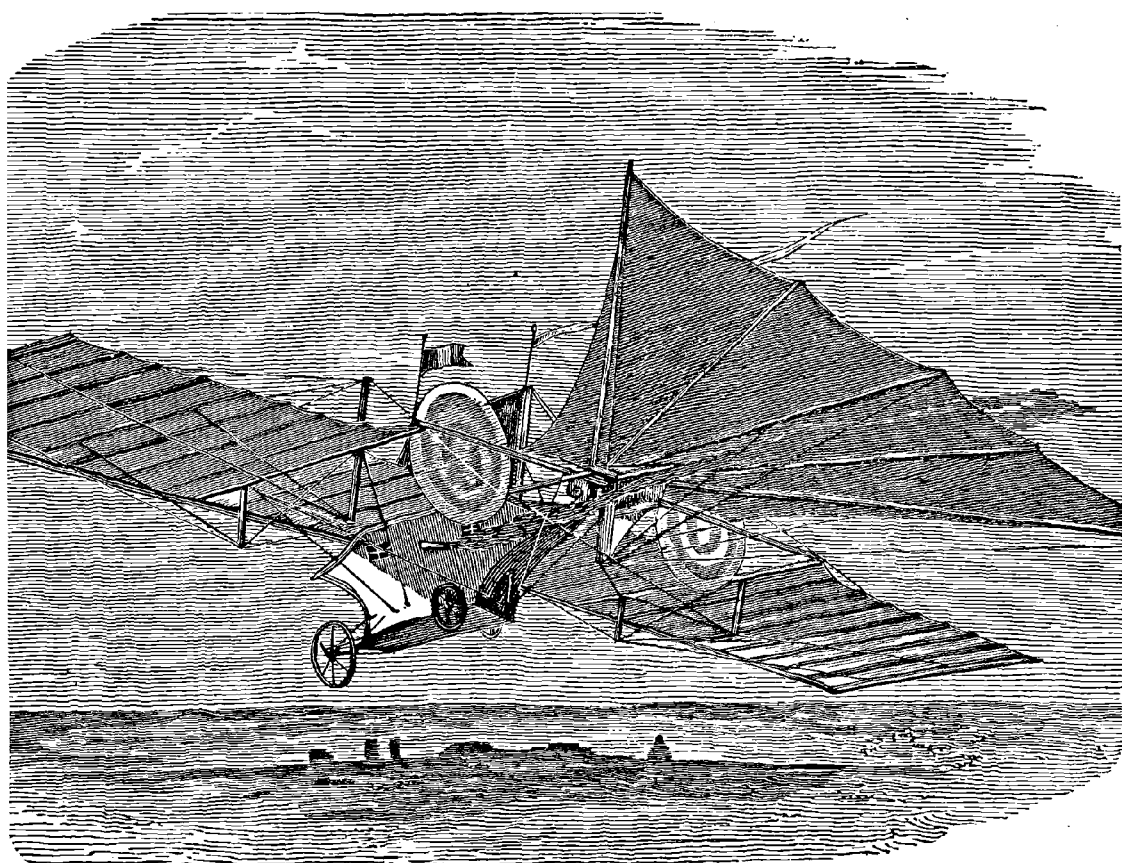
Nous dirons pourtant quelques mots de cette machine, dont nous avons trouvé un dessin dans un journal du temps.

Elle se composait, comme on le verra par ce dessin que nous reproduisons, d'un

châssis en bois de cinquante mètres de long sur dix de large, disposé en plan incliné et recouvert d'une étoffe de soie, posée par bandes longitudinales, de façon à représenter une immense aile de moulin, mais sans jointures, sans articulations ; le mouvement devant seulement se produire parce qu'un

côté de cet appareil se trouvait plus élevé que l'autre au moyen d'un double plancher fixé à des mâts et recouvrant la partie arrière.

Vers le milieu de la partie inférieure, destinée à être l'avant du navire aérien, s'élevait une voile triangulaire articulée comme les ailes d'une chauve-souris.



Machine aérostatique de M. Henson.

Cette voile, de quinze à seize mètres de longueur, faisait office de gouvernail et était manœuvrée par une barre à pivot placée dans l'intérieur de la voiture nacelle, c'est-à-dire sous la main du pilote.

Car la plus grande curiosité de cette machine, qui, d'ailleurs, ne ressemblait en rien à un ballon, c'est qu'elle portait au-dessous de son châssis une véritable voiture disposée pour recevoir voyageurs et marchandises

et munie de roues, probablement pour amortir l'effet de la réaction au moment de toucher terre, mais aussi dans un autre but qu'on s'expliquera tout à l'heure.

Cette voiture renfermait aussi le moteur, machine à vapeur très légère (elle ne pesait que 600 livres), relativement à sa force de 20 chevaux.

Cette machine, qui actionnait deux grandes roues à vanes de 7 mètres de diamètre,

disposées comme celles d'un moulin à eau, et placées verticalement de chaque côté du gouvernail, était d'une construction particulière et il faut reconnaître que le générateur et le conducteur étaient aussi nouveaux qu'ingénieux.

Le premier se composait d'une cinquantaine de cônes tronqués, renversés et disposés au-dessus et tout à l'entour du foyer, dont ils absorbaient ainsi tout le calorique en préservant du contact les matières inflammables.

Le condensateur était formé d'un certain nombre de petits tubes exposés au courant d'air produit par le mouvement de la machine.

Dans l'esprit de l'inventeur, ce moteur, fort bien compris, n'était pourtant qu'un accessoire.

Se basant sur ce que son appareil, ne pesant en tout que 1.800 kilogrammes, pour une superficie totale de 1.500 mètres carrés, était proportionnellement plus léger que beaucoup d'oiseaux ; il comptait qu'il pourrait se mouvoir seul, lorsqu'il aurait acquis assez d'élan.

Pour cela il lui fallait une espèce d'embarcadère, aussi élevé que possible, disposé en plan incliné d'où il lançait sa machine dans l'espace.

C'est pourquoi il fallait des roues à la voiture.

La machine, une fois lancée, devait acquérir par la descente, la vitesse nécessaire pour se soutenir dans l'atmosphère pendant le reste du voyage.

Seulement, comme la résistance qu'elle rencontrerait dans l'air ralentirait progressivement cette vitesse, il avait ajouté à son appareil la machine à vapeur qui devait renouveler le mouvement.

Malheureusement, si tout cela était parfaitement combiné sur le papier, il se rencontra tant d'obstacles à l'exécution que la machine Henson ne remplit point le but pour lequel elle avait été créée.

Revenons maintenant en France où les succès relatifs du ballon Giffard avaient fait éclore la société française des aéroscaphes, fondée dans le but de prouver la possibilité de la direction des ballons, et qui, pour prêcher d'exemple, exposait un appareil très ingénieux, construit, en petit par M. Charvin, et s'adressait, par voie de prospectus, à l'initiative privée, pour réunir les ressources nécessaires à le construire en grand et à l'expérimenter publiquement.

Le meilleur moyen de faire connaître cet aéroscaphe est de reproduire ici le prospectus, qui exposait ainsi les principes d'après lesquels un aérostat peut être dirigeable :

« 1° La faculté de pouvoir, à volonté et sans perte de gaz, modifier en plus ou en moins le rapport de son poids spécifique à celui du milieu ambiant déplacé, ce qui permettra de monter et descendre à volonté.

« 2° La faculté de pouvoir à volonté déplacer son centre de gravité pour prendre, par rapport au plan normal de statique, tels plans inclinés que comporteront les besoins de descente ou d'ascension.

« Nous croyons devoir insister sur ce que la réunion de ces deux conditions suffirait à elle seule pour déterminer la progression forcée d'un aérostat dans une direction voulue.

« 3° La faculté de pouvoir, à volonté, soit que l'on marche en avant ou en arrière, opérer dans la masse atmosphérique, même contre le vent s'il y a lieu, et antérieurement à la marche de l'aérostat, une rupture d'équilibre suffisante pour faire résulter un effet utile de la pression qui reste constante dans les autres points du milieu.

« 4° La solidarité intime de la nacelle et de l'aérostat afin qu'il ne se produise pas à la marche des résistances qui useraient inutilement partie de la force de progression déployée.

« Pour l'obtenir au plus haut degré possible, nous avons placé la nacelle au dedans de l'aérostat même, entre les parties de ballon qui le composent.

« 5° Afin de présenter toute la sécurité désirable, l'aérostat sera divisé en plusieurs compartiments de sorte qu'une rupture, un accident quelconque de l'enveloppe, n'agissant que sur une partie, ne puisse compromettre l'ensemble.

« 6° Une enveloppe le moins possible perméable au gaz, afin de n'en pas permettre la déperdition.

« 7° Des soupapes de sûreté.

« 8° Des propulseurs latéraux, indépendants les uns des autres, afin qu'en arrêtant ceux d'un côté, sans que ceux de l'autre cessent de fonctionner, on puisse obtenir même des conversions de l'aérostat sur lui-même ou des changements de direction dans des angles prononcés.

« Ils auront, en outre, pour objet de le soustraire aux effets du vent qui le prendrait en flanc, car ils feront dévier son action selon les tangentes de leur rotation.

« 9° La faculté de se mouvoir, à volonté, soit en avant, soit en arrière, sans qu'on soit obligé de virer de bord.

« Ce qui, de plus, combiné avec les conditions 1 et 2, rendra efficacement maître de la descente à un point donné. A cette fin, les extrémités de l'aérostat seront conformes mais symétriques.

« 10° La forme de l'aérostat sera un ellipsoïde allongé. C'est celle qui laissera le moins de prise au vent, quelle que soit la direction d'où il vienne; dans le même but, il sera recouvert d'une légère carapace en alumium.

« 11° A chacune des extrémités et de chaque côté seront des gouvernails pour les changements de direction par légères inflexions.

« Ils seront de plus susceptibles de fonctionner dans un plan horizontal ou vertical, à volonté, afin que, selon les besoins, ils puissent ne pas présenter de surface au vent, ou, après action, être facilement ramenés au point de départ sans produire de réaction sur l'aérostat.

« 12° Des voiles triangulaires seront symé-

triquement disposées dans l'axe du centre de gravité de l'appareil. Elles s'enrouleront sur leurs vergues comme des stores et concourront, selon les circonstances, soit à la marche, soit à la direction de l'aérostat, d'après le calcul de la surface de toile laissée en prise au vent.

13° Dans la partie destinée à l'installation du matériel ou des voyageurs, il est d'urgence que les fenêtres soient mobiles sur pivot, de sorte que l'on puisse avoir de l'air à volonté, sans que celui-ci ne vienne à s'engouffrer dans l'appareil et faire résistance à la marche, c'est-à-dire absorber inutilement partie de la force déployée.

« 14° Des sièges suspendus en conséquence permettront aux voyageurs de se maintenir dans la perpendiculaire, malgré les plans inclinés que pourra prendre l'aérostat.

« 15° Pour plus de sécurité, des paratonnerres seront disposés de manière à pouvoir sutirer et déperdre le fluide électrique dont pourraient être chargés les milieux qu'on aura à traverser. »

Toutes ces promesses devaient être réalisées par l'aéroscaphe Charvin et il en aurait certainement tenu une grande partie s'il avait été pourvu d'un moteur.

Malheureusement, malgré les sollicitations de l'inventeur, qui demandait le concours patriotique de tous les gens éclairés et amis du progrès, le prospectus ne réussit pas et l'aéroscaphe Charvin resta sur le papier, malgré ses côtés pratiques; et il ne se produisit pas d'autres tentatives de direction aérostatique, avant 1866, époque à laquelle M. Delamarne fit au Jardin du Luxembourg des expériences fort peu concluantes.

Son système n'avait rien de neuf, du reste, puis qu'il se composait d'un ballon ordinaire gonflé de gaz hydrogène pur et mû par des rames disposées en hélice.

M. Delamarne avait annoncé qu'avec son mécanisme directeur, il se faisait fort de décrire un cercle dans les airs, mais son

ballon s'enleva péniblement et n'obéit point du tout au jeu des hélices.

L'expérience renouvelée sur l'Esplanade des Invalides amena la destruction de l'aérostat qui fut déchiré au moment du départ par une hélice qui s'était accrochée dans l'étoffe.

Pendant le siège de Paris, l'idée de la direction des ballons fut reprise avec d'autant plus d'énergie que la nécessité l'imposait. De nombreux projets furent soumis au gouvernement de la Défense et à l'académie des sciences; un seul attira leur attention, il est vrai qu'il avait pour auteur M. Dupuy de Lôme, l'illustre ingénieur qui avait construit tant et de si beaux navires maritimes qu'il ne devait point être embarrassé pour ordonner un navire aérien.

Un crédit de 40,000 francs lui fut ouvert en octobre 1870, pour mettre à exécution l'aérostat qu'il avait projeté et dont notre gravure reproduit le plan, mais il n'eut pas le temps de le construire, de sorte que sur les 64 ballons qui s'élevèrent de Paris pendant le siège, un seul, lancé par l'amiral Labrousse, le 9 janvier 1871, de la gare d'Orléans, eut la prétention de pouvoir se diriger.

Prétention non justifiée, d'ailleurs, et qui ne pouvait pas l'être, car, non seulement ce ballon était sphérique, c'est-à-dire mathématiquement indirigeable, mais il n'avait pas d'autre moteur qu'une hélice, mise en action par quatre marins, qui ne produisit aucun effet dans l'atmosphère.

Cependant, M. Dupuy de Lôme n'avait pas abandonné son projet, il avait, au contraire, modifié et perfectionné son plan, et il put faire une expérience le 2 février 1872, partant du fort de Vincennes avec treize autres personnes, dont huit hommes de manœuvre se relayant pour faire mouvoir l'hélice

Et pourtant, l'aérostat, affectant à peu près la même forme que le ballon Giffard (la seule pratique d'ailleurs, au point de vue de la di-

rection), ne cubait que 3.500 mètres; il est vrai qu'il était gonflé avec de l'hydrogène pur, ce qui augmentait considérablement sa force ascensionnelle.

Comme le ballon Giffard, il avait gouvernail et hélice propulsive, mais cette hélice, mue à bras d'hommes, était insuffisante pour imprimer à l'aérostat une vitesse propre, capable de s'opposer à celle du vent.

L'expérience réussit à moitié parce que l'air était très calme, mais ne fit que confirmer les succès déjà obtenus par M. Giffard, ce qui permet de conclure que le résultat eût été tout autre si l'aérostat avait été plus grand, plus allongé et surtout pourvu d'un moteur à vapeur qui aurait donné à l'hélice une vitesse cinq ou six fois plus grande.

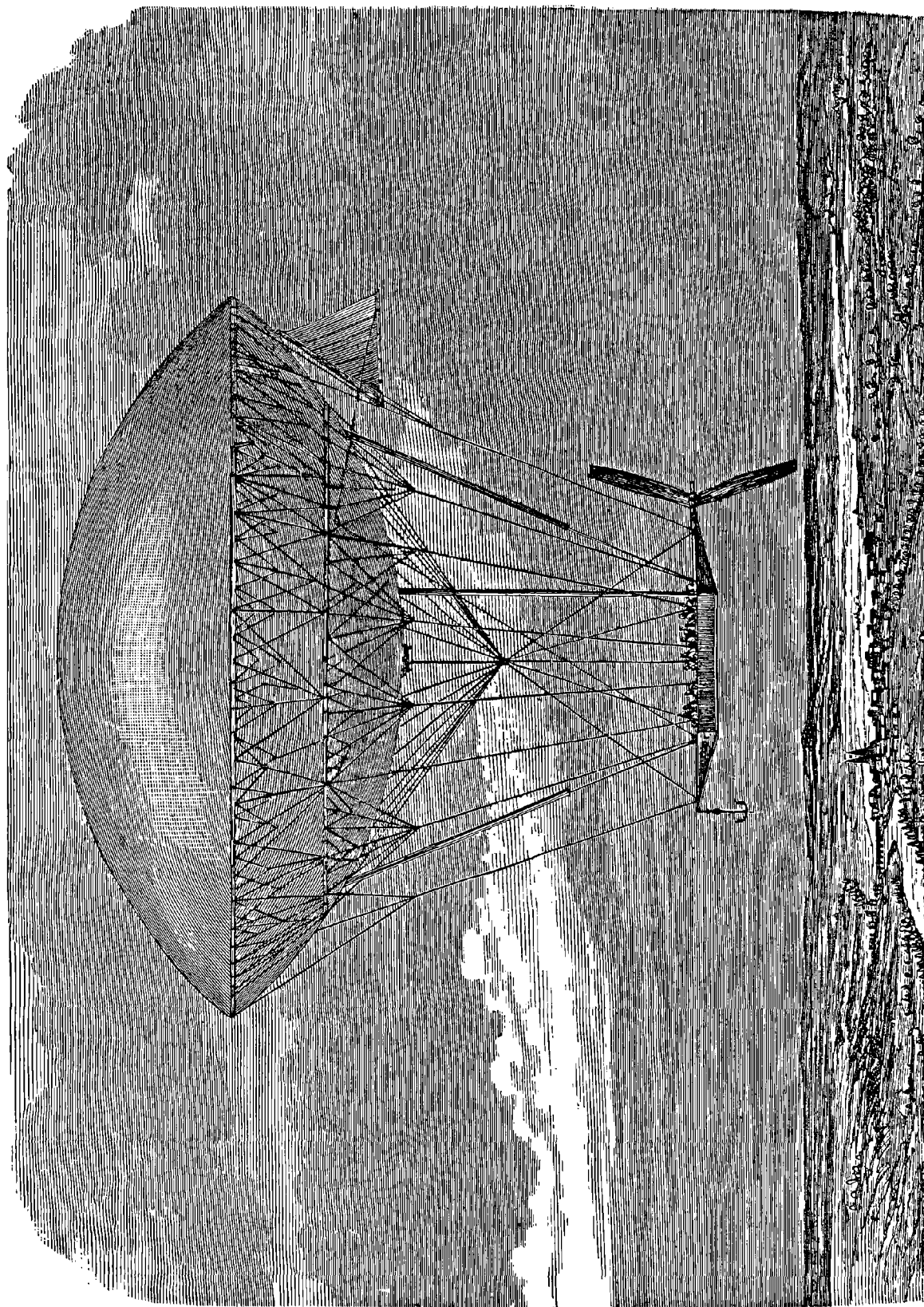
De ce jour, comme si la question était résolue (et cela pourrait être en effet), on n'entendit plus parler en France de navigation aérienne, au moyen de ballons, jusqu'à ces temps derniers où M. Debayoux a fait, en petit malheureusement (à la mairie du 14^e arrondissement de Paris), des expériences fort intéressantes et, d'ailleurs, fort suivies, de direction de ballon, au moyen d'un appareil de son invention qui a la forme d'un cylindre horizontal se terminant par deux calottes sphériques.

Ce nouvel aérostat ne cherche pas son point d'appui dans l'air, au contraire, il le chasse au moyen d'un moulinet tournant rapidement de façon à rompre l'équilibre atmosphérique et à exercer, dans le sens opposé au moulinet, une pression qui pousse sans cesse l'aérostat en avant.

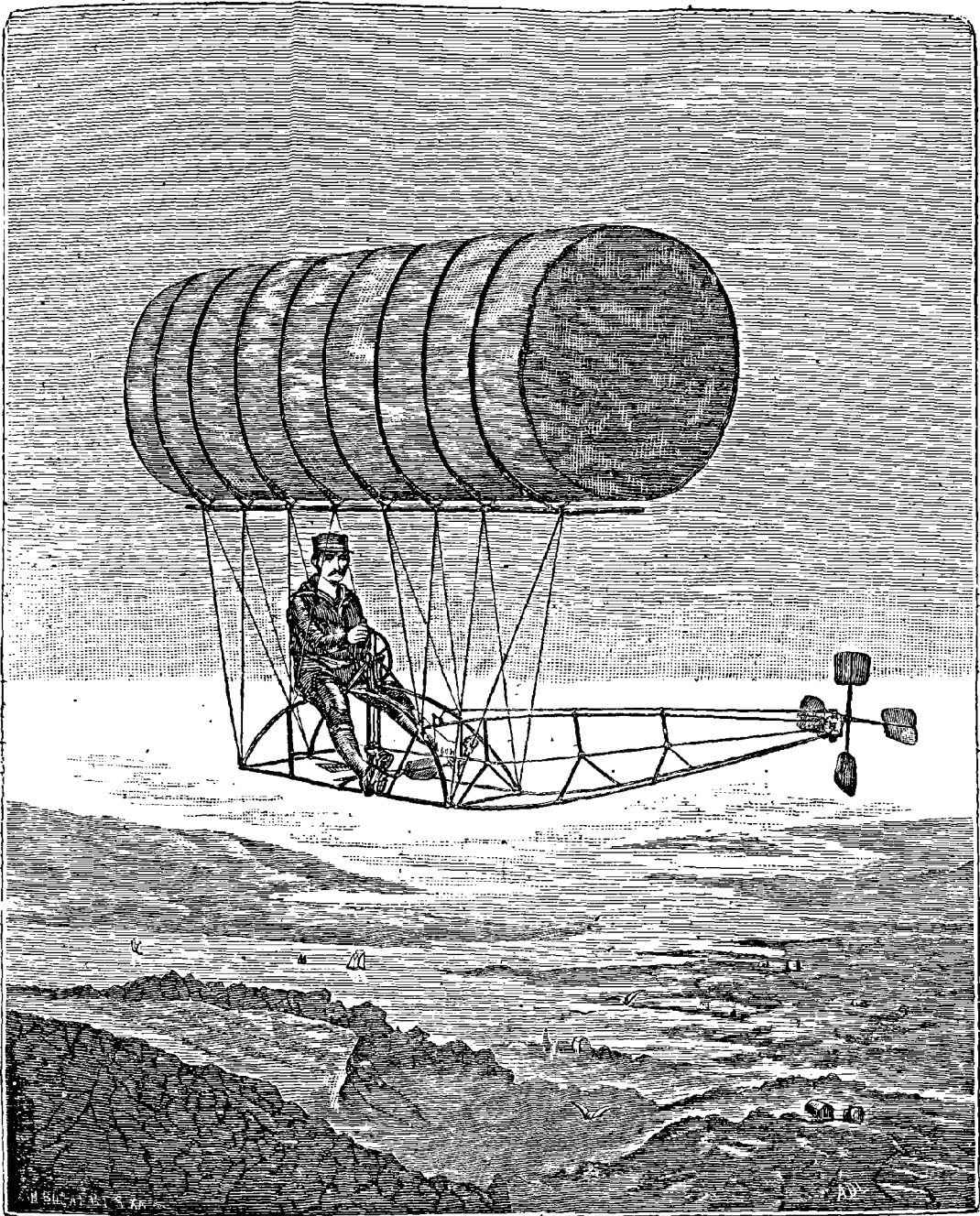
Ce principe implique nécessairement un moteur; or, le moteur n'étant pas encore trouvé... du moins pour des expériences en grand et dans des régions élevées... la question est toujours au même point.

Au cours de cette nomenclature de systèmes et de procédés, nous n'avons point étudié les inventions des partisans du « plus lourd que l'air, » d'abord, parce qu'en dehors de quelques modèles de petites dimen-

LE MONDE INDUSTRIEL



Ascension de M. Dupuy de Lôme. (2 février 1872.)



Aérostat du professeur américain Ritchell.

sions, hélicoptères, aéroplanes ou oiseaux
mécaniques qui sont des jouets fort
ingénieux, elles n'ont point quitté la
Liv. 31.

théorie pour entrer dans la pratique.
Ensuite, parce que partant d'un principe
diamétralement opposé à celui des aérostats

elles ne doivent pas avoir de place ici.

Mais si notre pays n'a rien produit de nouveau en aérostation depuis dix ans, il n'en est pas de même de l'étranger.

En 1873, l'Institut des sciences de Lombardie accordait au professeur Cordenons, du lycée de Rovigo, un subside pour l'aider à construire un aéronef de son invention, qui a été expérimenté dans des conditions heureuses, mais peu décisives cependant.

Ce ballon, qui affecte à peu près la forme de ceux de MM. Giffard et Dupuy de Lôme, a sur eux l'avantage que son hélice fait partie intégrante de l'aérostat, composé de deux parties semi-ellipsoïdales, soudées ensemble et enveloppant l'arbre creux qui va de poupe en proue et porte à son extrémité l'hélice propulsive.

Cet arbre, en communication avec le moteur installé dans la nacelle, sert de point d'appui à ladite nacelle, suspendue à ses deux extrémités, et vers le centre à une toile de revêtement supérieur, à peu près comme le plateau d'une balance.

Le moteur se compose d'une machine à gaz ammoniac, qui est enmagasiné liquide dans un vase *ad hoc*, et qu'un tube en caoutchouc conduit à la proue où, produisant le même effet que la vapeur d'eau, il agit sur les pistons de deux cylindres qui mettent en mouvement l'arbre de l'hélice, par l'intermédiaire d'une manivelle à angle droit.

La nacelle, pourvue d'un gouvernail, possède aussi un treuil sur lequel on peut enrouler une corde partant de la proue de l'aérostat, de façon à pouvoir diriger la machine vers le haut ou vers le bas; et surtout pour permettre d'amener la proue à portée de la nacelle d'où l'on peut alors, si besoin est, graisser ou réparer la machine motrice de l'hélice.

Cet ensemble de combinaisons est très ingénieux en théorie, mais il n'a encore fonctionné qu'avec l'aide d'un courant d'air favorable.

Dans le même cas est le curieux ballon du professeur américain Ritchell, expérimenté à Hartford (dans le Connecticut) le 12 juin 1878.

Cet appareil, qui a relativement réussi, se compose d'un ballon cylindrique de huit mètres de longueur sur trois de diamètre, gonflé à l'hydrogène pur et cerclé de bandes, qui soutiennent une barre de fer placée horizontalement dans l'axe du ballon et à laquelle est suspendu le moteur, c'est-à-dire une hélice; placée tout à fait à l'avant et mise en mouvement par un mécanisme, qui rappelle exactement celui du vélocipède; d'autant que l'aéronaute est à cheval dessus, et que c'est avec ses pieds qu'il fait mouvoir les pédales qui actionnent l'hélice.

Mais ses mains ne sont pas non plus inactives, car il doit les employer à tourner une manivelle qui fait office de gouvernail, pour diriger le ballon à droite ou à gauche.

L'expérience d'Hartford a réussi comme nous l'avons dit, mais elle n'est pas absolument concluante, car l'aéronaute ne s'est guère élevé qu'à 200 mètres, et il est permis de croire que, s'il a manœuvré son ballon avec un certain succès, à l'aide de son vélocipède, c'est que le temps était remarquablement calme et le vent absolument nul.

Et d'ailleurs, si l'inventeur avait été complètement satisfait de son épreuve, il n'aurait pas manqué de la renouveler, avec accompagnement de la grosse caisse qu'on manie si bien en Amérique.

* *

Tel est le bilan, presque négatif, de la navigation aérienne, depuis son origine jusqu'à nos jours, sauf erreur ou omissions, comme on dit en banque, car nous oublions vraisemblablement quelques systèmes; il s'en est tant produit, sur le papier! mais comme, en général, ils n'ont rien prouvé, cela n'a qu'un médiocre inconvénient.

* Ce n'est pas à dire, pour cela, que nous

considérons la direction des ballons comme impossible.

Loin de là, nous partageons au contraire l'opinion de M. Gaston Tissandier, qui a acheté son expérience dans la matière par de nombreuses excursions scientifiques ; et nous croyons que le principe de la navigation aérienne a été trouvé par M. Giffard et qu'il ne reste plus qu'à appliquer ses procédés en grand pour obtenir des résultats certains.

Et comme conclusion de ce chapitre nous citerons la réponse que M. Tissandier fait dans ses *Notions sur les ballons* aux objections des pessimistes.

« Les ballons, a-t-on entendu dire bien souvent, ne peuvent pas se diriger dans l'air parce qu'ils ne trouvent pas de points d'appui. Rien n'est plus contraire à la vérité. En effet, un ballon immergé dans l'atmosphère peut être assimilé à un bateau sous-marin entièrement immergé dans l'eau. Personne ne met en doute qu'un bateau sous-marin, muni d'un puissant moteur et d'une hélice, ne puisse facilement remonter des courants océaniques.

« Le ballon allongé remontera de même des courants aériens, si la vitesse de ceux-ci est inférieure à celle que l'appareil recevra de son moteur. Il est vrai que les courants aériens, que les vents en un mot, atteignant parfois des vitesses considérables qui dépassent 20 mètres et même 30 mètres à la seconde, nous ne prétendons pas que, dans ces conditions atmosphériques, généralement rares, le navire aérien puisse se diriger dans tous les sens.

« Mais s'il a une vitesse propre de 10 mètres ou 12 mètres à la seconde, il lui sera possible, même dans ces circonstances défavorables, de se dévier sensiblement de la ligne du vent et de se diriger par conséquent, sinon en suivant une route droite, au moins en décrivant une série de zigzags.

« La question du point d'appui est étrangère à cette insuffisance relative dans cer-

taines conditions. — Le navire aérien pourvu d'un moteur trouve son point d'appui dans l'air même, comme le navire sous-marin le trouve dans l'eau. — Les deux cas sont comparables entre eux. La seule différence qu'on y constate est celle qui se rapporte à la densité des milieux ; mais dès l'instant que nous avons l'aréostat qui flotte dans l'air, nous pouvons le diriger dans l'air de la même façon que le navire sous-marin, flottant dans l'eau, peut se diriger dans l'eau.

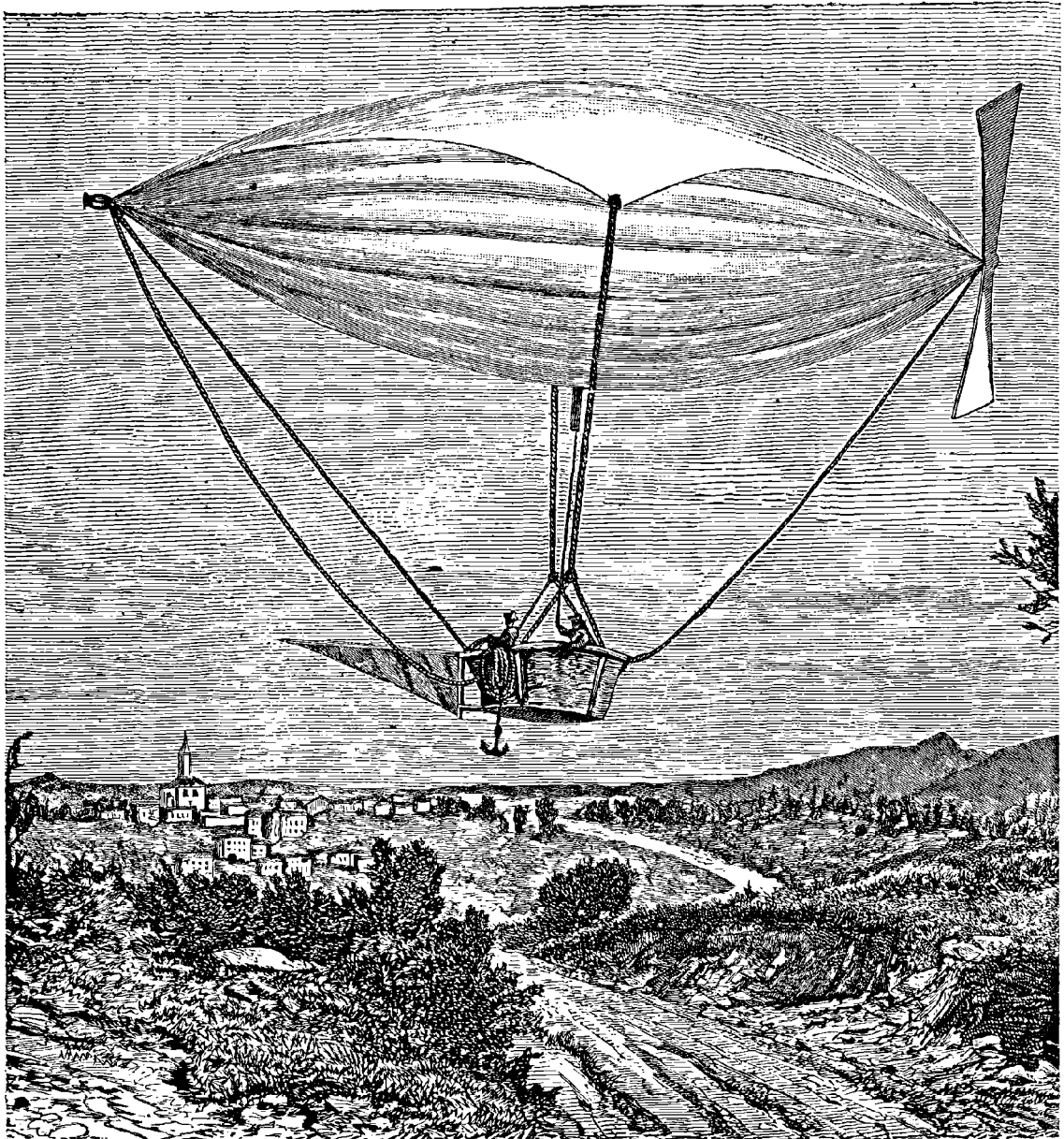
« Les aérostats allongés, dit-on quelquefois encore, doivent atteindre de très grandes proportions : en théorie, cela est facile de les concevoir, mais est-il bien possible de les construire en pratique ?

« Nous répondrons à ceci : M. Giffard a construit des ballons imperméables gonflés à l'hydrogène pur et cubant jusqu'à 12,000 mètres cubes. Il les a faits de forme ronde, parce qu'il les destinait à des excursions captives, mais il n'y avait qu'à modifier la coupe de l'étoffe pour leur donner une forme allongée. Il n'est pas un instant permis de mettre en doute aujourd'hui la possibilité de construire un navire aérien de 20,000, de 30,000 mètres cubes et même plus, cela est absolument démontré par l'expérience. Dans ces conditions la machine motrice que l'on enlèverait pourrait atteindre le poids de quelques milliers de kilogrammes. Elle serait d'une puissance considérable, et sans donner ici des chiffres que tout le monde peut calculer et vérifier, elle assurerait facilement à l'aérostat une vitesse propre de 8 à 12 mètres par seconde.

Ce navire aérien se dirigerait d'une façon absolue, au milieu de courants aériens de vitesse moyenne, c'est-à-dire plusieurs mois dans l'année. Nous ajouterons qu'il y a dans de telles constructions des difficultés sérieuses — cela est incontestable — mais elles ne sont pas de nature à apporter, en aucune façon des obstacles insurmontables.

« Parmi les autres objections nous en

citerons quelques-unes qui traitent des questions secondaires : « Le moteur à va- | peur, dit-on, brûlera constamment du char-
bon qui se perdra dans l'atmosphère sous



Aérostât du professeur italien Cordenons.

forme de gaz acide carbonique, oxyde de carbone, produits de la combustion. Le navire aérien perdra constamment de son poids. » Cela est vrai, mais on peut atténuer | cet inconvénient en utilisant comme combustible l'hydrogène contenu dans l'aérostât et que l'on serait obligé de perdre pour éviter l'ascension du navire aérien ; on peut

condenser la vapeur d'eau de la chaudière pour n'en perdre que des quantités insignifiantes, etc.

« Quoi qu'il en soit, le navire aérien ne fonctionnera dans l'air que pendant un temps limité; mais ce temps sera assez considérable pour entreprendre pendant douze ou vingt-quatre heures même, des voyages importants.

« Pour des pérégrinations au long cours, il est évidemment nécessaire d'envisager la construction de ports d'atterrissage où le navire aérien s'approvisionnera tout à la fois d'hydrogène et de charbon. Mais ne dépassons pas le présent au delà de toute mesure et contentons-nous d'avoir démontré la possibilité de construire,

avec les ressources actuelles, un navire aérien capable d'être dirigé dans tous les sens par un temps relativement calme et pendant une durée de quelques heures. Oui, nous le répétons avec une conviction profonde et sur la foi des expériences déjà faites, une telle construction peut être

exécutée dès à présent, quand on le voudra.

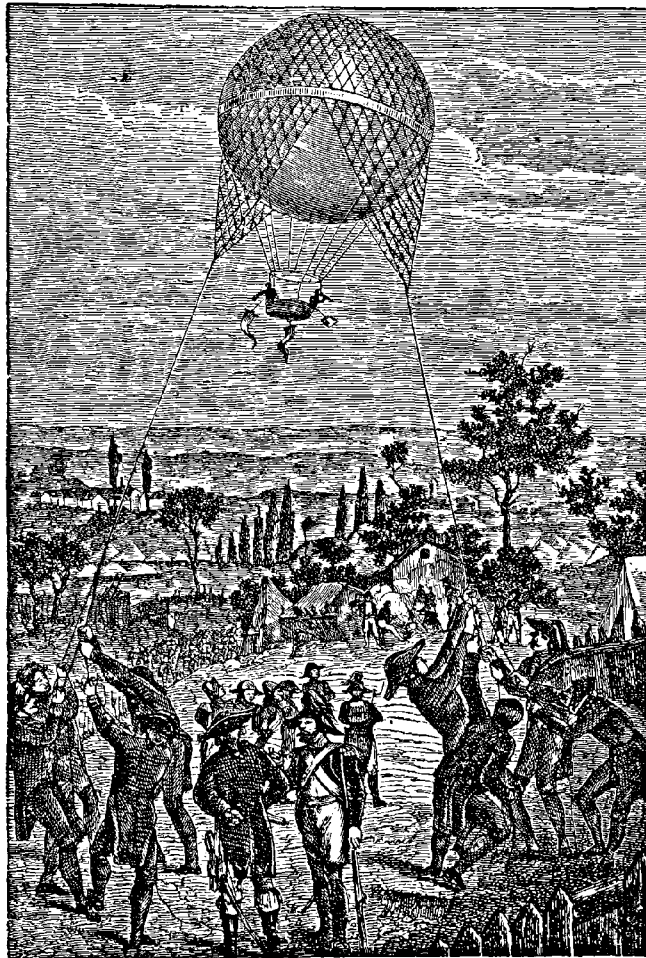
« Ici nous serons conduit à une dernière objection que le lecteur ne manque certainement pas de se faire : « Pourquoi la construction d'un navire aérien dirigeable ne s'exécute-t-elle pas puisque cela est possible?

« Parce que, répondrons-nous, elle nécessite la dépense de quelques centaines de mille francs, en comprenant les frais d'inévitables tâtonnements, d'essais préliminaires, etc.

« Il est très facile de trouver des capitaux pour des entreprises commerciales ou industrielles dont les bénéfices sont assurés; mais le premier navire aérien ne pourra être qu'un appareil de démonstration scientifique, et il faut cependant qu'il coûte très cher, parce qu'il est indis-

pensable qu'il soit très volumineux.

« On ne peut pas le construire sur un petit modèle comme le premier bateau à vapeur de Fulton; il faut qu'il naisse Léviathan, il faut qu'il contienne 30,000 francs d'hydrogène pur dans ses flancs, formés de 40,000 francs de tissus; il faut qu'il



Le ballon de Coutelle, à la bataille de Fleurus.

enlève un moteur d'un prix très élevé ; s'il est en effet de dimensions modestes, s'il ne cube que 2,000 ou 3,000 mètres comme les ballons ordinaires, il sera condamné à l'impuissance.

« Voilà l'objection sérieuse, voilà ce qui arrête la construction d'un navire aérien. Mais là où il n'y a plus qu'affaire d'argent, on peut raisonnablement dire qu'il n'y a pas d'impossibilité. »

UTILITÉ DES BALLONS.

A quoi peuvent servir les ballons ? demandait-on à Franklin, à l'époque des premiers essais de Montgolfier.

— A quoi sert l'enfant qui vient de naître ? répondit l'illustre Américain.

Aujourd'hui l'enfant a un siècle révolu, mais, comme il sort à peine de ses langes (il y a des croissances si difficiles !), on n'a pu lui demander encore de grandes choses ; d'autant que c'est un enfant terrible, qui s'est d'abord tellement galvaudé à se donner en spectacle qu'on n'osait pas trop le prendre au sérieux.

Et pourtant il en a accompli déjà de très utiles, ne serait-ce que pendant notre désastreuse guerre de 1870-71, où Paris assiégé, séparé du reste de la France par une muraille de bayonnettes prussiennes, put, grâce à lui, donner de ses nouvelles à la France anxieuse.

C'est d'ailleurs la plus fructueuse application qu'on ait encore faite des ballons, mais leurs états de services remontent à plus haut que cela.

Dès 1793, la Révolution qui avait besoin de tout utiliser : les hommes et les choses, les employa comme machines de guerre, pour observer les positions et dénoncer les mouvements des armées ennemies.

Une compagnie d'aéroliers fut créée sous la direction de Coutelle, qui eut à peu près carte blanche pour la construction des ballons nécessaires, à la seule condition qu'il

ferait pour les gonfler, de l'hydrogène sans acide sulfurique, parce que le soufre, alors très rare, devait être réservé pour la fabrication de la poudre.

Coutelle, physicien de mérite, mit en pratique le procédé que Lavoisier venait de découvrir pour la production de l'hydrogène, au moyen de la décomposition de l'eau par l'action du fer chauffé au rouge ; et ses expériences avec un ballon de 9 mètres de diamètre, qui fut nommé l'*Entreprenant*, ayant réussi il fut envoyé avec sa compagnie à l'armée de Sambre et Meuse dont le général Jourdan venait de recevoir le commandement.

Dire que Jourdan le reçut avec enthousiasme serait exagéré, car il craignait que les expériences réitérées du ballon, les exercices des aéroliers, dont l'éducation pratique n'était encore qu'ébauchée, n'amussent trop ses soldats ; mais les renseignements exacts que lui fournit Coutelle, pendant la défense de Maubeuge où il faisait deux ascensions captives par jour, vainquirent ses répugnances et le décidèrent à utiliser ses services, qui furent surtout très signalés à l'attaque de Charleroy et à la bataille de Fleurus.

« Certainement, a écrit lui-même Coutelle, ce n'est pas l'aérostat qui nous a fait gagner la bataille ; cependant je dois dire qu'il gênait beaucoup les Autrichiens, qui croyaient ne pouvoir faire un pas sans être aperçus, et que, de notre côté, l'armée voyait avec plaisir cette arme inconnue qui lui donnait confiance et gaieté. »

Moins modeste que Coutelle, l'histoire peut dire que le concours de l'*Entreprenant*, planant dans l'air à cinq cents mètres du sol, et dirigé partout où il le fallait, par deux équipes d'aéroliers maintenant les câbles conducteurs, eut une influence considérable sur le sort de la journée, car, grâce à lui, le général en chef, avisé à chaque instant des mouvements de l'ennemi, put les prévenir et porter ses forces à point nommé là

où il le fallait; pour décider la victoire.

Ce succès fut le seul des ballons militaires, Hochen'ayant pas voulu, après quelques tentatives avortées, quelques accidents même, conserver près de lui le corps des aérostiers qui l'avait suivi au siège de Mayence.

La compagnie de Coutelle fut licenciée; plus tard une seconde compagnie fut organisée pour prendre part à l'expédition d'Égypte, mais, les Anglais s'étant emparés du navire qui portait son matériel, elle ne put être utilisée.

Depuis lors il ne fut plus question en France de l'aérostation militaire que pendant la dernière guerre, où l'on essaya d'éclairer l'armée de la Loire avec le ballon le *Jean Bart* que dirigeait Mangin avec le grade de capitaine des aérostiers : malheureusement l'expérience se fit précisément le jour de la déroute d'Orléans et la tentative ne fut pas renouvelée.

Mais les Américains s'en servirent intelligemment pendant leur guerre de sécession; et le général Mac Clélan dut en grande partie au ballon qui planait au-dessus de l'armée ennemie, la victoire qu'il remporta devant Richmond en mai 1862.

Moins heureux avaient été les Autrichiens, dans un autre ordre d'idées d'ailleurs, lorsqu'ils avaient voulu faire usage des ballons militaires.

C'était en 1849, pendant qu'ils assiégeaient Venise : ils eurent l'idée de lancer deux cents petits ballons chargés de bombes incendiaires qui, le vent calculé, devaient tomber sur la ville, et y causer des ravages terribles.

Les ballonneaux en papier se gonflèrent fort bien, se dirigèrent parfaitement au-dessus de Venise, mais, arrivés là, ils s'élevèrent tant au lieu de descendre qu'ils furent pris par un contre-courant, qui les ramena sur le camp où les bombes tombèrent, sans causer pourtant de grands dommages.

Comme on le voit l'essai n'était pas encourageant.

Du reste, les ballons militaires ne peuvent être employés utilement que captifs et pour le service d'éclaireurs, si tant est toutefois qu'on puisse les maintenir assez haut pour qu'ils soient à l'abri des projectiles ennemis; car les perfectionnements de l'artillerie moderne remettent tout en question.

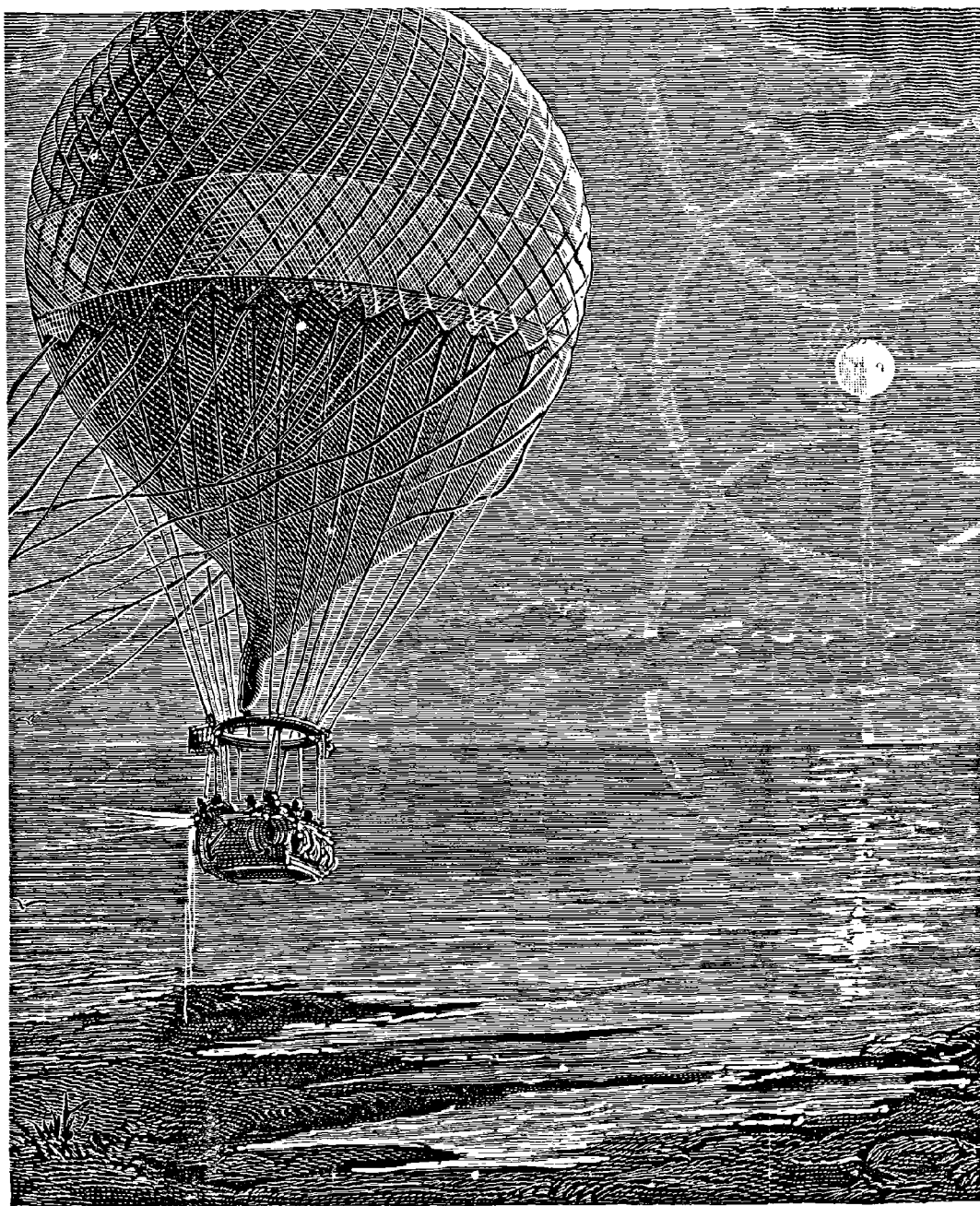
La question n'est pas abandonnée cependant, au moins dans notre pays, et il a existé, si elle n'existe encore, une commission chargée, par le ministère de la guerre, d'étudier l'aérostation militaire; à telles enseignes que M. le colonel du génie Laussedat, président de cette commission, a fait, en septembre et octobre 1875, deux ascensions pour se rendre compte par lui-même de l'étendue des terrains que l'aéronaute peut observer du haut des airs.

Il nous reste à parler de l'utilité scientifique des ballons qui, bien que plus abstraite n'échappe à personne, du moins dans l'avenir, car pour le présent, l'atmosphère, l'océan gazeux qui enveloppe notre globe et exerce sur lui tant d'influences diverses — est encore si peu connu qu'on peut toujours citer comme un programme le rapport de l'académie des sciences, après l'examen de la machine de Montgolfier.

« L'aérostat, disait ce rapport, pourra être employé dans beaucoup d'usages, dans la physique, comme pour mieux connaître les vitesses et les directions des différents vents qui soufflent dans l'atmosphère, pour s'élever jusque dans la région des nuages et y aller observer les météores. »

C'est, du reste, ce programme qu'on exécute plus ou moins, depuis l'invention des ballons, en dehors des ascensions qui n'ont pas d'autre but que de satisfaire, et même exploiter la curiosité publique. La première ascension scientifique fut faite à Hambourg, le 18 juillet 1803, par le physicien Robertson, qui s'éleva jusqu'à 7,400 mètres et fit nombre d'observations sur l'électricité et le magnétisme.

Il la renouvela bientôt en Russie, en compagnie d'un savant Moscovite du nom de Saccharoff, et les résultats qu'ils en annoncèrent, touchant l'affaiblissement de la force



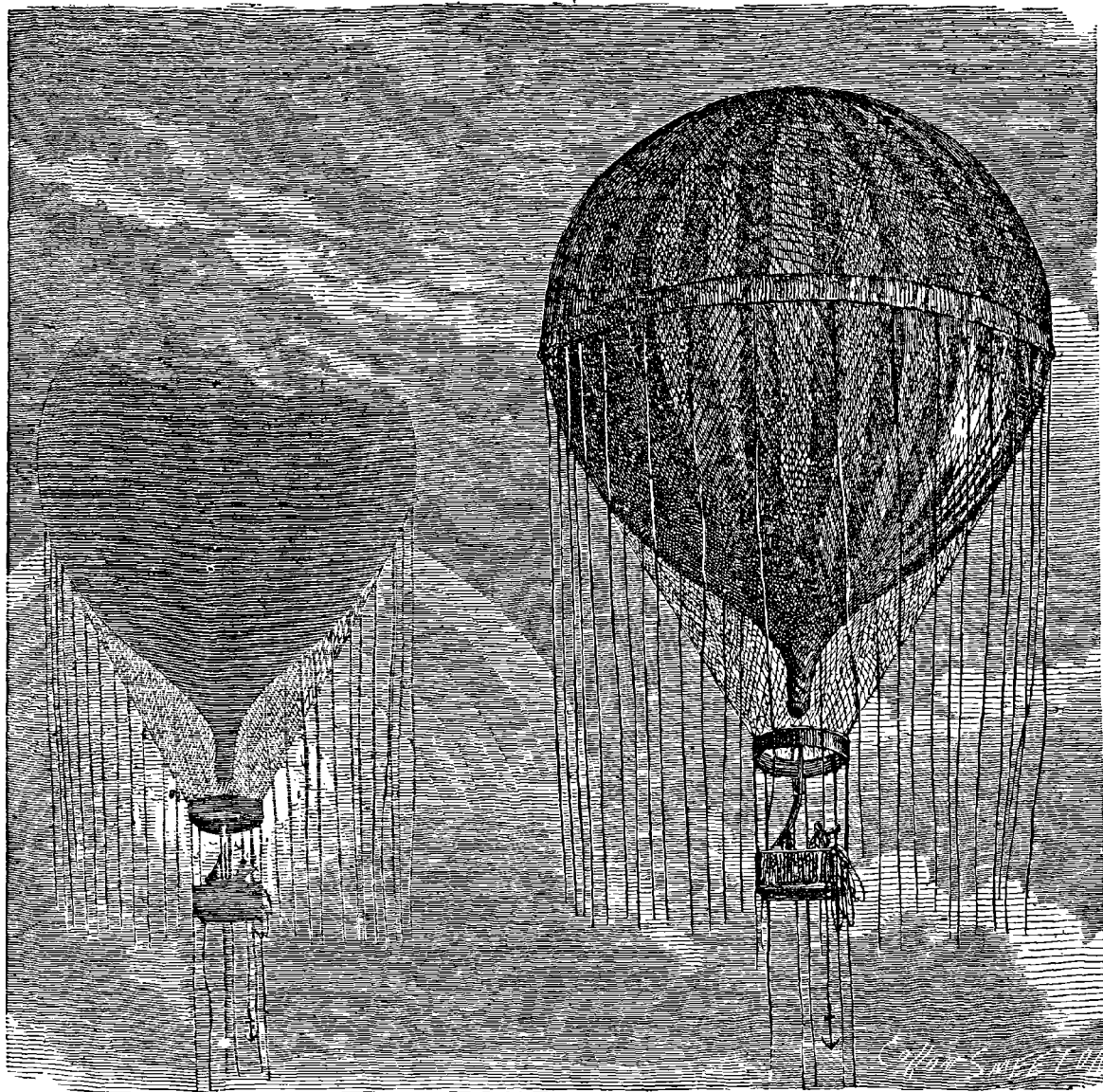
Haro lunaire observé du ballon « le Zénith »

magnétique de la terre, soulevèrent tant d'objections parmi les savants de Paris que Biot et Gay-Lussac se décidèrent à faire une ascension pour les contrôler. Ils partirent

le 24 août 1804, et constatèrent d'ailleurs que Robertson s'était trompé, et qu'à la hauteur de 4,000 mètres les oscillations de

l'aiguille aimantée étaient exactement les mêmes qu'à la surface de la terre.

Gay-Lussac voulut monter plus haut. Le



Phénomène de mirage observé par M. Flammarion.

16 septembre il entreprit seul un voyage aérien qu'il poussa jusqu'à 7,000 mètres de hauteur.

Des expériences réitérées qu'il fit pendant
Liv. 32.

six heures, il résulta : que l'action de la pile n'éprouve aucune modification dans les régions élevées de l'atmosphère, que la température décroît graduellement au fur et à

32

mesure que l'on monte, tandis qu'au contraire la sécheresse augmente. Comme si l'on avait su tout ce qu'il était utile de savoir, on fut près d'un demi-siècle sans aller demander à l'atmosphère ses secrets si peu connus ; en 1850, MM. Barral et Bixio rouvrirent la marche par deux ascensions scientifiques, M. Welsh les imita en Angleterre en 1852, puis M. Glasher en 1863 et 1864.

Depuis cette époque, il serait moins facile de compter les ascensions scientifiques tant elles se sont multipliées. MM. Tissandier, Flammarion, de Fonvieille, Dartois et autres ne redoutant point le sort de Sivel et de Crocé Spinelli, morts au champ d'honneur ; en ont fait et en font encore aussi fréquemment que possible dont les observations, se contrôlant l'une par l'autre, font avancer peu à peu le sillon creusé dans le champ de l'inconnu.

Ces observations, nous ne les relaterons pas ici parce qu'elles sont de la science pure, mais nous citerons quelques phénomènes de mirage, observés à différentes reprises, en laissant la parole aux observateurs eux-mêmes.

Écoutons d'abord M. Camille Flammarion dont le récit expliquera notre gravure :

« A notre dernière ascension (25 avril 1868) comme nous arrivions à la surface supérieure des nuages et que j'étais occupé à écrire sur mon journal de bord la marche de l'hygromètre, voilà qu'en levant les yeux, j'aperçois tout à coup devant nous un ballon semblable au nôtre, ou pour mieux dire sa partie inférieure, à laquelle était suspendue une nacelle armée d'instruments et dans cette nacelle deux voyageurs,

« J'agite la main droite ; l'un des voyageurs, dessiné en silhouette, agite la main gauche, Godard fait flotter le drapeau national ; l'ombre d'un drapeau s'agite dans l'ombre de la main de l'ombre de l'aéronaute ; il verse au lest, l'ombre du lest s'écoule au-dessous de l'ombre de la nacelle. Nous distinguons jusqu'aux moindres détails, jus-

qu'à l'ancre suspendue, jusqu'aux cordes et aux ficelles, car le ballon imaginaire paraissait planer à moins de trente mètres de nous.

« Ce n'était pas là un mirage, mais simplement l'ombre de notre aérostat. En me retournant, je vis le soleil diamétralement à l'opposite, qui apparaissait comme une hostie lumineusement blanche, sans éclat.

« Des cercles concentriques, de diverses nuances, se succédaient autour de la nacelle. D'abord au centre un fond jaune blanc, sur lequel les objets ressortent en gris foncé. Puis un cercle bleu pâle. Autour un anneau jaune, puis une zone rouge-gris, et enfin, comme circonférence extérieure, une légère nuance de violet se fondant insensiblement dans la tonalité grise des nuages. »

M. Gaston Tissandier a eu l'occasion d'observer ce phénomène plusieurs fois et même de façon plus complète, notamment dans son ascension du 8 juin 1872.

« Au moment où nous redescendions, dit-il, dans l'*Histoire de ses ascensions* ; un phénomène d'optique, analogue au spectre d'*Ulloa*, s'est offert à nos yeux.

« Le ballon avait dépassé les beaux cumulus blancs qui s'étendaient horizontalement dans l'atmosphère ; nous planons au-dessus d'un vaste nuage, le soleil y projette l'ombre assez confuse de l'aérostat, qui nous apparaît entouré d'une auréole aux sept couleurs de l'arc-en-ciel. A peine avons-nous le temps de considérer ce premier phénomène, que nous descendons de 50 mètres environ. Nous passons à côté du cumulus qui s'étend près de notre nacelle et forme un écran d'une blancheur éblouissante dont la hauteur n'a certainement pas moins de 70 à 80 mètres.

« L'ombre du ballon s'y découpe, cette fois en une grande tache noire et s'y projette à peu près en vraie grandeur. Les moindres détails de la nacelle, l'ancre, les cordages sont dessinés avec la netteté des ombres chinoises. Nos silhouettes ressortent avec ré-

gularité sur le fond argenté du nuage ; nous levons les bras et nos sosies lèvent les bras.

« L'ombre de l'aérostat est entouré d'une auréole elliptique assez pâle, mais où les sept couleurs du spectre apparaissent visiblement en zones concentriques. La température était de 14 degrés environ ; l'altitude de 4,900 mètres. Le ciel était très pur et le soleil très vif. Le nuage sur la paroi verticale duquel l'apparition s'est produite avait un volume considérable et ressemblait à un grand bloc de neige en pleine lumière. Nous étions nous-mêmes entourés d'une certaine nébulosité, car la terre ne s'entrevoyait plus que sous un brouillard indécis. »

M. Tissandier ajoute que des observations analogues ont été faites plusieurs fois déjà par quelques aéronautes, mais qu'il ne croit pas que l'on ait jamais vu l'ombre d'un ballon se découper sur un nuage avec une intensité telle qu'on eût dit un effet de lumière électrique ; pourtant ce qu'il signale dans le récit de son ascension du 16 février 1873, est encore plus complet.

« Pendant trois heures consécutives, dit-il, nous n'avons pas cessé un seul instant, d'apercevoir sur la nappe des nuages au-dessus desquels nous planions, l'ombre de notre aérostat, sans cesse enveloppée d'un contour irisé. Jamais semblable occasion ne s'est offerte à l'observateur aérien de bien étudier les circonstances de production de ces jeux de lumière, jamais d'ailleurs panorama plus imposant de montagnes de nuages ne s'est peut-être présenté aux regards d'un aéronaute.

« Dès que notre ballon a dépassé d'une cinquantaine de mètres environ la plaine de nuages, son ombre s'y projette avec une netteté remarquable et un magnifique arc-en-ciel circulaire apparaît autour de la projection. L'ombre de la nacelle forme le centre des cercles irisés et concentriques, où se distinguent les sept couleurs du spectre ; violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé et rouge. Le violet est intérieur et le rouge

extérieur. Ces deux couleurs sont en même temps celles qui se révèlent avec plus de netteté. Nous sommes, au moment de cette observation, à l'altitude de 4,350 mètres.

« L'aérostat, dont le gaz se dilate par l'effet de la chaleur solaire, continue à s'élever rapidement dans l'atmosphère, son ombre diminue à vue d'œil ; bientôt à 4,700 mètres d'altitude, le cercle irisé l'enveloppe toute entière et cesse de se produire autour de la nacelle. Un peu plus tard enfin, à 4 heure 35 minutes, nous nous rapprochons de la couche des nuages, et l'ombre est ceinte cette fois de trois auréoles aux sept couleurs elliptiques et concentriques.

« Rien ne saurait donner une idée de la pureté de ces ombres, qui se découpent dans une brume opaline et de la délicatesse des tons de l'arc-en-ciel qui les entoure. Le silence complet qui règne dans les régions de l'air où se manifestent ces jeux de lumière, le calme absolu où l'on se trouve, au-dessus des nuages, que le soleil transforme en flots de lumière, ajoutent à la beauté de ces spectacles et remplissent l'âme d'une indicible admiration. Nul ne saurait rester indifférent à la vue de ces tableaux enchanteurs que la nature réserve à ceux qui savent l'observer. »

Au nombre de ces tableaux, que la seule description donne envie de contempler, il faut compter aussi les haros lunaires, qu'à de rares exceptions près, on ne peut guère voir qu'en ballon ou sur le sommet d'une montagne.

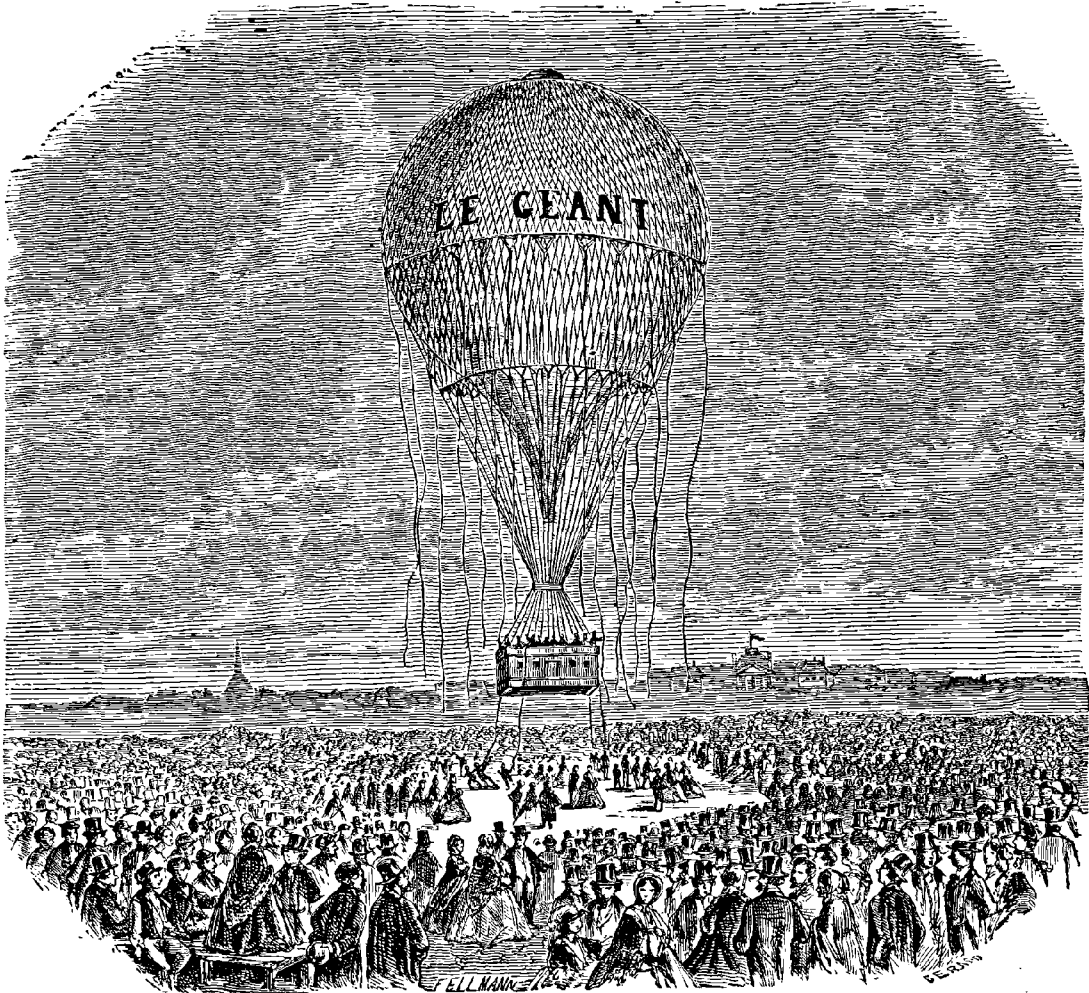
M. Tissandier pendant l'ascension à grande distance du *Zénith* (23 mars 1875) a eu la bonne fortune d'en observer un des plus complets, que notre gravure représente trop fidèlement pour ne pas nous dispenser d'une description.

On sait, d'ailleurs, que ces phénomènes sont dus à la réfraction de la lumière à travers les paillettes de glace suspendues en nuages dans l'atmosphère ; il faut donc que la température soit très basse, aussi a-t-on

plus de chances de la trouver dans les hautes régions de l'air.

Mais que d'autres spectacles grandioses, — sans compter les magnificences des levers et couchers de soleils, observés au-dessus de l'océan des nuages, — ne seront pas ré-

servés aux voyageurs aériens, au jour, prochain peut-être, où les aérostats pouvant se diriger librement dans l'espace, la science prêterait la main à la curiosité, en attendant qu'elle ouvre les voies pratiques à la découverte de l'inconnu!



Ascension du ballon « le Géant ».

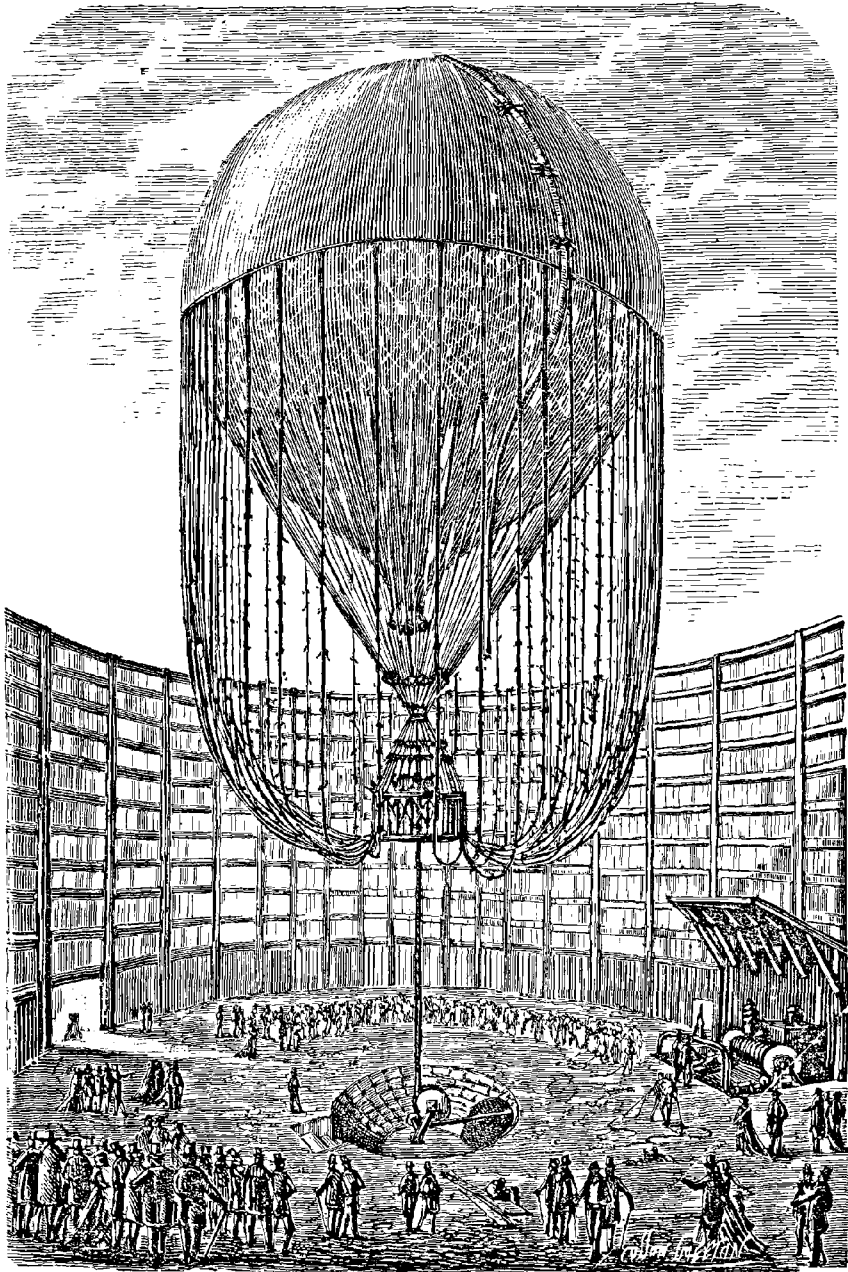
LES BALLONS CÉLÈBRES

Outre les aérostats dont nous avons déjà parlé, et qui ont acquis leurs droits à la célébrité par leur priorité, nous citerons ici les ballons qui ont le plus attiré l'attention publique; en commençant par le *Flesselles*, vaste montgolfière de 43 mètres de hauteur

sur 35 de diamètre, qui s'éleva à Lyon le 5 janvier 1784 emportant dans sa nacelle, Joseph Montgolfier et six autres personnes, Pilâtre de Rozier, le prince Charles de Ligne, le comte de Laurencin, le comte de Dampierre, le comte Laporte d'Anglefort et M. Fontaine.

C'était la troisième ascension aérostatique

et elle ne fut pas très heureuse, car le ballon se déchira à 800 mètres d'altitude et s'abat- | tit avec assez de rapidité pour faire courir des dangers aux voyageurs, mais grâce à



Le ballon captif de l'Exposition de 1867.

l'habileté de Pilâtre de Rozier qui paralysa | assez rude, Moutgolfier fut le plus blessé la chute, ils en furent quittes pour un choc | quoique assez légèrement, aussi et à meil

leur escient que le physicien Charles, se promit-il de ne jamais remonter en ballon.

Le *Flesselles* n'en fit pas moins l'admiration des Lyonnais; il était trop légèrement construit, mais son apparence était magnifique, d'autant qu'il était rehaussé de peintures à grand effet.

Vient après le ballon de Blanchard, non pas celui avec lequel il traversa la Manche le 7 janvier 1786, en compagnie du docteur anglais Jefferies, mais celui beaucoup plus populaire avec lequel il fit quelques centaines d'ascensions tant en France qu'à l'étranger et jusqu'en Amérique.

Ce ballon, plusieurs fois renouvelé, comme on le pense bien, fit surtout parler de lui à cause de l'addition d'un parachute dans lequel Blanchard faisait descendre un chien, un mouton ou un animal quelconque, n'osant encore confier une existence humaine à un aussi frêle esquif.

Ce parachute, dont nous avons déjà vu Blanchard se servir, comme en cas, pour sa machine volante, n'était point du tout fixé à l'aérostat, mais enlevé par un petit ballon qui se perdait dans l'air au moment où l'on coupait la corde du parachute.

C'est ce qui fait que malgré ses expériences antérieures (la première fut faite à Lille le 25 août 1785), Blanchard ne passe point pour le promoteur du parachute dont l'invention est attribuée à Garnerin.

C'est, en effet, Garnerin qui, le premier, en 1797, osa descendre lui-même dans le petit panier d'osier attaché au-dessous de son parachute, exemple qui fut bientôt suivi par sa nièce Élisabeth Garnerin, par M^{me} Blanchard et bien d'autres jusques et y compris les Poitevin et les Godard, car, depuis, les parachutes sont passés de mode.

Ouvrons ici une parenthèse, pour faire une rapide nomenclature des aéronautes célèbres, dont nous n'avons pas eu occasion de parler; car décrire leurs ballons qui ne diffèrent des aérostats ordinaires ni par les procédés de fabrication ni par les dimen-

sions, serait entrer dans des détails stériles.

Nous avons déjà dit quelques mots de Testu Brissy, le rival de Blanchard, qui inventa les ascensions équestres, mentionnons maintenant en suivant à peu près l'ordre chronologique :

Robertson, qui eut l'idée d'enlever avec son ballon deux parachutes pour faire avec leur aide des essais de direction qui furent d'ailleurs infructueux. L'Italien Zambecari, célèbre par ses naufrages aériens où en fin de compte il trouva la mort.

M^{me} Blanchard qui périt victime de son imprudence, comme nous le dirons plus loin.

Greenn, aéronaute anglais, qui fit plus de 1400 voyages aériens; c'est à lui qu'on doit outre le guide rope, le gonflement des ballons par le gaz d'éclairage, deux fois plus dense, mais infiniment plus économique que l'hydrogène pur.

Poitevin et sa femme qui popularisèrent les ascensions équestres et les descentes en parachutes, complètement abandonnées depuis trente ans.

Les Godard, le père et les fils, aussi intrépides qu'expérimentés et qui ont été, ensemble ou isolément, mêlés à presque toutes les expériences importantes de ces temps derniers.

Mangin, qui commanda le *Pôle-Nord*, le plus grand aérostat libre qu'on ait encore lancé; et dont on utilisa l'expérience, acquise par de nombreuses ascensions, pour la construction des ballons poste du siège de Paris.

Duruof, qui s'est plus spécialement attaché aux ascensions maritimes et qui a plusieurs fois joué sa vie au-dessus des flots, notamment avec le *Neptune*, où, en compagnie de M. Gaston Tissandier, il n'échappa à un naufrage certain que, grâce à la rencontre inespérée d'un courant aérien qui ramena l'aérostat sur le cap Gris-Nez; notamment surtout avec le *Tricolore* qui, éga-

lement parti de Calais, les soutint sur l'eau lui et sa femme, assez longtemps pour qu'on put accourir à leur secours.

Et bien d'autres, qui pour être moins connus n'en ont pas moins trouvé dans le succès la récompense de leur intrépidité, moins inutile qu'elle ne semble au premier aspect, car c'est au grand nombre des ascensions aérostatiques qu'on devra de se familiariser avec les courants atmosphériques et que diminueront peu à peu les impossibilités apparentes de la navigation aérienne.

Quant aux ballons proprement dits il faut arriver jusqu'au *Géant* pour trouver quelque chose d'un peu extraordinaire.

Ce qu'il y a de plus extraordinaire, d'ailleurs, dans le *Géant*, c'est son existence même, car il ne fut créé que pour donner, par le produit de ses ascensions, les subsides nécessaires, aux hélicoptères dérivant du fameux principe du plus *lourd que l'air*, préconisé par MM. Nadar, Ponton d'Amécourt, de La Landelle, et même par le savant Babinet.

Nous ne prétendons point discuter ici ce principe, très admissible en théorie, mais nous regrettons qu'on n'ait pas pensé à le mettre un peu en pratique et nous nous étonnons qu'au lieu de dépenser une centaine de mille francs, et même mieux pour construire un aérostat destiné à ne rien prouver, on n'ait pas employé tout de suite cet argent à la construction de l'hélicoptère qui aurait au moins prouvé quelque chose.

On objectera qu'on espérait en gagner beaucoup plus pour faire les choses en grand, soit; mais, en attendant, le *Géant* n'a pas fait ses frais, et l'hélicoptère est resté sur le carreau.

Il n'en faut pas moins rendre justice au *Géant*, qui était un ballon magnifique, le plus grand qu'on eut encore jamais vu si l'on excepte le *Flesselles*, qui d'ailleurs, n'était qu'une Montgolfière.

Sa hauteur était de 40 mètres et il avait

fallu 7,000 mètres de taffetas blanc pour le confectionner; car pour plus de solidité il était formé de deux enveloppes superposées qui lui donnaient ainsi plus d'imperméabilité.

Ce qui le distinguait surtout de ses congénères était sa nacelle, véritable maison d'osier ayant 4^m, 30 de hauteur sur 2^m, 30 de large, elle ne pesait pourtant que 1,200 kilogrammes.

La première ascension du *Géant* (4 octobre 1863) excita beaucoup la curiosité publique, mais elle se termina piteusement à Meaux.

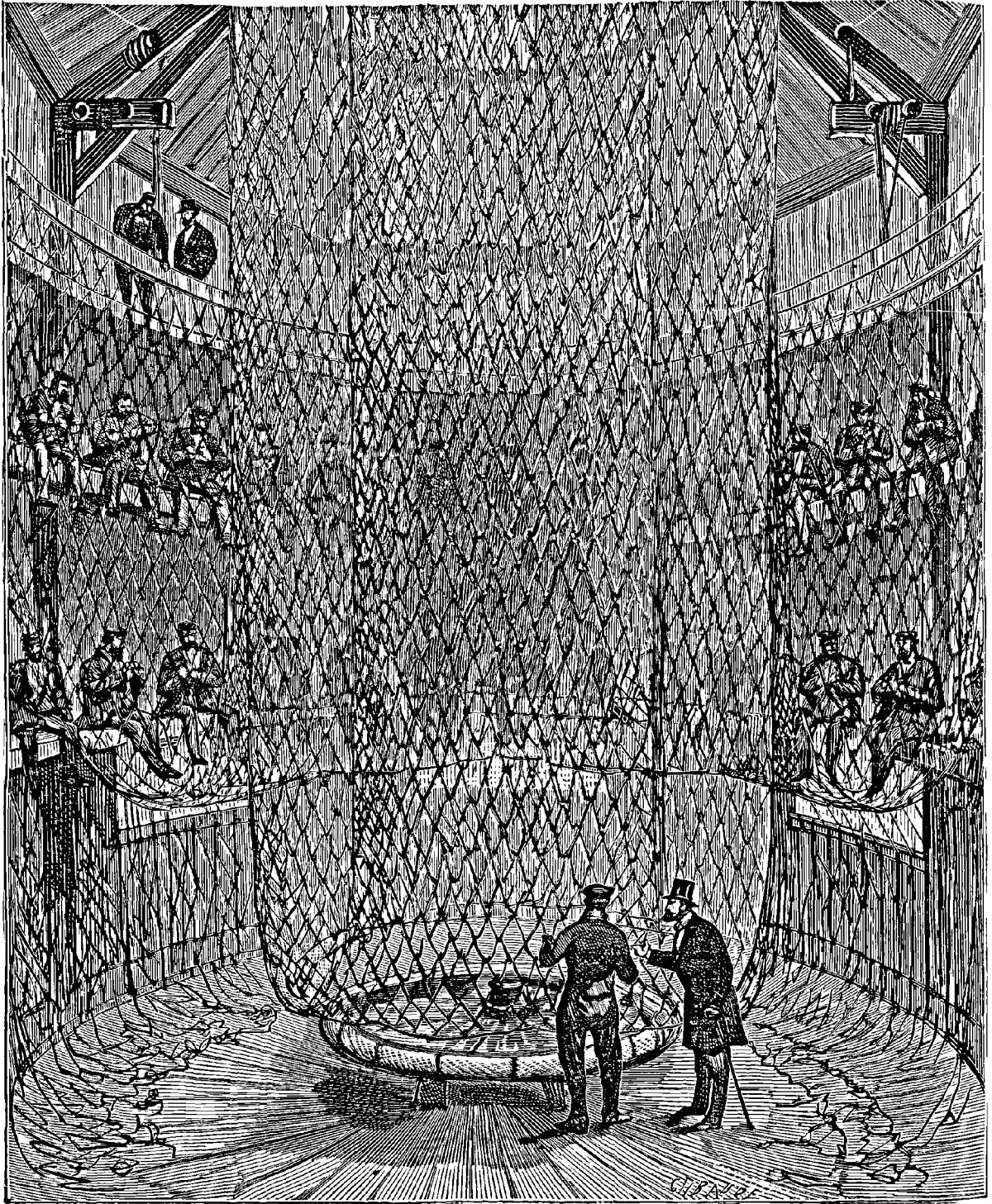
La seconde fut plus belle, le *Géant* fit majestueusement cent cinquante lieues, mais quand il fallut descendre, en Hanovre, on s'aperçut bien vite que la soupape était trop petite pour laisser échapper suffisamment de gaz, et il en résulta un trainage effroyable qui, pendant une demi-heure, mit cent fois en danger la vie de tous les voyageurs.

Par miracle, ils en réchappèrent tous pourtant, mais non sans blessure et ce voyage célèbre fut pour Nadar l'occasion d'un grand succès... de librairie.

Il est vrai que comme aéroplane sa carrière était finie. Il prit pourtant sa revanche par une belle ascension à Bruxelles (26 septembre 1864), mais c'était pour rentrer sous sa tente avec les honneurs de la guerre; car il céda le *Géant* à une société qui après l'avoir exhibé, au palais de Cristal de Londres, fit, avec, quatre ascensions à Paris pendant l'Exposition de 1867.

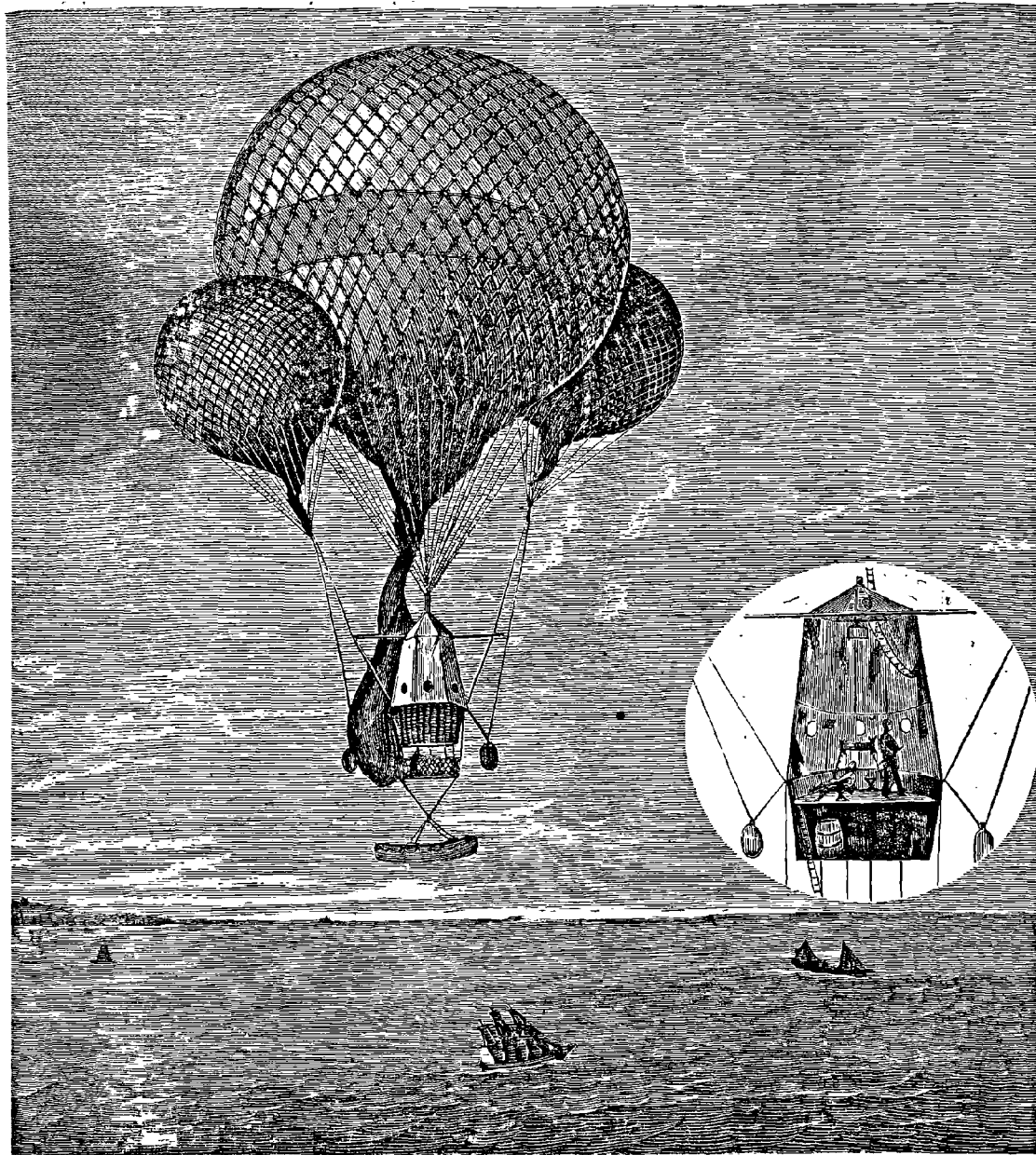
Mais la curiosité était émoussée, d'autant qu'à cette même exposition, si fertile en choses extraordinaires, M. Giffard avait un ballon tout aussi géant, mais qui par cela même qu'il était captif, offrait au public des distractions plus actives et absolument sans danger, grâce aux soins de la construction et à l'ingéniosité des appareils de retenue.

Nous ne décrivons point ce ballon, dont on n'a point encore perdu le souvenir, pour



Fabrication du filet du ballon captif de 1878.

ne pas faire de double emploi avec celui | et qui dépassa de beaucoup le *Géant*.
 que tout le monde admirait en 1878, | Entre temps, M. Giffard en avait con-



Aérostât américain qui devait servir à traverser l'Atlantique.

struit un autre, qui fonctionna à Londres en 1869 à l'état captif, et qui, sous le nom de *Pôle-Nord*, fit des ascensions libres à Paris,

Liv. 33.

au bénéfice de l'expédition projetée par Gustave Lambert.

Cet aérostât était le plus grand globe

33

aérien qu'on ait construit jusqu'alors, il fallait 12,000 mètres cubes de gaz pour le gonfler, et son imperméabilité était telle que l'hydrogène pur a pu séjourner dans ses flancs, pendant un mois sans déperdition.

A l'état captif, il enlevait 32 voyageurs à 650 mètres de hauteur; il en emporta beaucoup moins de Paris à l'état libre, mais son ascension n'en fut pas moins remarquable.

Le ballon captif de 1878, n'en fut qu'une nouvelle édition, revue, corrigée et considérablement augmentée, puisque son volume était de 25,000 mètres cubes.

On se souvient, du reste, de son aspect saisissant, qui s'explique par ses proportions : 55 mètres de hauteur sur un diamètre de 28.

Près de lui, l'Arc de Triomphe du Carrousel, déjà perdu dans les vastes constructions du Louvre, avait l'air d'une pendule qu'on aurait oublié de mettre sur une cheminée.

Ce qu'il a fallu d'étoffe pour le construire est effrayant, car il était composé de six couches superposées de toile, de soie et de caoutchouc, et représentait une surface si considérable que pour le peindre en blanc, dans le but de combattre l'effet des rayons solaires, on a employé 480 kilogrammes d'oxyde de zinc délayés dans 250 kilogrammes d'huile de lin.

Comme tous les autres ballons, il était enveloppé d'un filet; mais, dans ce filet, composé de 60,000 mailles, et pour la fabrication duquel il a fallu construire un atelier spécial, il n'est pas entré moins de 35,000 mètres de corde de 11 millimètres de diamètre.

Les cordes de ce filet passaient par un triple cercle : le premier de 64 poulies, le second de 32 et le troisième de 16, avant de se réunir en faisceau autour du peson où se fixait le câble qui tenait l'aérostat captif, lequel câble pesait à lui seul 2,500 kilogrammes.

Inutile de dire que ce n'étaient pas des

hommes qui le roulaient et déroulaient sur un immense treuil, mais bien une machine à vapeur à quatre cylindres, de la force de 200 chevaux.

Ce treuil, long de 7 mètres sur 2 mètres de diamètre, portait deux freins composés chacun d'un levier oblique qui venait presser l'arbre du treuil pour en changer le mouvement, à l'aide d'une très ingénieuse application de la *coulisse de Stephenson*, qu'on voit aux locomotives.

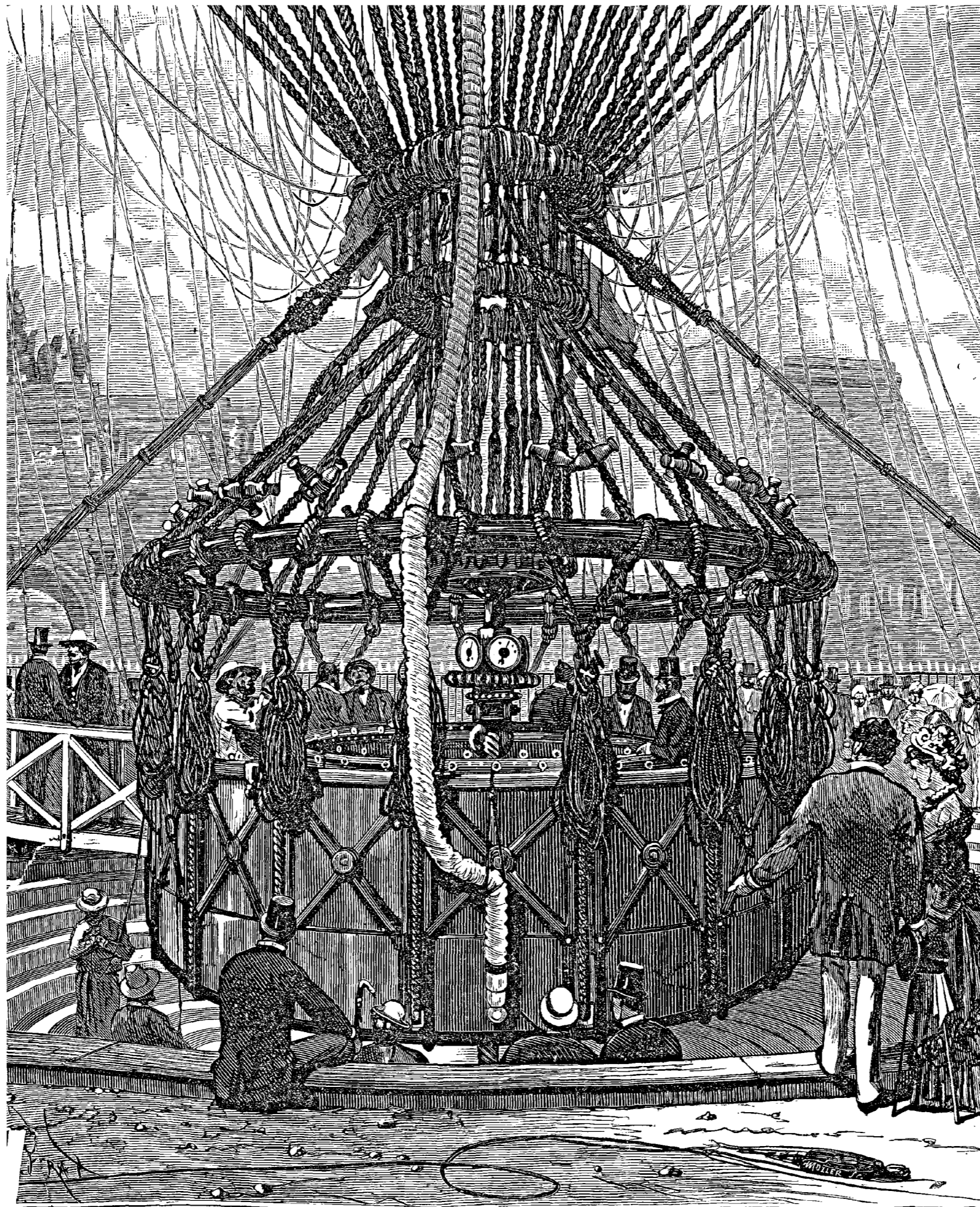
Ainsi, il suffisait au mécanicien de tourner un robinet pour que la vapeur fut admise dans les cylindres et que le ballon montât en déroulant le câble du treuil; de même que pour faire descendre l'aérostat il n'avait qu'à tourner le robinet dans un autre sens, alors la coulisse de Stephenson jouait et le treuil changeait de mouvement.

Ce mécanisme, combiné par M. Henri Giffard, comme tous les détails de son ballon, du reste, fut beaucoup admiré.

Ce qu'on remarqua aussi, c'est le mode de suspension, aussi élégant que solide, de la nacelle au ballon, et le système d'attache de celui-ci au câble, car la nacelle, de forme cylindrique et de 25 mètres de diamètre, était creuse au milieu pour laisser passer le câble conducteur qui touchait terre dans une excavation et rejoignait le treuil par un tunnel.

Ce câble, avant de s'engager dans le tunnel, passait sur une poulie, montée sur un système connu en mécanique sous le nom de *suspension à la Cardan*, qui, la rendant mobile dans tous les sens, lui permettait de suivre les mouvements du ballon, sans imprimer la moindre secousse au câble, long de 650 mètres et d'une solidité à toute épreuve, puisqu'il pouvait supporter une force de tension de 50,000 kilogrammes, force six fois plus grande que celle que l'aérostat, chargé de voyageurs, lui imprimait.

Quant au ballon proprement dit, sa sex-



tuple enveloppe et son vernis isolateur le rendaient tellement imperméable qu'il a pu conserver l'hydrogène pendant un mois dans ses flancs sans déperdition sensible.

Par exemple, il ne possédait pas, comme les ballons ordinaires, l'appendice béant, dont il n'avait pas besoin du reste, puisque, destiné à des ascensions captives ne devant pas dépasser 600 mètres, il n'avait point à redouter la dilatation des gaz.

Il était donc fermé de toutes parts, mais à tout hasard il avait à son orifice inférieur trois soupapes pouvant s'ouvrir du dedans au dehors par le simple effet de la pression si elle devenait trop forte; ce qui ne l'empêchait pas d'avoir à son sommet la soupape ordinaire se manœuvrant de la nacelle au moyen d'un cordon.

On pouvait, du reste, juger de la nacelle l'état de la pression par l'installation, non loin des soupapes automatiques, d'un manomètre à mercure, et surtout par celle d'un dynamomètre très ingénieux.

Cet instrument, qui a sa place marquée dans tous les aérostats de l'avenir, se compose de lames d'acier qui, grâce à leur élasticité, cèdent plus ou moins selon la pression, et indiquent l'effort total de traction du ballon, qui est d'autant plus facile à constater qu'une aiguille marque sur un cadran, la pression traduite en kilogrammes.

Le ballon captif, qui fut une des curiosités de Paris, alors qu'il y en avait tant qui se disputaient les regards, fut gonflé le 11 juillet 1878 au moyen de l'hydrogène pur préparé par les procédés de M. Giffard, procédés que nous avons déjà fait connaître, mais perfectionnés encore au point de vue des appareils.

L'opération dura huit jours, et, le 20 juillet, l'aérostat, faisait, aux applaudissements de milliers de spectateurs, sa première ascension qui devait être suivie de beaucoup d'autres, puisque, dans la pensée de son auteur, il n'avait d'autre but que de familiariser le public avec les voyages aériens.

Il y réussit d'ailleurs parfaitement, car on ne compte plus les passagers qu'il emporta dans les airs, mais il allait y réussir beaucoup mieux encore en abaissant considérablement le prix des ascensions, quand la bourrasque du 16 août 1879 vint priver Paris d'un spectacle intéressant.

Les brusques changements de température des jours précédents, le refroidissement et la pluie torrentielle de la nuit avaient amené une condensation de gaz, si bien que la région inférieure de l'aérostat, à peu près vide, ballottait au gré du vent et lui donnait d'autant plus de prise que le ballon était plus solidement maintenu par ses amarres.

Une rafale plus violente que les autres prit de bas en haut l'étoffe flottante, qui se coupa; la déchirure se produisit immédiatement dans toute la hauteur de l'aérostat qui laissa échapper le gaz qu'il contenait et s'affaissa sur le côté, entraînant avec lui le filet et la nacelle, qui, malgré cela, sont restés intacts, aussi bien que les amarres qui n'ont pas cédé à cette pression extraordinaire.

Grâce à cette solidité, l'accident est resté tout matériel, mais le roi des ballons n'existait plus.

On peut compter aussi parmi les aérostats célèbres, bien qu'il n'ait jamais existé que sur le papier, le fameux ballon, que les Américains, qui ne doutent de rien, avaient imaginé pour traverser l'Atlantique.

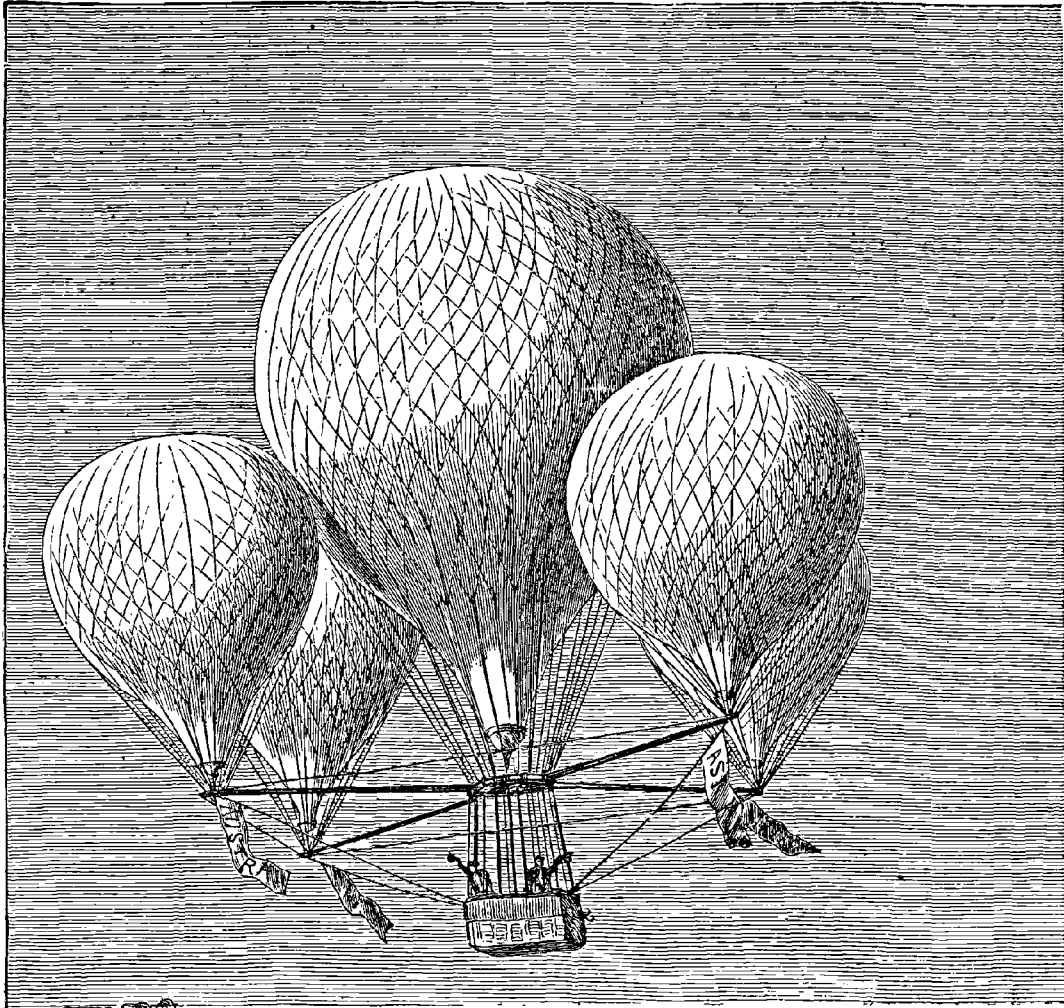
Le mot ballon est peut-être impropre, car en réalité il y en avait trois, un colossal au milieu et deux petits, destinés à lui servir d'ailes ou de nageoires; le tout relié à une nacelle monumentale, fermée de toutes parts, mais percée de lunettes pour que les aéronautes pussent interroger l'horizon.

On comprend que cette nacelle ne pouvait pas être un simple panier, car il s'agissait là d'un voyage au long cours; aussi devait-elle être outillée et approvisionnée en conséquence, comme on peut le voir sur

notre gravure, reproduction exacte de celle qui popularisa cet aérostat gigantesque, auquel il n'a manqué que la vie.

On y remarquera au-dessous de la première nacelle installée en tente abri, et re-

lié à celle-ci par une échelle de corde, le classique panier d'osier, d'où le pilote aurait sous la main, l'appendice du grand ballon et le mécanisme d'attache des deux ballonneaux.



Aérostat qui a servi aux ascensions de Sivel, en Allemagne.

Et au-dessous encore, un canot de sauvetage, précaution indispensable, pour une traversée aussi périlleuse, sinon suffisante à préserver la vie des naufragés.

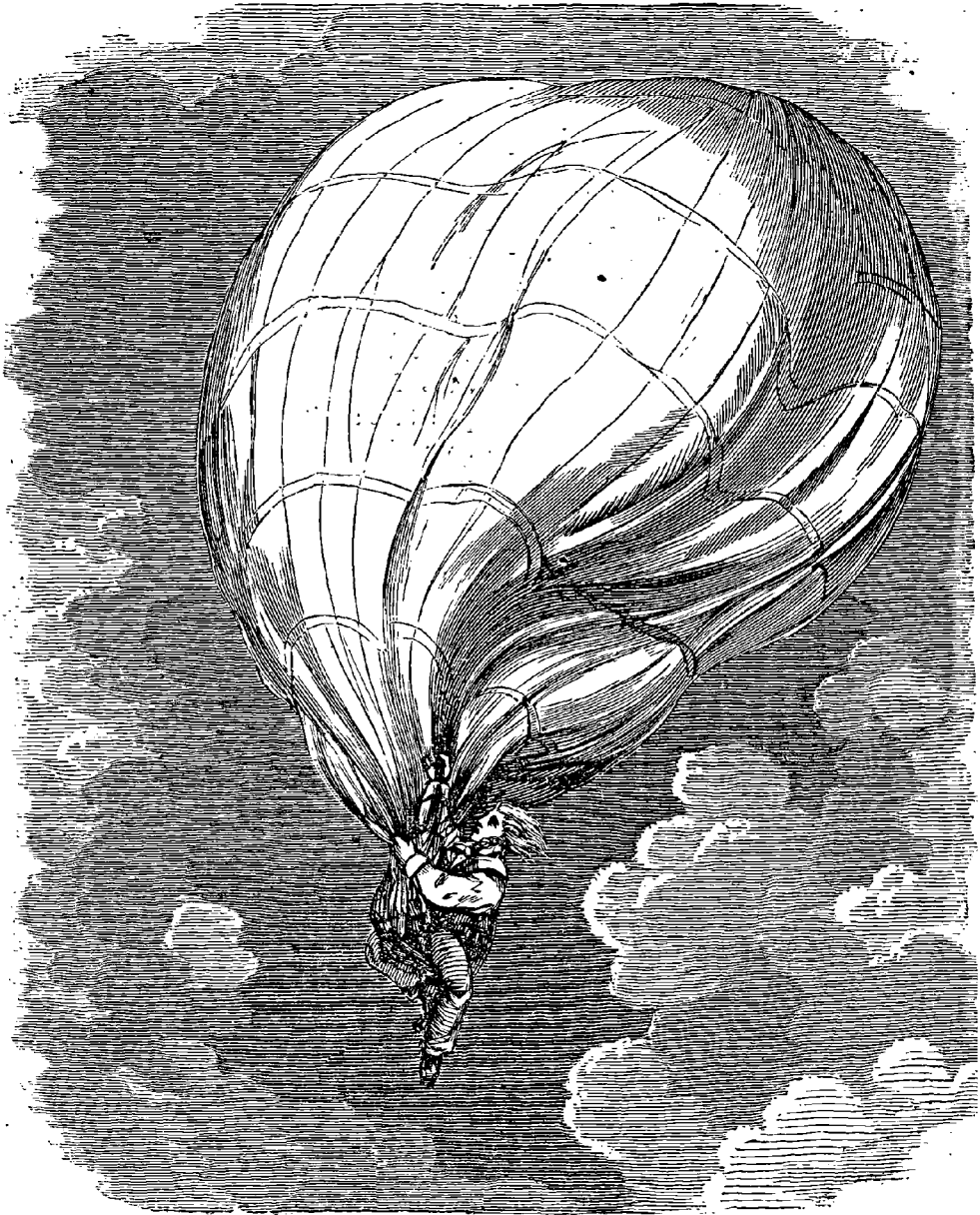
Cette idée de flanquer un grand ballon d'aérostats plus petits... n'était pas absolument neuve... non qu'elle rappelât d'un

peu loin le système Petin, mais elle avait plus récemment été mise en pratique par Théodore Sivel dans une ascension intéressante qu'il avait faite à Leipzig.

Ce n'étaient pas seulement trois ballons que Sivel avait réunis mais cinq, et les quatre petits entouraient complètement le

grand, grâce à leur système d'attache, aux extrémités de deux grandes vergues fixées en croix sur le cercle de l'aérostat.

L'ascension fut heureuse, mais ne prouva absolument rien, quant à la direction, ce qui fait que nous n'en parlons qu'incidemment.



Naufrage aérien d'Arban.

LES VICTIMES DE L'AÉROSTATION

Nous croyons devoir terminer cette étude par un article nécrologique; il n'est que

juste qu'après avoir montré le côté brillant de la médaille nous en montrions aussi le revers; non que la liste, regrettable à tous

égards, qui nous reste à faire soit décourageante au point de vue de l'aérostation; car, sur plus de vingt mille ascensions qui ont été faites depuis l'invention des ballons, c'est à peine si l'on peut constater vingt accidents suivis de mort; encore sont-ils dus le plus souvent à l'inexpérience et à l'imprudence des aéronautes.

Comme si l'art nouveau avait voulu ensanglanter son berceau, la première victime de l'aérostation fut le premier aéronaute: Pilâtre de Rozier, qui, voulant faire oublier la traversée de la Manche que Blanchard avait faite de Douvres à Calais, entreprit de l'effectuer à rebours avec plus de difficultés, puisqu'il partait de Boulogne.

Malheureusement, il ne se contenta pas d'un ballon à gaz; il y adjoignit une sorte de montgolfière cylindrique pour augmenter à volonté sa force ascensionnelle, sans réfléchir qu'il suffisait d'une étincelle s'échappant de son fourneau, pour incendier l'aérostât.

Il partit le 15 juin 1785, accompagné de Romain, jeune physicien, dont ce fut le premier et le dernier voyage aérien; car l'appareil n'avait pas atteint 400 mètres de hauteur qu'il retomba sur le rivage avec une rapidité effroyable.

On se précipita au secours des aéronautes; mais l'un, Pilâtre, avait été tué sur le coup; Romain donnait encore signe de vie, mais ne tarda pas à rendre le dernier soupir.

La mort de l'Italien Zambeccari eut la même cause, le feu.

Le comte François Zambeccari, qui fit de nombreuses ascensions aérostiques, prétendait se diriger à une certaine hauteur à l'aide d'une lampe à esprit de vin qu'il emportait toujours dans sa nacelle.

On a dit, en effet, qu'il était parvenu à tourner en cercle autour de la ville de Boulogne; mais cette assertion est loin d'être prouvée, et il est probable que la lampe de Zambeccari ne lui servit jamais qu'à l'éclairer jusqu'au jour fatal (21 septembre 1812)

où son aérostât s'étant accroché dans un arbre, elle y communiqua l'incendie au milieu duquel il trouva la mort.

Il semblait pourtant prédestiné à mourir autrement, car aucun aéronaute n'essuya plus de naufrages. L'un d'eux est resté célèbre par sa durée; pendant une nuit entière Zambeccari flotta sur l'Adriatique, accroché aux filets de son ballon, et ce ne fut que le lendemain matin qu'il put être recueilli mourant, par un bateau pêcheur.

L'accident de M^{me} Blanchard eut aussi pour cause le feu.

La veuve du célèbre aéronaute, restée sans fortune à la mort de son mari, qui pourtant avait gagné des millions avec ses ascensions, entreprit de la refaire, en suivant la même carrière; mais encouragée par le succès elle alla jusqu'à l'imprudence.

Elle avait coutume de tirer des feux d'artifice du haut de sa nacelle, pendant ses ascensions de nuit; cette témérité fut sans conséquences jusqu'au 16 juillet 1819. Mais ce soir-là une chandelle romaine mal dirigée mit le feu à son ballon, qui se dégonfla subitement et vint s'abattre sur une maison de la rue de Provence; les cordes de la nacelle, arrêtée par une cheminée, se rompirent et M^{me} Blanchard, poussée en dehors par le choc, trouva la mort en tombant dans la rue.

Encore le feu pour Olivari et Biltord, qui périrent d'ailleurs tous les deux dans des montgolfières.

Le premier, parti d'Orléans le 25 novembre 1802, avait dans sa nacelle une provision de copeaux et de boules résineuses qui, s'enflammant au contact d'un charbon tombé du fourneau, mirent le feu à la nacelle qui fut précipitée d'une grande hauteur.

Le second trouva la mort à Mannheim le 7 juillet 1812. Sa montgolfière s'élevait à peine au-dessus de la ville, quand elle prit feu, il fut précipité sur le toit d'une maison et tué du coup.

Une imprudence d'un autre genre fut cause de la mort de Mosment, arrivée à Lille le 7 avril 1806.

Cet aéroplane cherchait le succès dans la témérité, il dédaignait les nacelles et s'enlevait ordinairement debout sur un plateau de bois qui pendait au-dessous de son aérostat.

Ce jour-là il voulut donner le spectacle de la descente d'un chien en parachute, mais soit que le chien se débattit au moment de son lancement dans l'espace, soit que le ballon délesté subitement du poids de cet animal, donna une trop grande secousse, toujours est-il que l'aéroplane, perdant l'équilibre, tomba sur le sol, où l'on ramassa son corps en lambeaux.

Une douzaine d'années se passèrent sans que la nécrologie de l'aérostation s'augmentât; mais l'année 1824 lui apporta deux cruels appoints, la mort d'Harris et celle de Sadler.

Le premier périt (8 mai 1824) par suite d'un vice de construction dans la soupape de son ballon, qui une fois ouverte pour préparer la descente ne voulut plus se refermer.

Le gaz continuant de s'échapper, le ballon précipitait sa chute. Harris jeta tout son lest, le ballon remonta, mais ce n'était que reculer l'instant fatal, il ne pensa plus alors qu'à le devancer, car il avait près de lui, dans sa nacelle, une jeune femme qu'il aimait assez pour lui sacrifier sa vie; il embrassa sa compagne dans un suprême adieu et se précipita dans l'espace où il trouva la mort.

Le dévouement d'Harris avait sauvé la femme qu'il aimait, car allégé de son poids le ballon descendit assez lentement pour que la voyageuse évanouie pût toucher terre sans accident.

Sadler périt par imprudence, car ayant voulu trop prolonger son ascension il se trouva sans un sac de lest pour opérer sa descente; d'autant plus difficile: qu'il faisait nuit, qu'il était sur le bord de la mer et que le vent soufflait en tempête.

Son ballon se heurta à un obstacle isolé,

peut-être un phare, contre lequel les cordes de la nacelle se coupèrent, Sadler se cramponna au filet, mais son aérostat effondré ne put le porter que dans la mer où la mort l'attendait.

Encore douze ans de relâche et vient le tour de Cocking.

Celui-là était un amateur qui prétendait avoir inventé un nouveau genre de parachute; l'aéroplane Green, qu'il avait accompagné dans quelques-unes de ses ascensions, se laissa persuader de l'efficacité de cette prétendue découverte et consentit à le remorquer dans l'air avec son parachute.

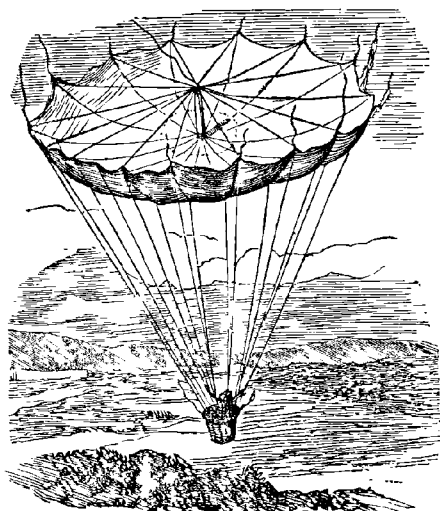
L'expérience eut lieu le 27 septembre 1836 au Vauxhall de Londres; arrivé à la hauteur de 4,200 mètres, Green coupa la corde qui retenait Cocking et son appareil.

Une minute et demie après on constatait la mort du malheureux, car son système qui avait toutes les qualités contraires au parachute, puisque c'était un parapluie renversé; tomba comme une masse près de l'auberge de la *Tête du Tigre*, à quelques milles de Londres.

Les accidents se suivent et ne se ressemblent pas, l'aéroplane français Arban en fut la preuve en 1846 à Trieste, où plusieurs fois déjà il avait annoncé une ascension qu'il n'avait pu faire à cause du mauvais temps.

Enfin le 8 septembre, quoique le temps ne fut pas plus beau, poussé par l'impatience de la foule qui avait payé et s'était déjà dérangée plusieurs fois pour rien, il se décida à tenter l'entreprise.

Pour comble de mauvaise fortune, son ballon, insuffisamment gonflé, n'eut pas la force d'enlever la nacelle. Arban, abasourdi par les huées de la foule, et s'imaginant que son honneur était compromis, prend la résolution de partir sans nacelle; il se suspend au filet de son ballon qui s'enlève ainsi facilement, à la stupéfaction du public qui voulait bien crier, mais qui n'aurait pas voulu que l'aéroplane risquât sa vie pour ne pas manquer à sa parole.

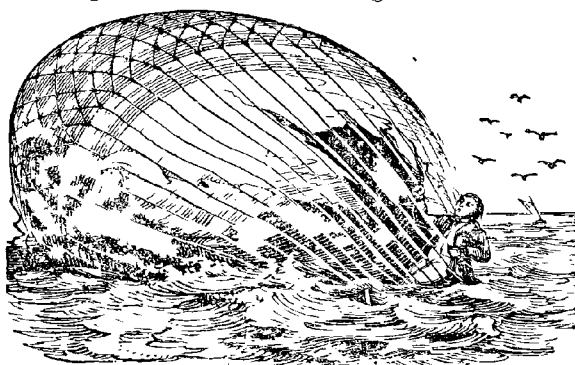


Mort de Cocking.

Cette témérité ne fut d'ailleurs pas punie de mort. Arban, après un naufrage terrible, après avoir lutté trois heures sur la mer pour se défendre contre les vagues qui menaçaient de l'engloutir, parvint à se faire recueillir par des pêcheurs qui le ramenèrent le lendemain à Trieste.

Mais le malheureux était prédestiné, quelque temps après, faisant une ascension à Barcelone, son ballon fut poussé par le vent sur la Méditerranée où il disparut à tout jamais.

George Gale, mourut à la suite d'une ascension équestre faite à Bordeaux le 9 septembre 1830, dans le ballon de son compatriote, l'aéronaute anglais Clifford.



Mort de Sadler.

Mort de M^{me} Blanchard.

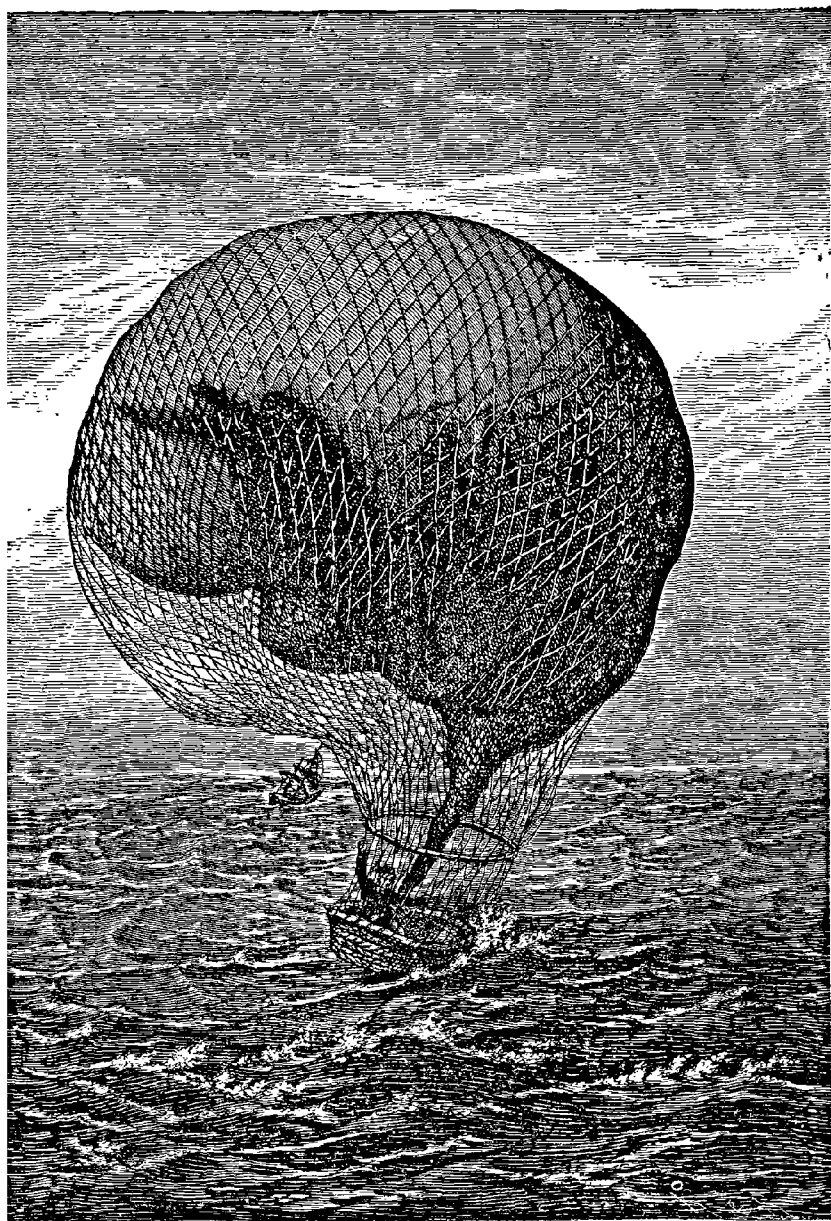
Ce jour-là Gale, qui avait coutume de se stimuler par des libations alcooliques, était plus ému que d'ordinaire à ce point que son associé voulut partir à sa place, mais l'autre n'entendit pas raison et s'élança dans la nacelle.

Le voyage se passa bien, et l'aérostat s'abattit sans secousses près du village de Cestas, des paysans accourus détachèrent le cheval, ce qui donna un tel lest au ballon qu'il devint difficile de le retenir. Gale, qui ne parlait que péniblement le français, et



Naufrage de Zambecari.

qui, en ce moment, couché dans la nacelle, était peut-être incapable de se faire comprendre, indiqua mal aux paysans ce qu'il fallait faire pour immobiliser le ballon, si bien qu'il s'éleva en ligne droite avec une rapidité telle que le malheureux aéronaute



Mort du matelot Prince (1870).

fut presque suffoqué, ce que l'on put constater d'en bas en voyant sa tête pendante hors de la nacelle.

Il est probable que, revenu à lui, il se leva

Liv. 34.

pour tirer la corde de la soupape, mais il perdit l'équilibre, car on retrouva son corps brisé, presque méconnaissable, à plus d'une demi-lieue de l'endroit où le ballon, encore

34

à demi gonflé, mais sans avaries aucune, fut recueilli.

L'aéronaute français Emile Deschamps, qui mourut à Nîmes le 27 novembre 1853, fut victime d'une tempête de vent qui brisa son ballon à une grande hauteur.

Letur, qui s'était fait une certaine réputation sous le nom de *l'homme volant*, périt plus misérablement encore, car il ne put pas même utiliser un système de parachute dirigeable, avec lequel il avait fait déjà des descentes assez heureuses.

Cela se passait à Londres, au jardin de Cremorne le 27 juin 1854, le ballon qui devait enlever l'appareil, au bout d'une corde de trente mètres, était dirigé par un aéronaute sans expérience qui, au lieu de renoncer tout simplement à l'ascension, ce qu'eut fait tout homme prudent, par le vent qu'il faisait, ordonna le lâchez tout sans se préoccuper de sa remorque.

Le départ fut désordonné, c'est-à-dire que le ballon fut enlevé par le vent et non par sa force ascensionnelle ; aussi la descente suivit-elle rapidement, c'était le moment de couper la corde au bout de laquelle pendait Letur ; mais l'aéronaute, n'osant se délester d'un si grand poids sans être maître de ses manœuvres, essaya de lutter avec ses sacs de sable, il ne réussit qu'à se tenir à une certaine hauteur, lui, mais non le malheureux homme volant dont l'appareil traînant par terre, se heurtait à tous les obstacles, et avec tant de violence, que Letur eût le crâne défoncé.

Vingt ans plus tard, les mêmes jardins de Cremorne, et peut-être quelques-uns des mêmes spectateurs, furent témoins d'un accident semblable.

C'était encore un homme volant, de Groof, mais plus téméraire que l'autre il n'accrochait pas son appareil à un parachute, espérant que sa combinaison d'ailes articulées, mues par des fils de manœuvres très compliqués, le soutiendrait dans les airs où le remorquerait d'abord un ballon.

Il n'en fut rien pourtant. A la première expérience, le 9 juillet 1874, le malheureux de Groof se cassa les reins.

Résultat déplorable au point de vue de l'humanité, mais ne touchant point l'art aéronautique, qui n'a rien de commun avec les chimériques combinaisons des prétendus hommes volants.

Mais la science eut bientôt à pleurer d'autres morts et nous arrivons à la fatale ascension du *Zénith*, qui coûta la vie à Sivel et à Crocé Spinelli ; deux des plus intrépides explorateurs des hautes régions, les plus vaillants pionniers de cette contrée encore presque inconnue qu'on appelle l'atmosphère.

C'était le 15 avril 1875 et M. Gaston Tissandier, échappé par miracle à l'asphyxie, peut-être grâce à l'évanouissement dans lequel il tomba avant d'atteindre les régions où l'air est irrespirable, était avec eux dans la nacelle du *Zénith*.

« Nous avions, dit-il dans ses *Notions sur les ballons*, nous avions l'ambition de dépasser les régions atteintes jusque-là par nos prédécesseurs et de rapporter le fruit d'observations nouvelles.

« Nous n'ignorions point que la nature est jalouse de ses secrets et que l'explorateur qui s'élance vers les grandes altitudes, comme celui qui parcourt les déserts de l'Afrique et les glaciers du pôle, ne peut les lui ravir qu'au prix des efforts les plus énergiques.

« Mais il y avait dans la nacelle du *Zénith* deux hommes qui ne connaissaient ni la défaillance, ni la faiblesse et qui savaient inspirer la valeur : Sivel et Crocé Spinelli, tous deux avaient au plus haut degré ce superbe courage que fait naître la passion du bien, tous deux cultivaient la science, non pas pour les applaudissements qu'elle rapporte, mais pour satisfaire aux besoins les plus nobles de l'intelligence.

« Voulant tenter de faire quelque chose pour la science, nous avons emprunté des

ressources à la science elle-même. Des ballonnets remplis d'oxygène allaient nous fournir le gaz comburant nécessaire à l'entretien de la vie.

« Mais nous comptions sur un ennemi qui se fait voir pour le combattre et non sur une action insensible, lente, perfide qui affaiblit le corps sans que l'esprit puisse en avoir conscience, qui arrache à l'âme ses facultés d'une façon graduelle comme pour frapper plus sûrement le coup de mort.

« C'est au-delà de 7,300 mètres, c'est-à-dire au-delà des régions atteintes par Robertson, par Gay-Lussac, par MM. Barral et Bixio, que la trop faible tension de l'oxygène dans l'air raréfié, a exercé sur nous une funeste influence. C'est à 8,000 mètres que l'asphyxie est devenue menaçante et que l'immobilité nous a saisis. Les tubes adducteurs de l'air vital n'ont pu être soulevés par nos mains paralysées. Nous sommes tombés comme frappés d'un coup de foudre à côté de l'appareil qui nous assurait le salut.

« Cette nacelle du ballon le *Zénith*, où régnaient tout à l'heure la joie, l'enthousiasme, l'espérance, va devenir le théâtre de la scène la plus épouvantable que l'on puisse imaginer. A 8,600 mètres d'altitude, par un froid de plus de 10 degrés au-dessous de zéro, au milieu d'un air sec et raréfié, où la colonne barométrique n'a plus que 26 centimètres, les trois voyageurs sont évanouis, étendus au fond de l'esquif aérien. Si quelque observateur pouvait les voir il croirait peut-être qu'ils sont endormis et qu'ils se reposent des fatigues de la route.

« Ils sommeillent en effet; mais tout à l'heure il n'y en aura plus qu'un seul à se réveiller, un seul pour soulever ses amis que la mort a frappés, pour toucher leurs mains désormais froides, pour les ramener au port où le tombeau les attend. »

Ce drame terrible produisit partout une sensation profonde, la mort de ces deux

jeunes gens mettait la science en deuil, l'aéronautique perdant du coup ses plus vaillants champions, ses plus habiles praticiens, se vit pour un moment frappée de stérilité, et la conquête de l'atmosphère que l'on rêvait, que l'on rêve encore avec les émules des Crocé Spinelli et des Sivel, est toujours à faire.

Cet accident, pourtant si près de nous, n'est pas le dernier que nous ayons à enregistrer; le nécrologue aérostatique s'est augmenté depuis par la mort de M. Petit, arrivée au Mans le 4 juillet 1880.

M. Petit était un jeune aéronaute qui ne se contentait pas d'un seul ballon; à l'*Exposition* qu'il montait avec sa femme, il eut la malheureuse idée d'en adjoindre un petit, qu'il tenait captif de sa nacelle, et qu'il surveillait d'autant mieux que son enfant était dessous.

Mais il arriva ce qui devait arriver, la corde du petit ballon, l'*Annexe* scia les flancs du grand, qui, perdant son gaz par une coupure de haut en bas, tomba avec une telle rapidité que l'aéronaute fut tué sur le coup; chose bizarre. sa femme qui était avec lui dans la nacelle, se tira d'une chute de cinq cents mètres par des contusions sans gravité.

Quant à l'enfant, il toucha terre sain et sauf, grâce à la corde qui tenait son aérostat captif.

Ce n'est point par oubli que nous n'avons pas compté dans cette lugubre nomenclature les deux ballons, qui sur les 64 partis de Paris assiégé, pour faire le service de la poste pendant notre douloureuse campagne 1870-71, n'arrivèrent à aucune destination connue.

Car ce ne sont pas là des accidents, ce sont des conséquences de la guerre; ils ne portaient pas des aéronautes faisant un métier, mais des matelots qui accomplissaient un devoir.

Ces obscurs combattants de la chose publique, morts au champ d'honneur, aussi

glorieusement que s'ils eussent affronté les balles de l'ennemi se nomment Prince et Lacaze.

Le premier, sorti de Paris, le 30 novembre 1870, à onze heures et demie du soir, pour passer au-dessus des Prussiens sans éveiller leur attention ; marcha si vite qu'il planait déjà sur la mer quand le jour vint à paraître, il se perdit dans l'Atlantique après avoir été signalé par un navire au-delà de Plymouth.

L'autre, parti dans la nuit du 27 janvier, disparut au-dessus de la Rochelle et s'abîma vraisemblablement dans le golfe de Gascogne.

Résumons-nous. En dehors de Crocé Spinelli, et de Sivel, qui sont des martyrs de la science, en dehors de Prince et de Lacaze qui sont des victimes du devoir, nous ne trouvons dans le nécrologue qui précède, que des morts par inexpérience ou par imprudence et nous n'en trouvons pas vingt sur vingt mille, chiffre minimum des ascensions

aérostatiques exécutées depuis le premier essai de Montgolfier.

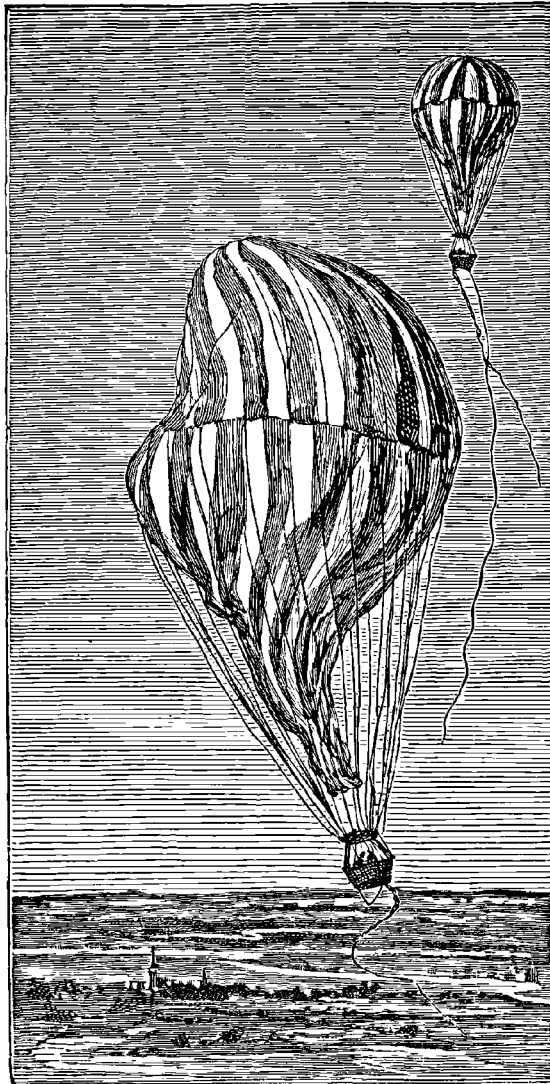
D'où il résulte, statistique en main, que la navigation aérienne n'est pas plus dange-

reuse que la navigation maritime et que, en tout cas, elle l'est infiniment moins qu'on s'est habitué à le croire.

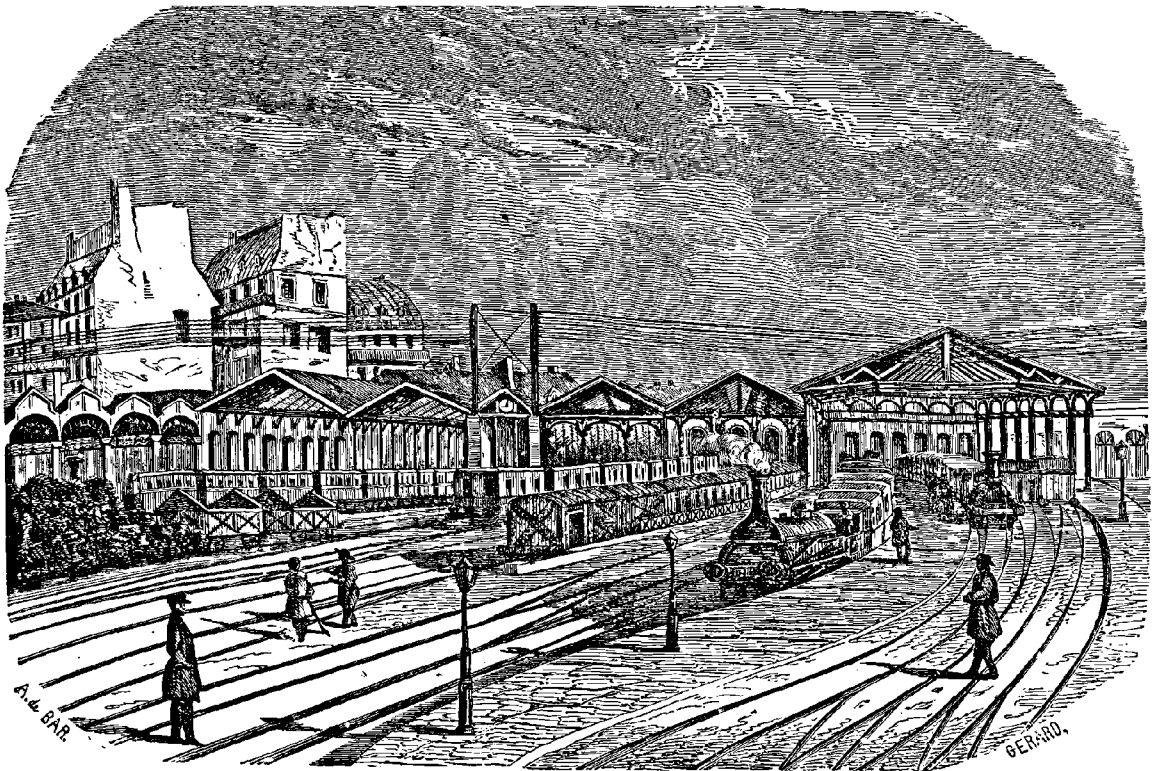
Il n'y a donc pas lieu de s'exagérer outre mesure les périls qui ont entretenu les aéronautes prudents et expérimentés.

Et si, comme il y a tout lieu de le supposer, la conquête... relative de l'air devient un fait accompli, dans un temps donné ; — ce qui est possible, le jour où l'on construira des aérostats allongés assez puissants pour porter le moteur, permettant de les diriger dans les régions, où ne règnent pas les vents inconnus (c'est-à-dire à quelques centaines de mètres du sol), — il n'y aura pas plus de raison pour faire son testament avant de monter dans un

navire aérien, sagement conduit, qu'il n'y en avait en 1878, quand on prenait place dans la nacelle du ballon captif des Tuileries.



Mort de Petit (1880).



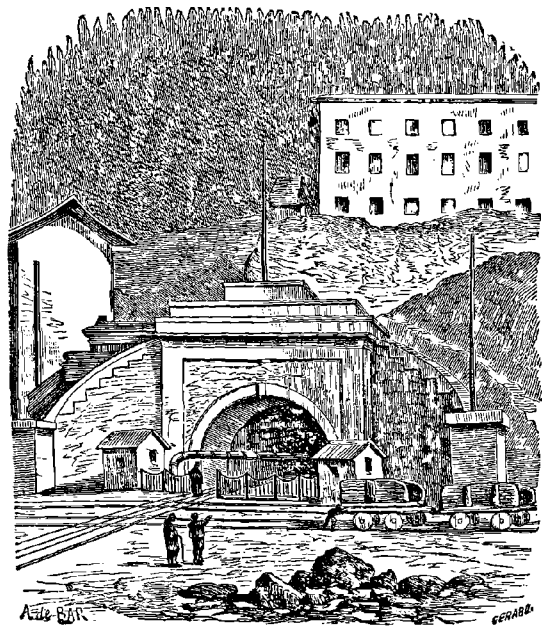
Vue intérieure de la gare des chemins de fer de l'Ouest.

LES CHEMINS DE FER

Sans se mettre en frais de lyrisme, sans tremper sa plume dans un encrier débordant d'enthousiasme, on peut dire que l'invention des chemins de fer, merveilleuse entre toutes, a changé la face du monde.

Matériellement, en semant sur le passage des voies ferrées, soit pour combler les vallées, percer les montagnes, franchir les fleuves et même la mer, des travaux gigantesques qui ôtent, pour toujours, aux ouvrages si vantés des Romains, le monopole du grandiose dont ils ont joui pendant dix-huit siècles.

Politiquement et intellectuellement, en supprimant les frontières, et en faisant cir-



Le tunnel du Mont-Cenis.

culer de nation à nation, l'idée de fraternité qui accompagne presque toujours la civilisation et le progrès.

Le lecteur doit être prévenu pourtant que ce ne sont point des considérations de ce genre qu'il trouvera dans cette étude; nous n'avons point la prétention de l'entretenir, avec plus ou moins d'acquit et à grand renfort de citations, du rôle qu'ont joué et que doivent jouer les chemins de fer dans les questions économiques et politiques du présent et de l'avenir.

Tracer l'histoire de cette admirable institution nous serait peut-être moins difficile, mais il faudrait remonter bien haut, car pour faire les chemins de fer, dont l'idée paraît aujourd'hui si simple, il a fallu réunir les idées d'hommes de génie dans tous les genres : d'ingénieurs comme Vauban, Riquier, Perrault, qui ont donné la clef des œuvres d'art, et d'inventeurs comme Papin et Watt, qui ont trouvé le seul moteur capable de mettre en action les machines, sans compter les financiers qui ont groupé les capitaux énormes sans lesquels l'entreprise serait encore à l'état de projet.

D'ailleurs, à quoi bon raconter d'ensemble les tâtonnements préliminaires. puisque nous aurons occasion d'en parler en détail, et ne suffit-il pas de dire : Le premier chemin de fer livré au public, est la ligne de Darlington à Stokton, qui fut ouverte en 1825; encore ne fut-elle exploitée qu'avec des chevaux, jusqu'au jour où Stephenson inventa sa locomotive.

La statistique serait trop facile, il n'y aurait qu'à réunir les documents officiels, pour exposer, dans un déluge de chiffres, combien il y a de kilomètres exploités, combien de locomotives, de voitures à voyageurs, à bagages, à bestiaux, à marchandises, à ballast, etc.

Toutes choses inutiles, en ce sens que personne n'en a besoin pour savoir que le chemin de fer n'est pas seulement une industrie, la plus complexe, la plus extraor-

dinaire et la plus considérable qui existe, mais que c'est encore la clef de toutes les autres, puisqu'elle leur donne les débouchés indispensables à leur accroissement.

Ce que nous dirons volontiers, c'est que, comme usine, les chemins de fer français représentent un capital de plus de dix milliards et occupent environ 120,000 personnes, soit 65,000 employés commissionnés et 55,000 en régie, c'est-à-dire ouvriers d'ateliers de réparation et de manœuvres.

Mais ce n'est pas là notre but. Ce que nous voulons, et en cela nous croyons intéresser le lecteur, c'est le faire assister à toutes les opérations de la construction d'un chemin de fer; c'est décrire par le menu tous les objets, machines, accessoires, qu'il est susceptible de rencontrer en voyageant; c'est lui donner l'explication de tous les signaux de route ou de garage, en un mot, le mettre à même de ne s'étonner de rien de ce qu'il verra sur une ligne de chemins de fer, aussi bien dans le matériel fixe que dans le matériel roulant.

Avec un peu de soin, et beaucoup de gravures, nous y arriverons certainement; mais il faut procéder par ordre, et c'est pourquoi notre premier chapitre traitera de l'établissement de la voie.

I

ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE

Lorsqu'une ligne est concédée à une compagnie, son tracé a déjà été étudié, avec des évaluations approximatives de la dépense, par les ingénieurs de l'État.

Ce travail préparatoire est complété par les études définitives que la compagnie fait faire à ses frais, et par son personnel spécial.

Ces études comprennent une série d'opérations, d'abord dans les bureaux, ensuite

sur le terrain, où le tracé est indiqué en plaine par des piquets, et dans les contrées accidentées par de hauts jalons placés à une distance de cinquante mètres l'un de l'autre.

Le tracé ainsi figuré, une fois accepté par les communes qu'il traverse et même par les propriétaires particuliers qu'il exproprie, et qui ont le droit de faire leurs objections pendant que l'enquête *de commodo et incommodo* est ouverte ; la compagnie concessionnaire rectifie son projet s'il a soulevé des difficultés, et commence ses travaux par le nivellement.

Il y a quelque vingt ans, alors que les compagnies ne possédaient pas de locomotives capables de gravir des pentes de plus de deux à trois centimètres par mètre, le nivellement était une opération aussi longue que coûteuse, par les travaux de terrassement qui en étaient la conséquence naturelle ; aujourd'hui que les machines augmentent de puissance, les ingénieurs se préoccupent beaucoup plus d'éviter les travaux d'art que les rampes, et les terrassements sont moins considérables ; ils sont cependant toujours d'une importance capitale, car ils ont pour but de faire l'assiette de la ligne.

Nous n'entrerons néanmoins dans aucun détail sur ces opérations ; tout le monde sait du reste comment on fait disparaître une butte (ce qu'on appelle faire un déblai), pour combler un creux (ce qui s'appelle faire un remblai), sur les chemins de fer ; d'ailleurs, ces travaux ne s'exécutent qu'au fur et à mesure que la ligne est faite, de façon à se servir de la voie déjà posée pour charrier les matériaux avec des wagonnets.

Le chemin s'exécute ainsi par tronçons et conserve des solutions de continuité jusqu'au jour où les travaux d'art nécessités par la ligne sont exécutés.

Ces travaux d'art, auxquels nous consacrerons un chapitre spécial, sont de diverses natures, selon les obstacles ou les difficultés que la ligne rencontre dans son parcours.

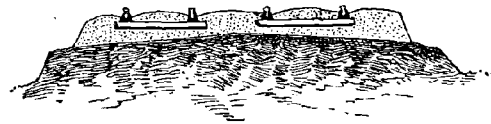
Passe-t-elle sur une route, un ruisseau ? il faut construire un ponceau ; sous un chemin, une passerelle ; sur une rivière, sur un fleuve, il faut jeter un pont.

Se heurte-t-on à une colline ? une montagne ? si l'on ne peut pas la tourner, il faut la franchir en ouvrant dedans une tranchée, si la butte n'est pas trop longue, en perçant un tunnel, si elle est trop élevée.

Est-on arrêté par une vallée ? on construit un viaduc.

Mais, comme nous reviendrons là-dessus, ne nous occupons, pour le moment, que de l'établissement de la voie.

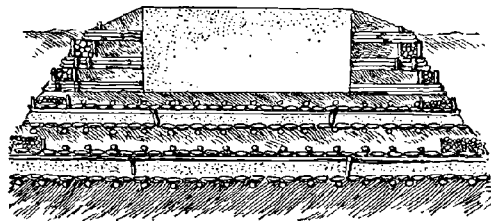
La ligne nivelée, terrassée sur une certaine étendue, on s'occupe de faire l'assiette de la voie, c'est-à-dire de donner aux terrains assez de solidité pour supporter le passage des trains sans affaissement sensible.



Coupe de la voie.

Sur le sol ordinaire un bon ballast suffit, mais sur les terres rapportées, il faut d'abord damer, pilonner les remblais de façon à ce qu'ils ne se tassent plus.

La ligne traverse-t-elle des terrains marécageux ? c'est bien autre chose. Car il faut appuyer la voie sur des pilotis ou sur des lits superposés de fascines et de pierres, heureux encore quand on n'est pas obligé de bétonner l'espace qui portera les rails.



Consolidation de la voie.

Notre dessin donne une idée des travaux de consolidation qu'on est quelquefois obligé de faire, et qui sont plus ou moins compliqués, selon qu'on rencontre seulement des terrains mouvants ou des marais.

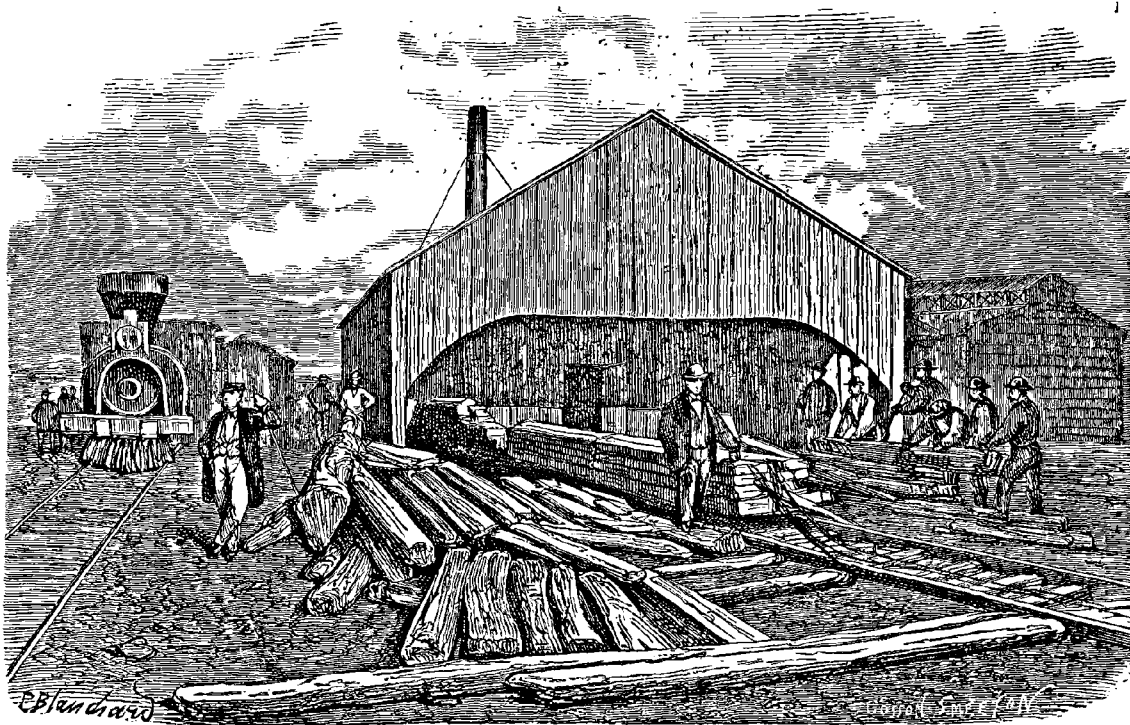
De toutes façons, il faut que la ligne soit disposée en dos d'âne, de manière que les eaux puissent s'écouler facilement par les deux côtés.

De toutes façons aussi, il faut qu'elle reçoive un premier ballast.

Ce qu'on appelle ballast est une garni-

ture de menus matériaux, gros sable, gravier ou pierres cassées, dont on charge les chemins de fer sur une épaisseur de 50 centimètres, autant pour donner de la consistance au sol, que pour couvrir les traverses, qui sont ainsi préservées, de la pluie et de la gelée.

La première opération n'ayant pour but que la consolidation, le ballastage ne se fait d'abord qu'à 20 ou 25 centimètres d'épaisseur ; pour le faire économiquement, on pose sur la moitié de la chaussée une voie



Préparation des traverses (chemin de fer d'Amérique).

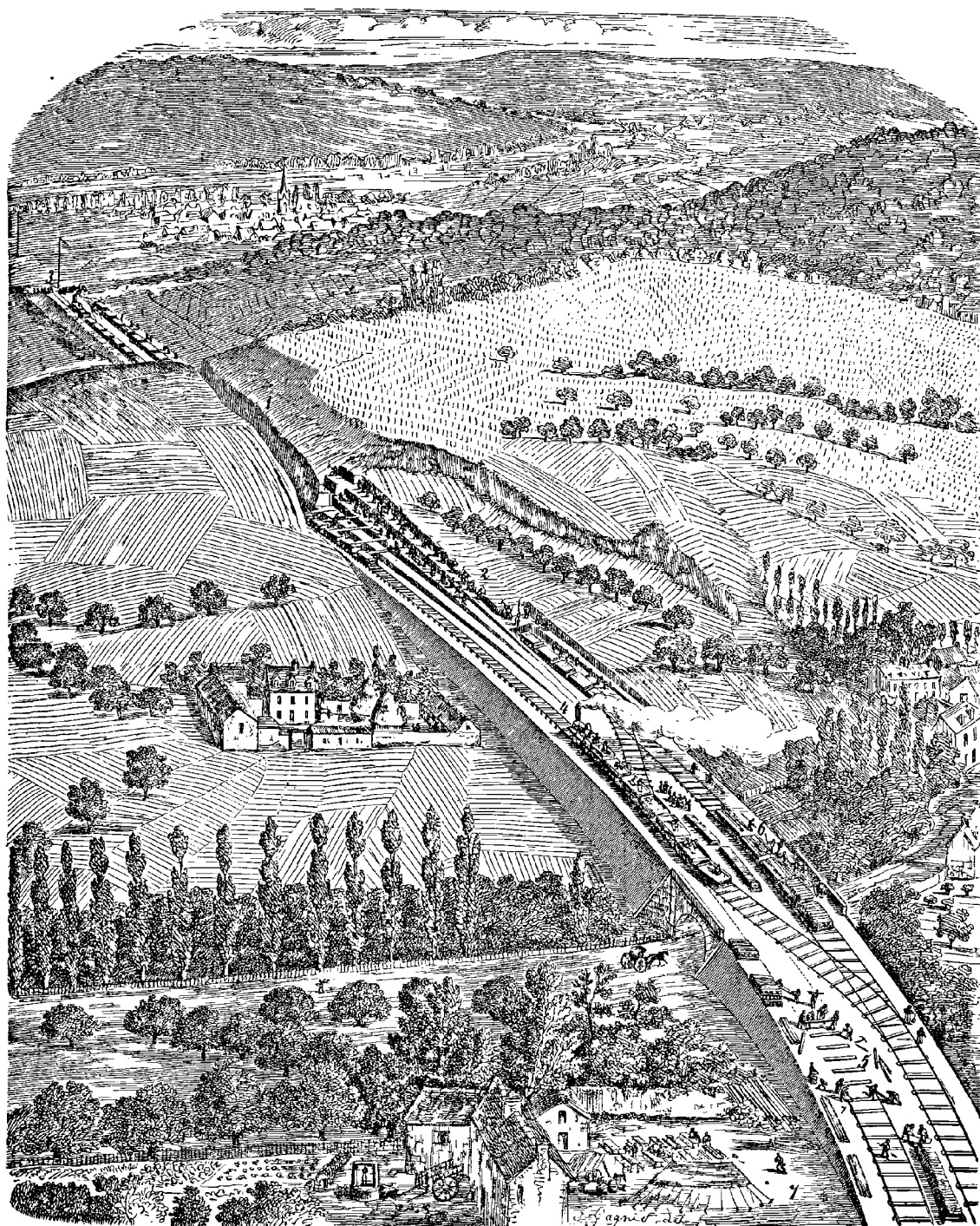
provisoire, de laquelle on se sert pour charrier le ballast dans des voitures à bascule, qui, s'ouvrant par le côté, versent sur la seconde moitié de la chaussée les matériaux nécessaires au ballastage.

Le ballast étendu et pilonné sur cette moitié, on pose dessus la voie définitive, qui servira pour ballaster l'autre moitié.

C'est donc sur ce premier ballast que

l'on va placer les traverses qui seront l'échafaudage du chemin de fer, puisqu'elles porteront les rails.

Bien qu'on ait essayé l'emploi des traverses métalliques, et que les traverses de Fraisans, notamment, donnent d'excellents résultats, les plus généralement adoptées sont les traverses en bois, injecté de sulfate de cuivre, ou de créosote, ou de chlo-



Vue à vol d'oiseau d'une section de travaux de chemin de fer.
 1, 2, attaque de tranchée. — 3, remblai. — 4, ballastage. — 5, 6, pose définitive de la voie. — 7, poste de santé; cantine.

rure de zinc, ou même de sublimé corrosif; mais le plus usité de ces agents antiseptiques est le sulfate de cuivre, qui donne d'ailleurs d'excellents résultats et n'est pas très coûteux.

Outre cette préparation, qui a pour objet la conservation du bois, les traverses en subissent une autre qu'on appelle le flambage, et qui consiste, au moyen d'un chalumeau à gaz, dans la carbonisation superficielle des traverses, ce qui, l'expérience l'a démontré, retarde considérablement la pourriture des bois enfouis dans le sol.

Ainsi préparées, les traverses peuvent durer de dix à quinze ans, selon le bois dont elles sont faites; car il va de soi que le bois de chêne résistera plus longtemps que le sapin et même que le hêtre ou le mélèze.

Les traverses employées sur nos chemins de fer sont plus ou moins équarries, selon les systèmes, mais elles doivent avoir au moins 2 mètres 50 de longueur; les compagnies de l'Est et de Lyon ne les reçoivent même qu'à 2,75, et ce n'est pas de trop pour assurer la solidité de la voie, car les rails étant posés à 4 mètres 50 de distance d'axe en axe, il ne reste guère que 60 centimètres d'assiette de chaque côté.

Leur épaisseur varie entre 15 et 18 centimètres, et leur largeur est fixée à 10 centimètres pour les traverses intermédiaires, et à 30 pour les traverses de joint, c'est-à-dire celles qui supportent deux bouts de rails au point où le raccord en est fait.

La seule opération qu'on leur fasse subir avant leur mise en place, est celle qu'on appelle le *sabotage*, et qui consiste à creuser des entailles profondes de quinze millimètres pour recevoir les coussinets qui porteront les rails, et à forer les avant-trous qui recevront les chevillettes; ces avant-trous, dont les parois sont quelquefois calcinées avec un fer rouge, sont le plus souvent enduits de goudron pour que la chevillette ait moins de jeu.

Ceci fait, on les pose parallèlement sur la ligne, à des distances variables qui dépendent surtout de la longueur des rails employés; car il faut toujours qu'un joint soit fait sur une traverse. Cette distance est généralement de 90 centimètres d'axe en axe, car les rails sont presque toujours par longueurs de 6 mètres. Pour cela, du reste, chaque compagnie a son système, mais aucun ne ressemble à celui des Américains, qui aiment trop souvent à faire vite pour tenir toujours à faire bien; leurs traverses sont plus rapprochées que les nôtres, mais elles sont sensiblement moins longues et moins épaisses, et ils ne se donnent pas la peine de les consolider par un ballast quelconque; bien heureux se trouvent-ils quand leurs rails sont suffisamment fixés dessus.

Selon que la ligne à construire est à double voie ou à voie simple, on pose provisoirement d'abord un rang ou deux de traverses, qui ne seront mises en place définitivement que lorsque les rails seront dessus.

Toutes les lignes qui ont un trafic important sont à deux voies: l'une pour l'aller, l'autre pour le retour, séparées par un espace libre qu'on appelle entre-voies, qui n'est que d'un mètre 80 sur la plupart des chemins de fer français, mais qui atteint 2,20 sur la ligne de Lyon.

Cette largeur est utile, pour que deux trains puissent se croiser, sans qu'un employé qui se trouverait entre eux courre danger d'être blessé.

Les petites lignes, les chemins de fer d'intérêt local, sont à voie simple; mais il va sans dire qu'aux abords des stations, il existe une voie de garage permettant aux trains de marchandises de laisser passer les trains de voyageurs, et une voie d'évitement sur laquelle s'engagent les trains d'aller qui doivent se croiser avec ceux de retour.

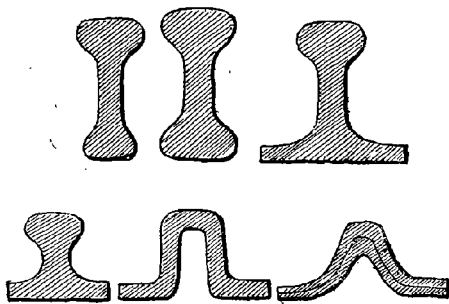
Du reste dans les stations, les voies sont aussi multipliées que l'exigent les besoins du service, et dans les gares tête de lignes,

on en pose autant que la place le permet, et il n'y en a jamais de trop.

Revenons aux traverses, pour suivre l'opération. Mais auparavant, disons quelques mots des traverses métalliques qui nous paraissent appelées, dans un temps donné, à remplacer toutes les autres, surtout si le bois continue à augmenter de valeur, en même temps que le fer à diminuer; car, inaccessibles à l'action de l'humidité, leur durée est en quelque sorte illimitée et elles ont encore sur celles de bois le double avantage de la rapidité de production et de pose.

C'est ce qui résulte des essais de systèmes différents qui ont été faits sur les chemins de fer français, notamment par les compagnies de l'Est et de Lyon qui ont construit quelques-uns de leurs petits embranchements avec des traverses Fraisans, qui pèsent 39 kilog. et coûtent 10,50 pour les intermédiaires, et 54 kilog. coûtant 14 fr. pour les traverses de joint.

Les traverses ne sont pas plutôt posées, qu'on amène dessus les rails qui seront le véritable chemin de fer.



Divers systèmes de rails.

Ces rails, sur lesquels glisseront les roues du matériel roulant, sont de plusieurs systèmes. Sans parler des rails en bois employés dans les chemins de fer primitifs, destinés seulement, d'ailleurs, à desservir les mines, nous citerons :

Le rail à simple champignon employé tout d'abord alors qu'on les faisait simple-

ment en fonte, mais auquel on a complètement renoncé à cause du peu de solidité qu'il trouvait dans sa forme.

Le rail à double champignon, le plus généralement adopté sur les chemins de fer français et qui a remplacé l'ancien non seulement parce qu'il se fixe mieux dans le coussinet, et offre plus d'assiette, mais encore parce qu'on espérait pouvoir le retourner quand il serait usé; mais il a fallu renoncer à cette espérance d'économie, l'expérience ayant démontré que lorsqu'une des faces du rail était usée, le fer de toute la masse était désagrégé et ne présentait plus ni la même souplesse, ni surtout la même résistance à l'usure par le frottement.

Le rail à patin, qu'on appelle aussi rail Vignolles, du nom de son inventeur; sa forme supérieure, sa surface de roulement est la même que dans le rail à champignon, mais il en diffère par sa partie inférieure, terminée par un double patin par lequel on le fixe directement sur la traverse, sans avoir besoin de coussinet.

Ce système a été adopté en partie par le chemin de fer du Nord, à l'exemple des grandes lignes d'Allemagne qui n'en emploient pas d'autres. Seulement le rail allemand est d'un type spécial, car il est moins élevé.

Il y a aussi des systèmes particuliers qu'on appelle du nom de leurs inventeurs: rail Brunel, rail Barlow, mais ils sont d'une fabrication si difficile que l'usage ne s'en est pas généralisé. Notre gravure donnant une idée suffisante de leurs formes, nous ne les décrirons pas; nous remarquerons seulement que leur surface de roulement ne présente pas les mêmes avantages que celle des autres parce qu'ils sont moins bombés à leur partie supérieure.

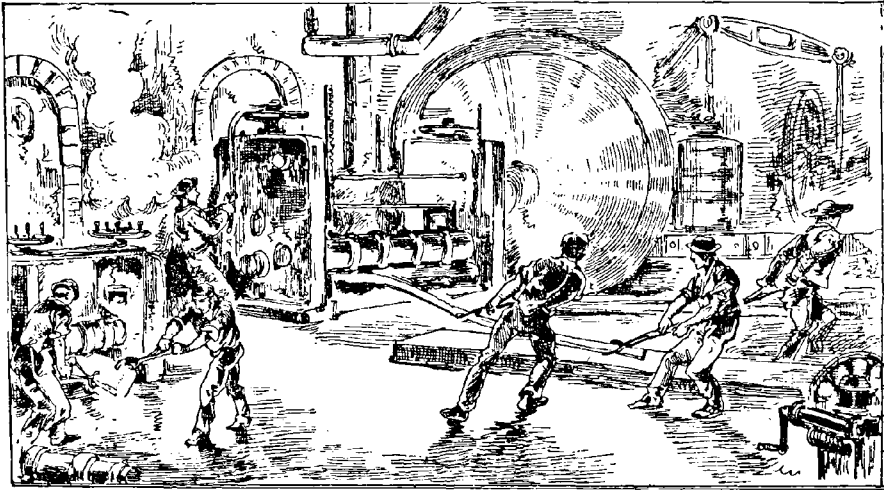
Cette forme est voulue; elle est indispensable pour rapprocher le point de contact de la jante des roues coniques des wagons, de la ligne médiane de la surface de roulement du rail, et par conséquent

réduire autant que possible, sinon supprimer absolument, le mouvement d'oscillation latérale des locomotives, connu sous le nom de mouvement de lacet.

C'est pour concourir au même résultat que les rails sont posés avec une inclinaison intérieure à la voie d'un vingtième de leur hauteur, mais cette précaution est prise aussi en vue de s'opposer aux efforts qui tendent à produire le déversement extérieur.

Les rails, quel qu'en soit le système, sont fabriqués par longueurs de 6 mètres, soit en fer forgé, soit en acier, car il y a longtemps qu'on a renoncé à la fonte.

Les rails en fer sont les plus usités et leur fabrication a fait de tels progrès que le prix du quintal métrique (autrement dit 100 kilogrammes) qui était d'abord de 40 francs s'est abaissé successivement à 30 et même à 25 francs ; il est vrai que pour les compagnies, l'économie n'est qu'apparente.



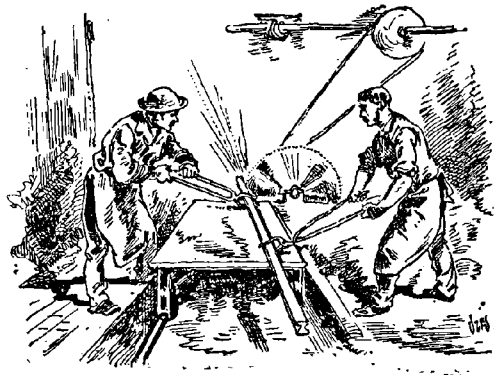
Fabrication du rail.

Car si les rails des premiers chemins de fer ne pesaient que 13 kilogrammes par mètre courant, ils ont été portés depuis à 36 et 38 kilogs par suite de l'accroissement du poids des locomotives qu'ils ont à supporter.

Nous retrouverons, au cours de cet ouvrage, l'occasion de parler en détail de la fabrication des rails, soit en fer, soit en acier ; nous dirons seulement aujourd'hui que le rail se fait mécaniquement d'une façon assez succincte, mais très intéressante.

Les ouvriers armés d'immenses tenailles, qui se terminent à peu près comme les pinces d'un homard, saisissent un bloc de

métal chauffé à blanc, le portent sous un laminoir qui, en trois ou quatre opérations, lui donne une forme allongée s'approchant



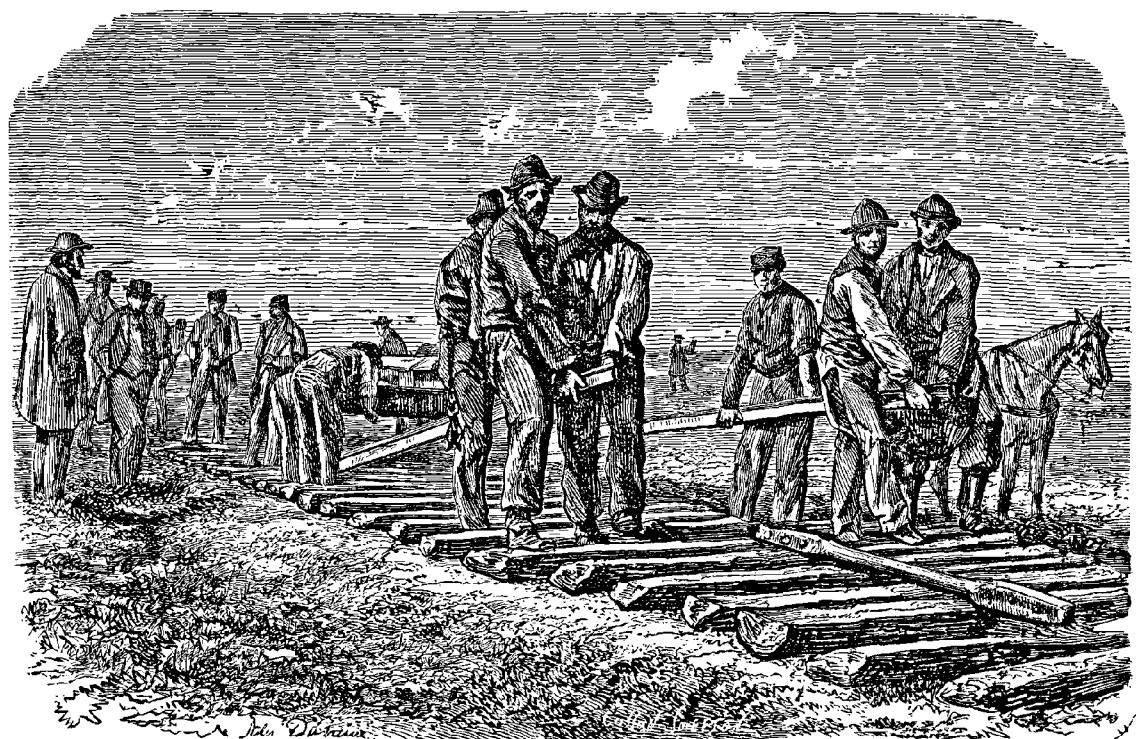
Coupage des rails.

le plus possible de celle qu'il s'agit d'obtenir; on le transporte ensuite dans un four à réchauffer et, quand il est redevenu malléable, sous une série de laminaires qui lui donnent le calibre et la forme voulue; il n'y a plus qu'à régler la longueur, car ce bloc qui n'avait en principe que 50 ou 60 centimètres, atteint maintenant de 9 à 10 mètres.

Pour cela quatre ou cinq ouvriers le

traînent avec des pinces sur une plateforme mobile, de façon à pouvoir le présenter à la scie circulaire qui le coupe aussi facilement qu'un fil de fer tranche une motte de beurre.

Le rail, réduit à la longueur réglementaire (6 mètres), passe entre les mains d'autres ouvriers qui le rabotent, le percent de trous pour recevoir les écrous,



La pose des rails.

après quoi il est terminé et propre à être livré aux compagnies, qui ne le reçoivent qu'après lui avoir fait subir les épreuves suivantes :

1° Posé sur deux appuis, distants de 1^m,10, le rail doit, pendant cinq minutes, supporter en son milieu, sans flexion sensible, une charge de 12,000 kilogrammes s'il est en fer forgé, de 20,000 s'il est en acier; 2° dans les mêmes conditions, il

doit supporter sans rupture, pendant cinq minutes, une charge 30,000 kilogrammes s'il est en fer, et de 40,000 s'il est en acier.

Cette épreuve se continue avec augmentation de charge jusqu'à rupture, de façon à en amener une autre qui porte sur la résistance dynamique : il faut que la moitié rompue du rail puisse supporter sans se briser le choc d'un mouton de 300 kilogrammes, tombant de deux mètres de hauteur.

Ces essais faits, les rails sont reçus et peuvent être posés.

Les deux rails de la voie, posés comme nous l'avons déjà dit, avec une légère inclinaison intérieure, sont placés parallèlement à une distance de 1^m,45 et 46 (entre leurs faces intérieures) bien qu'il n'y ait que 1^m,44 d'écartement entre les rebords extérieurs des roues des véhicules qui doivent courir dessus ; mais il est indispensable qu'il y ait un peu de jeu ; sans cela, le boudin des roues frotterait presque continuellement sur les rails, ce qui donnerait à la machine un travail de traction beaucoup plus considérable.

Cinq millimètres de jeu de chaque côté sont reconnus suffisants pour les lignes droites, mais pour les courbes on leur donne plus de facilité, et le jeu varie entre 2 et 3 centimètres, selon le rayon des courbes.

Nous reparlerons d'ailleurs de cela quand nous traiterons du matériel roulant.

Le travail de la pose des rails diffère selon le système adopté.

Les rails à patin ou rails Vignolles, employés généralement sur les chemins de fer d'Allemagne, adoptés en France par la Compagnie du Nord, se posent directement sur les traverses, au moyen de longs clous à tête recourbée, ce qui économise l'emploi des coussinets, fort coûteux d'ailleurs, puisqu'il faut 2,332 coussinets par kilomètre de voie simple.

Les rails creux, auxquels l'ingénieur Brunel a donné son nom, se posent de la

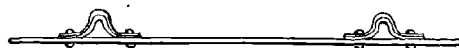


Pose des rails Brunel.

même façon, mais ils ne sont guère usités qu'en Angleterre, encore n'en voit-on que sur la ligne de Londres à Bristol ; car si ce

système fait réaliser une économie sur les traverses, il nécessite l'emploi des *longrines*, pièces de bois longitudinales posées sur des traverses beaucoup plus espacées que dans le système ordinaire.

Les rails Barlow n'ont besoin ni de traverses ni de longrines. Leur construction

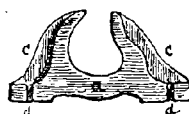


Pose des rails Barlow.

permet de les poser simplement sur le ballast ; mais, pour les maintenir à l'écartement convenable, on est obligé de les relier de distance en distance par des barres de fer transversales. Ce qui rend l'économie illusoire et multiplie tellement les difficultés de fabrication qu'on les emploie fort rarement.

Les rails à champignons, les plus généralement adoptés dans notre pays, sont fixés sur les traverses au moyen de coussinets dans lesquels ils sont encastrés.

Ces coussinets, qui sont en fonte grise,



Coussinet.

adhèrent aux traverses par de longs clous qu'on appelle chevillettes.

Ils se composent ainsi que l'indique notre dessin, d'une semelle A plate à l'extérieur pour poser d'aplomb sur la traverse ; arrondie à l'intérieur pour recevoir le cham-



Rails posés sur coussinets.

pignon du rail ; de deux joues BB dont le rôle est de maintenir le rail latéralement, et de deux nervures CC destinées à donner

de la consistance aux joues ; c'est au pied de ces supports que se trouvent les trous DD par où passeront les chevillettes.

Les rails, posés entre les pinces du coussinet, y sont maintenus dans une position verticale au moyen de coins de bois ; placés à l'intérieur de la voie, de façon que la pression des bourrelets sur les rails soit transmise à la joue du coussinet par l'intermédiaire d'un corps compressible.

Il ya naturellement plusieurs sortes de coussinets, car il ne s'agit pas seulement, dans la construction d'un chemin de fer, de la pose des rails de six mètres ; il faut d'abord que ces morceaux de rails soient placés l'un au bout de l'autre, sans solution de continuité ; il faut encore prévoir les courbes, les bifurcations, les croisements, les changements de voie, etc. ; pour cela, on emploie :

1° Les coussinets de joints, qu'on appelle aussi *coussinets-éclisses*, parce que, de fait, ils remplacent l'éclisse, qui ne s'emploie plus guère que pour réunir les rails à patin.



Eclisse : coupe et profil.

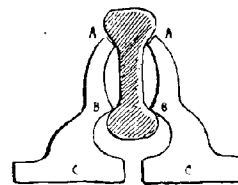
Une éclisse se compose de deux bandes de fonte ou de fer qu'on applique de chaque côté de la jointure de deux rails, et qui sont liées ensemble par des boulons qui les traversent ainsi que les rails.

Ce système fut d'abord employé partout, mais on y a renoncé pour les rails à champagne, car il empêchait de mettre un coussinet, là précisément où il y en avait le plus besoin, puisque le joint se trouvant en porte à faux avait beaucoup plus de chance de se désunir que s'il eût reposé sur une traverse.

On l'a donc remplacé par le coussinet-

éclisse, qui rend le même service, à la condition d'être beaucoup plus large que le coussinet ordinaire, par la raison que ses joues doivent recevoir les abouts de deux rails.

Construit en fer laminé, cet appareil se compose, ainsi qu'on le voit par notre dessin, de deux parties symétriques ABC, solidement assujetties sur la traverse au



Coussinet-éclisse.

moyen de chevillettes ; les deux joues, construites en arc-boutant, supportent les rails en AA et les maintiennent en BB de façon qu'ils ne soient pas martelés au passage des trains.

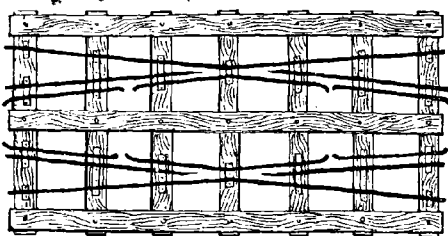
Ces coussinets servent aussi pour les courbes, d'ailleurs généralement si peu sensibles, qu'elles sont presque toujours, au point de vue de la construction de la voie, une succession de lignes brisées, et qu'on dessine au moyen de rails coupés plus courts, aboutés avec une légère obliquité.

On prend seulement soin, et cela pour faciliter la traction, de surélever le rail extérieur, ce qui permet à la roue de ce côté de faire dans le même temps un peu plus de chemin que la roue du côté intérieur de la courbe.

Pour les croisements de lignes, il y a des coussinets spéciaux qui sont à deux, à trois, à quatre joues, selon que les croisements sont simples, doubles ou triples, ainsi que nous allons l'expliquer.

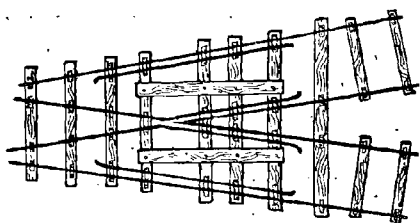
Le croisement simple, le plus fréquemment employé sur les chemins de fer, s'obtient sans difficulté, et en quelque sorte tout naturellement, par la pose des rails qui

sont interrompus à l'intérieur du croisement, mais accompagnés de contre-rails, qui obligent les roues à suivre leur ligne, et surtout évitent les déraillements que pourraient produire les secousses à la solution de continuité; notre gravure explique suffisamment ce mécanisme.



Croisement simple.

Il est vrai que les voies peuvent se croiser autrement, comme il est montré dans le dessin ci-dessous; mais de toutes façons, il faut que les traverses qui portent les rails et les contre-rails du croisement soient reliées entre elles par d'autres traverses longitudinales, qu'on appelle longrines.

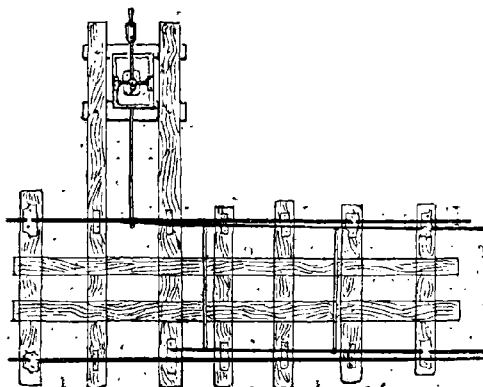


Croisement en biais.

Pour les croisements doubles ou triples ainsi que pour les bifurcations, on se sert de rails mobiles qu'on appelle aiguilles; nom que l'on donne aussi au levier qui sert à les faire mouvoir.

Les deux rails coupés et taillés en biseau (pour adhérer plus parfaitement aux rails voisins) qui composent l'aiguille, sont reliés entre eux par deux tiges de fer qui maintiennent invariable leur écartement; et par

une autre barre de fer, avec le levier au moyen duquel on peut les déplacer et ouvrir ou fermer une voie, selon que le rail aiguille

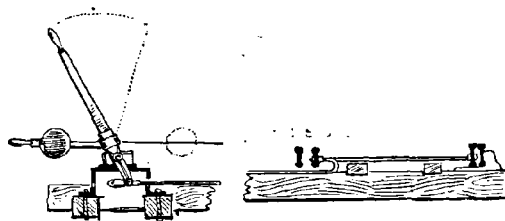


Aiguilles.

sollicité par le levier, vient s'appliquer tout contre ou s'en éloigner.

Tout le monde connaît cette manœuvre que notre gravure explique du reste.

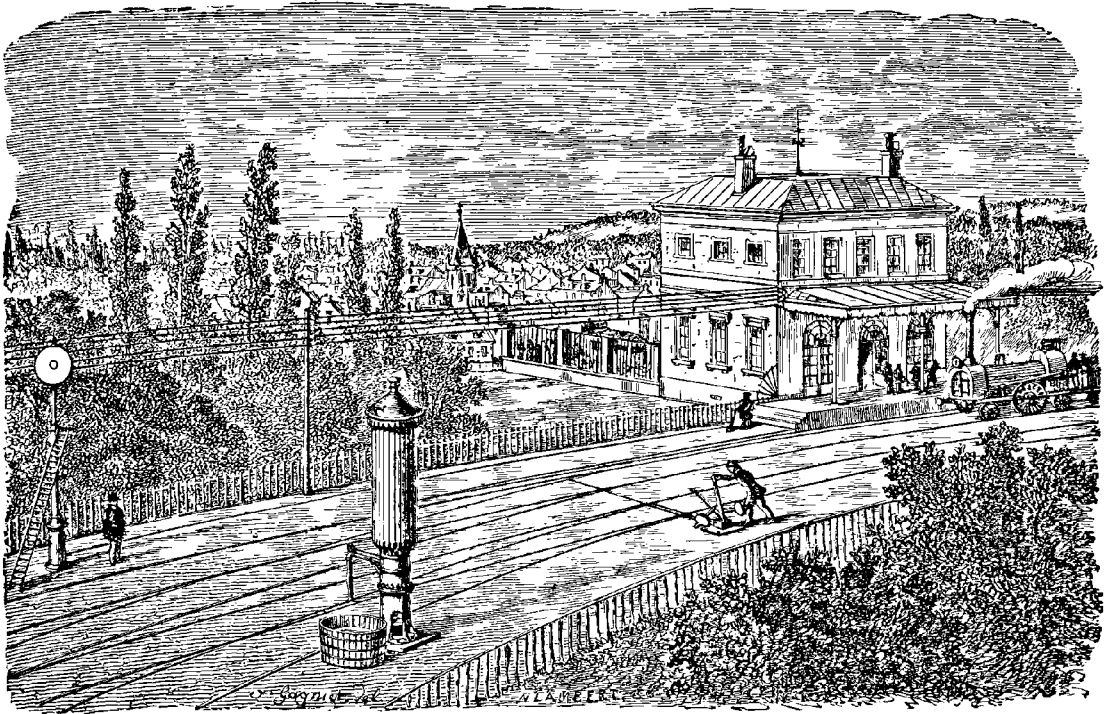
Ajoutons cependant, comme renseignement, que le levier est maintenu à demeure par un contre-poids de façon que si un train lancé sur l'une des deux voies que mettent



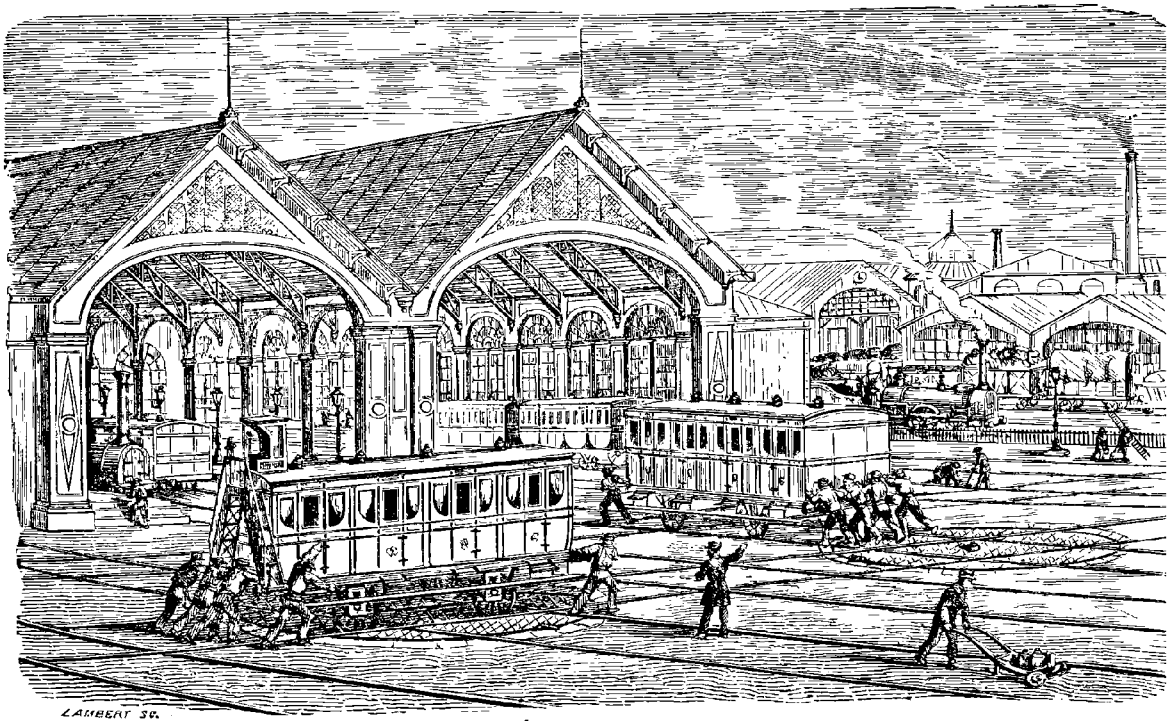
Profil de l'aiguille.

en communication les aiguilles, trouve ces aiguilles fermées, les rebords de ses roues s'engagent entre le rail et l'aiguille, le contre-poids cède à la pression; ce qui fait ouvrir l'aiguille et permet au train de continuer sa marche comme s'il n'avait pas rencontré d'aiguille.

Ce que nous avons dit pour une aiguille s'explique de la même façon pour deux qui sont obligatoires à l'endroit où, comme l'in-

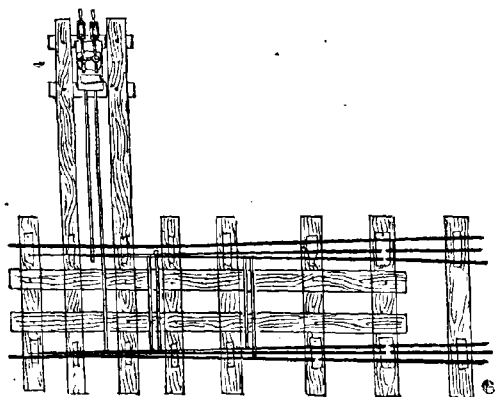


La manœuvre de l'aiguille.



La manœuvre des plaques tournantes.

dique notre gravure, il y a une bifurcation ; et l'on conçoit alors l'emploi des coussinets



Aiguille double.

à joues multiples dont nous avons déjà parlé.

Il faut aussi des coussinets spéciaux pour les aiguilles. Il y en a même de deux sortes : les coussinets d'aiguilles qui n'ont qu'une seule joue (à l'intérieur) l'autre étant remplacée par une surface plane et rabotée pour faciliter le glissement du rail aiguille quand il doit se rapprocher du premier ; et les coussinets de talons d'aiguilles, qui s'emploient pour les croisements doubles ou multiples.

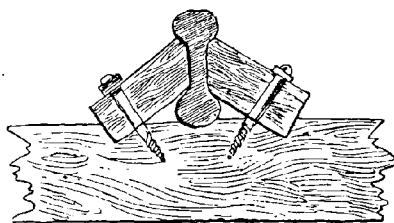
En somme, les coussinets ordinaires pèsent de 9 à 10 kilogr. ; les coussinets de joints 12 à 15 kilogr., ceux de croisements et ceux de contre rails varient entre 10 et 27 kilogr. ceux d'aiguille de 14 à 20 kilogr., ceux de talons 26 à 34 kilogr., ceux de passages à niveau de 16 à 23 kilogr., et ceux de traversée de voie de 13 à 37 kilogr.

Tous, comme on le pense bien, doivent être de qualité parfaite et ne sont reçus que s'ils résistent au choc d'un mouton de 30 kilogr. terminé en demi-sphère pour porter d'aplomb, tombant de hauteurs variables, et à une pression proportionnée à leur poids, mais qui n'est jamais moindre de 3000 kilogr.

Nous ne parlerons ici, que pour mémoire,

de quelques types de coussinets qu'on a expérimentés pour supprimer les traverses, car ils ne sont pas adoptés généralement ; les plus pratiques sont les *coussinets plateaux* qui d'ailleurs ne diffèrent des autres qu'en ce que leur semelle beaucoup plus large se termine en plateau qu'on pose directement sur le ballast, et les *coussinets à cloche* ; employés sur le chemin de fer du Caire à Alexandrie, dans lesquels le plateau est remplacé par un cloche que l'on bourre de ballast.

Il y a aussi le système Barberot, mais il ne supprime pas l'emploi de la traverse ; de fait, il supprime absolument le coussinet, mais il complique en quelque sorte le travail de la pose, car il faut que le rail soit pincé par deux coins de bois debout, arc-



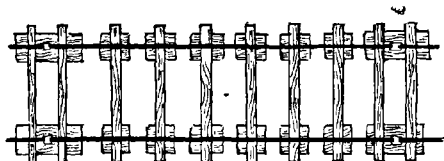
Rail fixé par deux coins de bois debout.

boutés d'un côté à l'intérieur du rail et de l'autre contre la face d'une entaille inclinée, faite dans la traverse.

Un autre système expérimenté par la ligne du Nord, et adopté d'abord, je crois, par le chemin de fer de ceinture, est le système Pouillet qui remplace les longues et coûteuses traverses par des traverses plus légères de 2^m,05 de long sur 16 centimètres de largeur et 5 centimètres d'épaisseur ; mais ces traverses reposent sur des tablettes en bois qu'on appelle tables de pression et auxquelles elles sont fixées par des boulons, de sorte que l'économie n'existe plus.

Il est vrai que le système donne à la voie une grande stabilité, mais il est d'un entretien si difficile qu'on l'a tout à fait abandonné.

Les aiguilles se placent surtout aux abords des stations ; c'est là, en effet, qu'elles sont le plus utiles, et dans les gares où il y a un mouvement de trains considérable, elles sont très multipliées et confiées à des

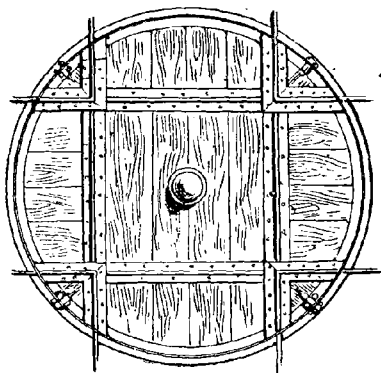


Traverses du système Pouillet.

hommes expérimentés, que l'on juge incapables d'oublier qu'une erreur de leur part peut compromettre la vie de quelques centaines de voyageurs.

Néanmoins, comme moyens de changement de voies, elles ne sont pas suffisantes aux besoins du service, surtout dans les gares têtes de lignes, où il faut à chaque instant manœuvrer des locomotives, des voitures, soit pour composer des trains sur leur voie de départ, soit pour remiser le matériel sous les hangars.

Pour cela on a inventé les plaques tournantes, qui munies extérieurement de frag-



Une plaque tournante (plan horizontal).

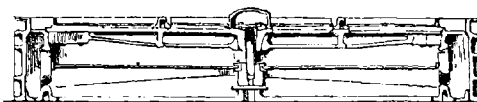
ments de rails viennent les adapter comme l'on veut à ceux de la ligne sur laquelle on a besoin de rouler des wagons.

La plaque tournante est un plateau circulaire, quelquefois en bois, le plus souvent

en fonte, monté sur un pivot central placé dans une ferme en maçonnerie, dont les bords sont soutenus par différents moyens, selon les exigences de l'emplacement.

Elle se compose de trois parties distinctes : la partie fixe, la partie mobile, et les galets, espèces de roulettes destinées à rendre le mouvement de rotation plus facile et plus doux.

La coupe que nous donnons de cette machine en fera comprendre tous les détails savoir : la cuve d'enceinte ; le cercle de roulement fixe, espèce de chemin de fer circulaire dans lequel manœuvrent les roulettes appelées galets ; et la crapaudine qui porte le pivot ; le tout posé sur une fondation, que l'on fait quelquefois en maçonnerie mais le plus souvent en sable pilonné, par couches



Coupe de la plaque tournante.

minces, après arrosage ; les autres lignes sont celles de la charpente que fera mieux comprendre encore notre plan horizontal, divisé en deux parties, le dessous et le dessus.

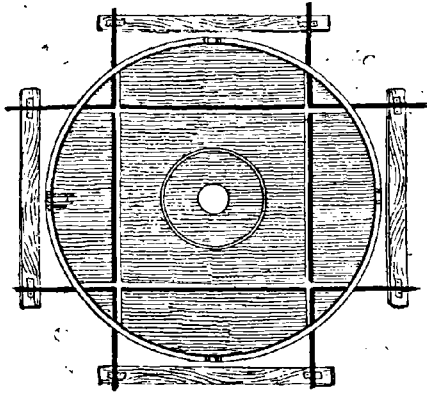
Le dessus indique la pose des rails, et la place du verrou au moyen duquel on fixe la plaque tournante, au point où l'on a besoin de l'avoir.

Quant à l'emploi de cette machine il est si simple, que je ne l'explique point, notre gravure s'en chargeant de reste.

Je dirai seulement que les plaques tournantes sont de plusieurs sortes et varient de dimensions selon qu'elles doivent servir seulement pour des voitures, ou pour des locomotives seules, ou pour des locomotives avec leur tender.

Dans le premier cas, les plaques tournantes ont 4^m,50 de diamètre et coûtent environ 5,000 francs ; dans le second elles ont 6 mètres et reviennent à près de 7,000 francs ; dans le troisième, le plus rare d'ailleurs, et

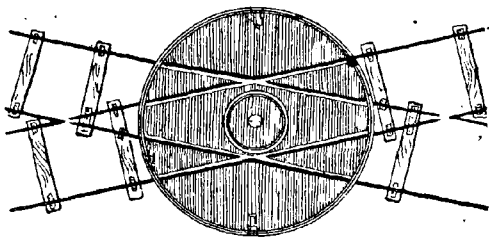
employé seulement aux abords des remises à locomotives, elles atteignent 12 mètres de diamètre et coûtent environ 15,000 francs.



Plaque tournante servant au raccord de deux voies perpendiculaires.

Les plaques tournantes diffèrent aussi extérieurement, par leur situation et par les services qu'on en attend; elles peuvent être posées isolément ou par séries, selon la disposition des voies.

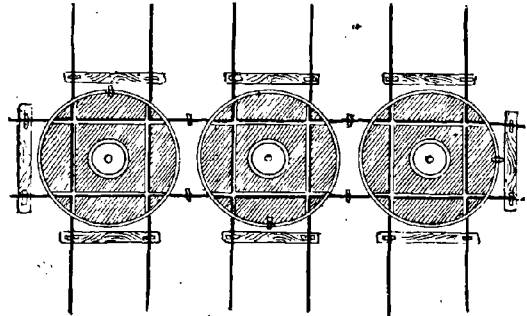
Aussi lorsqu'il s'agit seulement de mettre en communication deux voies perpendiculaires l'une à l'autre, une plaque suffit, et ses rails se croisent à angle droit, de façon à se raccorder avec les voies, sans interrompre aucune ligne, comme dans la gravure ci-dessus.



Plaque tournante pour deux voies obliques

Lorsque les deux voies sur lesquelles il faut agir se rencontrent obliquement, les quatre rails de la plaque se croisent en forme d'*X*, selon l'angle nécessaire au raccord parfait.

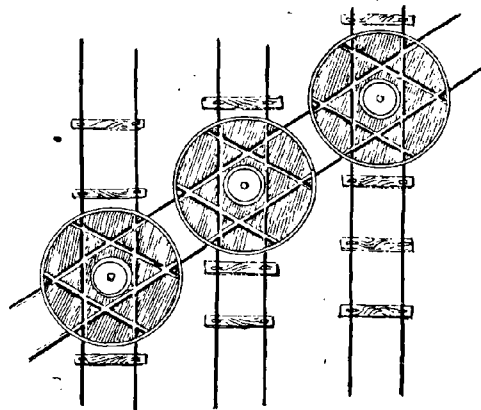
Mais dans les grandes gares où les voies sont nombreuses et où le mouvement des voitures est considérable, les plaques tournantes sont généralement posées par séries de trois.



Plaques pour trois voies parallèles, coupées par une perpendiculaire.

Pour trois voies parallèles, coupées par une voie perpendiculaire, les plaques tournantes sont du modèle que nous avons indiqué en premier lieu.

Pour trois voies parallèles, coupées par une voie oblique, les plaques sont chargées



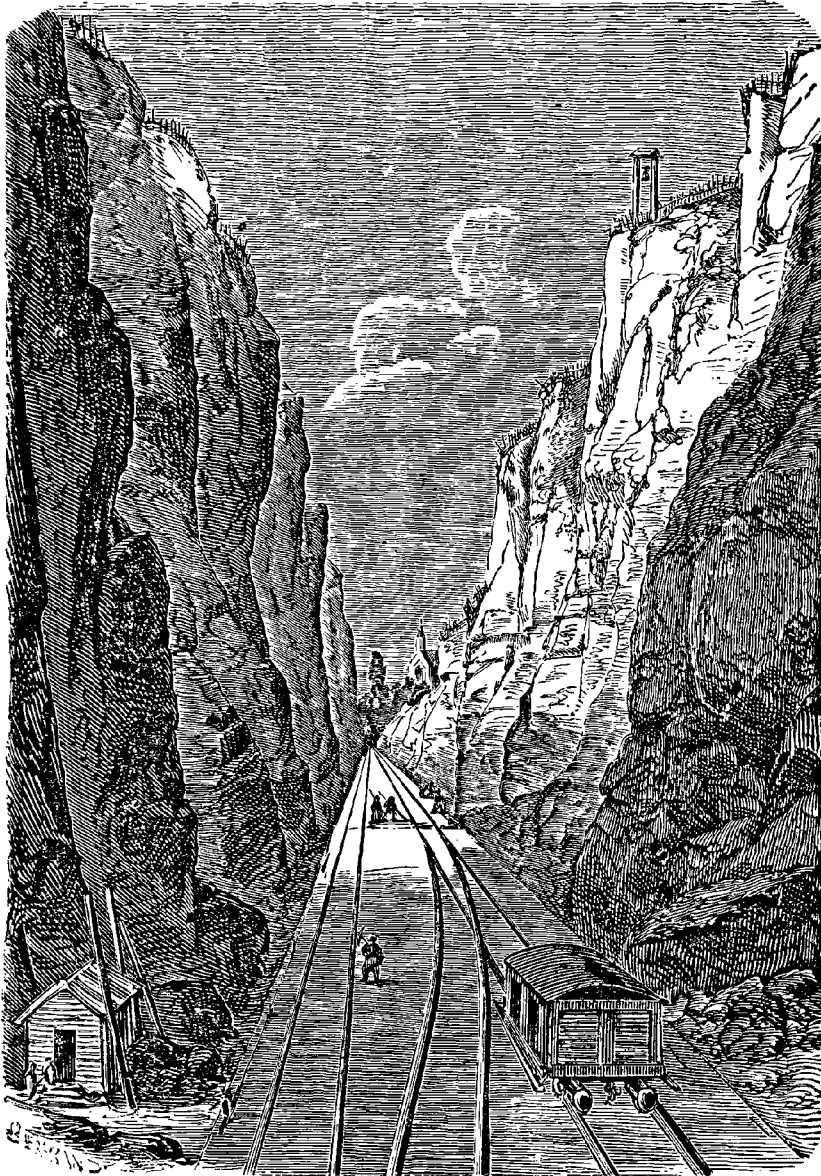
Plaques pour trois voies parallèles, coupées par une oblique.

de six bouts de rails qui s'entrecroisent en forme d'étoile.

On remplace assez souvent maintenant les séries de plaques tournantes, par un chariot, soit mû à bras d'hommes ou par

la vapeur, qui, roulant sur la voie transversale, amène les wagons sur celle où l'on a besoin de les transporter.

Ce système est infiniment plus économique que la construction des plaques tournantes, mais il ne peut être employé partout.



La tranchée de Plouaret, creusée dans le roc.

S'il est inappréciable dans les gares de marchandises; dans certaines gares de voyageurs, j'entends de celles qui sont outillées depuis longtemps et n'ont pas tout l'espace

dont elles voudraient disposer, il serait un embarras, quelquefois même un danger pour la composition des trains, à l'heure (précisément à celle où l'on en aurait besoin)

où les gares sont presque toujours encombrées.

La voie posée, on s'occupe du ballastage définitif de la ligne.

Nous avons déjà dit comment se faisait cette opération, et l'on comprend aisément que la matière qui devient ballast varie selon les localités.

En Belgique, par exemple, où le sable et la pierre manquent, on fait du ballast avec des briques cassées et des scories de forges, ce qui rend les mêmes services de préservation et de consolidation; du reste tout ballast est bon quand il permet l'écoulement rapide des eaux, et c'est pour cela que les détritux marneux, argileux et la craie sont mauvais.

Les Américains emploient peu ou point de ballast; en revanche les traverses sont bien plus nombreuses sur leurs chemins de fer que sur les nôtres. Mais chez eux le bois n'est pas assez cher pour qu'ils croient utile de l'économiser.

Il est pourtant des circonstances où un bon ballast est indispensable : pour les travaux d'art, sur les ponts et les viaducs notamment, que le plancher soit en maçonnerie ou en fer.

Si l'on ne jettait pas dessus, cette couche de menus matériaux qui fait matelas pour amortir les secousses, le poids énorme des trains qui les traversent à toute vitesse, aussi bien que le mouvement de trépidation qu'ils y imprimant, disloquerait peu à peu les ponts et userait infiniment plus vite le matériel roulant.

Cette observation nous amène à parler enfin des travaux d'art; aussi bien ne nous manque-t-il plus que cela pour connaître tous les détails de la construction d'une ligne.

- II

LES TRANCHÉES ET LES REMBLAIS

Nous ne faisons qu'un seul chapitre des déblais et des remblais, d'abord pour em-

brasser d'un coup les opérations de terrassement, qui n'entrent à proprement parler dans la catégorie des travaux d'art que par leurs côtés exceptionnels; ensuite parce que souvent ces deux opérations, qui sont pourtant le contraire l'une de l'autre, ne font qu'une.

En effet, si l'on pratique une tranchée, c'est pour ouvrir à la ligne son passage au travers d'une butte ou d'une colline; or, comme la colline est nécessairement précédée ou suivie d'un vallon, il en résulte donc qu'il y aura un remblai à faire immédiatement avant ou après la tranchée.

Dans ce cas, qui est le plus fréquent, les terres enlevées de la tranchée sont transportées dans le creux et servent à construire le remblai, c'est ce qu'on appelle opérer par voie de compensation.

C'est d'ailleurs le système le plus économique à tous les points de vue; car s'il va plus vite et coûte par conséquent moins de main d'œuvre aux compagnies, il a encore l'avantage de n'ôter à l'agriculture que juste les terres nécessaires à la construction de la route.

Les opérations de la tranchée consistent : 1° dans le fouillage, qui se fait au pic ou à la pioche, de façon à rendre la terre assez friable pour être enlevée à la pelle; 2° dans le jet à la pelle, 3° dans le transport, qui se fait à la brouette si la tranchée est peu importante et le remblai très voisin, au tombereau, ou au wagonnet si la distance à parcourir est plus ou moins grande.

L'opération du remblai comprend : le chargement, le nivellement, le pilonnage et le dressement des talus.

Nous reparlerons du reste de tout cela en détail, examinons d'abord les cas où tranchée et remblai ne se font pas d'un seul coup.

C'est d'abord quand les matériaux extraits de la tranchée, ne sont pas de nature à constituer une bonne chaussée, ensuite lorsque la distance de la colline au vallon est assez

éloignée pour rendre le transport trop coûteux, ou que le cube du déblai à faire dépasse celui du remblai le plus voisin; alors on dépose en cavalier de chaque côté du chemin les terres provenant de la tranchée; c'est ce qu'on appelle opérer par voie de dépôt.

Par contre, le remblai correspondant ne pourra être fait qu'à l'aide des matériaux empruntés aux terrains les plus voisins, d'où on l'appelle : remblai par voie d'emprunt.

Ce système laisse de doubles traces le long des voies : de chaque côté des tranchées, d'énormes talus qu'on est souvent obligé de consolider par des murs de soutènement; et près des remblais, sous les apparences d'excavations où séjournent les eaux pluviales, ou de longues bandes de terrain en contre-bas d'où la végétation a complètement disparu par la raison toute naturelle qu'on a enlevé toute la terre végétale.

Les nécessités locales obligent quelquefois de recourir à un troisième système encore plus coûteux, c'est quand on est obligé de creuser une tranchée dans le roc; car, alors, il faut que les matériaux, souvent très difficiles à extraire, et qu'on n'arrache par blocs qu'en faisant jouer la mine; disparaissent complètement.

Il est vrai qu'on les utilise comme pierres à bâtir et qu'on emploie les petits éclats pour faire du ballast.

Voyons maintenant comment s'opère une tranchée.

On l'attaque généralement par les deux extrémités à la fois, pour accélérer l'opération; mais, d'un côté comme de l'autre, le travail est le même.

Si la tranchée ne doit pas avoir plus de cinq à six mètres de profondeur, on creuse d'abord dans l'axe de la voie, une fosse un peu plus large qu'un wagon de déblai, et qu'on appelle *goulet* ou *cunette*, dont on enlève les terrains à la brouette et au tombereau, jusqu'au moment où la cunette est ter-

minée, dans toute la longueur de la tranchée, on installera au fond deux lignes de rails, sur lesquels les wagons spéciaux aux travaux de terrassements, pourront circuler librement, trainés par des chevaux; il est même d'usage, pour faciliter leur démarrage, de creuser la cunette en pente douce dans la direction de l'endroit où l'on doit décharger les wagons, c'est-à-dire, si l'on opère par voie de compensation, sur l'axe du remblai le plus voisin.

La cunette finie, la ligne installée, il reste de chaque côté, comme l'indique notre dessin, deux masses de terre qu'il s'agit de faire disparaître pour que la tranchée atteigne sa largeur normale, opération toute simple, puisque, au fur et à mesure qu'on attaque les massifs de terre, on fait tomber les matériaux dans les wagons qui se trouvent en contre-bas.

Voilà pour la tranchée ordinaire; mais il arrive souvent, — du moins il arrivait souvent alors que, n'ayant pas les moyens de traction suffisants, on évitait les rampes le plus possible, — qu'on se trouvait en face d'une colline qu'il fallait creuser, de 15 à 20 mètres.

Dans ce cas, qui se présente encore, — puisque les chemins de fer qui restent à faire sont généralement ceux qui présentent le plus d'obstacles à surmonter, — on entreprend la tranchée par étages successifs, qui seront aussi nombreux qu'il y aura de fois 5 ou 6 mètres à creuser pour arriver à l'assiette de la voie.

L'opération est d'ailleurs la même, on fait d'abord le premier goulet; sitôt que les wagons peuvent y passer, on déblaie à côté pour installer une nouvelle voie, de façon à pouvoir attaquer à la fois les deux massifs qui bordent la cunette.

Quand ils sont abattus et que l'étage supérieur est creusé à la largeur voulue, on pratique un goulet dans le second, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on soit au fond de la tranchée.

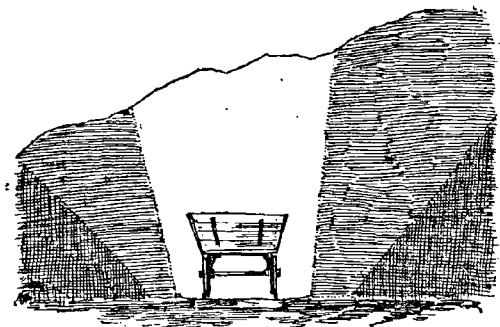
Les remblais se pratiquent : avec la pelle, la bêche et le louchet, pour les premières couches de terrain, qu'elles soient composées de sable, d'argile, de terre végétale, de tourbe et même de marnes ; lorsque le sol offre plus de résistance, on emploie le pic et la pince : le pic sert à faire des saignées dans lesquelles on enfonce des coins, de façon à former des tranches que l'on enlève avec la pince, faisant levier.

Il va sans dire qu'au fur et à mesure que l'ouverture s'élargit, on établit des doubles ou triples voies, et même des aiguilles, s'il est nécessaire, pour que le transport des wagons pleins ne gêne pas le retour des

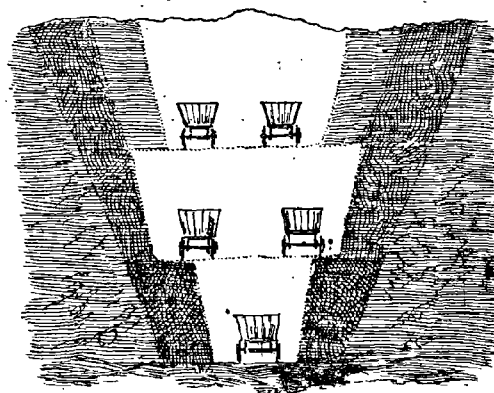
wagons vides, lesquels sont, comme on le pense bien, construits de façon à pouvoir se décharger par l'avant ou par le côté, selon la position du remblai à faire ; car on ne se sert presque plus pour faciliter le déchargement, de ces espèces de ponts en charpente, circulant au besoin sur des rails posés au pied du remblai et qu'on appelait des *baleines*.

On comprend aussi que si le système que nous venons de décrire est excellent pour les tranchées à creuser dans de la terre, il est insuffisant lorsqu'il s'agit de s'ouvrir un passage dans le roc vif.

Là il faut procéder autrement et avoir



Coupe d'une tranchée ordinaire.



Coupe d'une tranchée profonde.

recours à la pointerolle, dans le rocher médiocrement dur, et au fleuret et à la barre de mine pour creuser les trous qui recevront la poudre dans le roc.

Il est vrai qu'on a maintenant des moyens plus expéditifs, depuis l'invention de la machine perforatrice qui a servi à creuser le mont Cenis, et dont nous parlerons plus loin, mais la tranchée de Plouaret que représente notre gravure, a été ouverte à la mine aussi bien que la coupée de l'Escaillon (entre Marseille et Toulon) et bien d'autres encore qu'il serait sans intérêt de citer, puisqu'on ne les compte plus maintenant sur les lignes nouvelles, comme celles du Dauphiné et du Saint-Gothard, qui escala-

nant des montagnes, semblent se jouer des difficultés en faisant entrer la féerie dans le domaine de la réalité.

Ce n'est pas une raison pour ne pas dire quelques mots des tranchées les plus considérables des chemins de fer de construction moins récente.

Une des plus remarquables est celle de La Loupe (chemin de fer de l'Ouest) qui a 4 kilomètres de longueur sur une profondeur qui atteint jusqu'à 16 mètres ; elle a exigé le déblaiement de onze cent mille mètres cubes de matériaux.

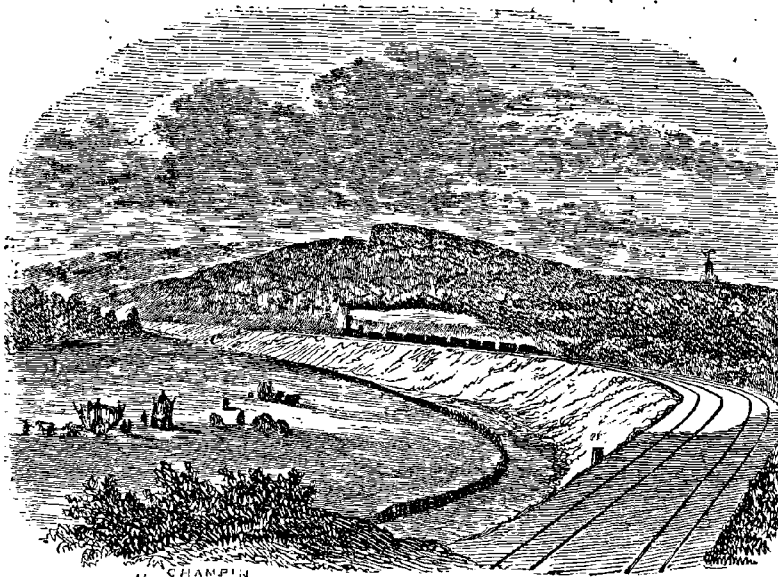
De même importance au point de vue cubique, est la tranchée du Tring sur le chemin de Londres à Birmingham.

La tranchée de Gadelbach, entre Ulm et Augsburg, a fourni un million de mètres cubes de remblais.

Celle de Poincy, sur la ligne de Strasbourg (2 kilom. de longueur), ne représente que cinq cent mille mètres cubes, celle de Pont-sur-Yonne, sur le chemin de fer de Lyon, est moins longue, mais plus profonde, de sorte qu'elle cube autant, sinon un peu plus.

Pour en trouver de plus encaissées il faut aller, d'ailleurs, jusqu'en Californie, car la tranchée de Bloomer, sur le chemin de fer du Pacifique atteint 21 mètres de profondeur dans un parcours de 250 mètres.

N'oublions pas les deux tranchées qui encadrent le grand remblai de Malaunay sur la ligne du Havre, elles ont leur intérêt, car elles ont fourni les matériaux au rem-



Un remblai.

blai qui cube 600,000 mètres, ce qui a permis (le cas est rare pour des tranchées de cette importance) d'opérer par voie de compensation.

Mais la tranchée creusée, les terres relevées en pente douce de chaque côté, il ne faut pas croire qu'elle soit terminée : c'est alors que commencent les travaux d'art, car dans la plupart des cas, les terres ne tiendraient pas et menaceraient la voie d'éboulements continuels.

Il faut donc les consolider : on a pour cela plusieurs moyens.

Le plus radical est le mur de revêtement, indispensable lorsqu'on est en présence des terrains friables à l'excès ; puis le mur de

soutènement, élevé seulement à mi-hauteur de la tranchée, quand les terrains présentent plus de résistance, puis encore des arcades en maçonnerie, et surtout des rigoles pierrées pour faciliter l'écoulement des eaux, cause la plus ordinaire des éboulements.

Quelquefois même, une plantation d'arbustes, un bon gazonnement suffisent à retenir les terres qui bordent les tranchées, lorsque celles-ci ne sont pas très profondes, mais c'est une exception sur laquelle il ne faut pas trop compter, car on se trouve souvent en présence de terrains qu'on appelle avec raison : dangereux et contre lesquels on prend des précautions extraor-

dinaires. C'est surtout lorsque le sol est formé de couches perméables de sable, alternant avec des roches en menus fragments et des couches d'argile imperméables, qu'il faut procéder avec énergie, car les eaux provenant des pluies s'infiltrent dans les premières couches et viennent détrempier la surface de l'argile qui devient alors glissante et savonneuse et retient d'autant moins les terres, que les talus ont toujours une inclinaison considérable.

Dans ces natures de terrains, les éboulements seraient donc certains, ils peuvent du reste être dûs encore à d'autres causes, car les terres de cette espèce sont sujettes, selon qu'elles sont ou plus moins sèches, à de grandes variations de volume, qui suffiraient, dans certains cas, à déterminer un éboulement, si l'on ne prenait le soin de détruire ce qu'on appelle l'effet du *foisonnement* — produit d'ailleurs par toutes les terres fraîchement remuées, qui occupent plus de volume qu'elles n'en avaient en place — par un fort pilonnement et par l'application sur les parois des tranchées, d'une épaisse couche de bonne terre, également pilonnée avec soin.

Mais cette précaution, toujours bonne à prendre, ne remédie point aux glissements sur les couches argileuses; pour cela on a d'ailleurs trouvé autre chose, deux systèmes que l'on emploie isolément ou simultanément, selon les cas.

Le premier, qu'on s'expliquera très facilement par notre gravure, consiste dans l'assainissement du terrain par un drainage bien établi, soit avec des tuyaux soit avec des fossés remplis de cailloux bien lavés. Le plus souvent, ce sont des tuyaux que l'on place de distance en distance dans le corps même du talus, mais les collecteurs dans lesquels ils viennent se déverser sous la voie sont des fossés.

Ce système est employé avec succès, non seulement contre les terrains argileux, mais

encore presque toujours contre les terres sablonneuses, ou les marnes susceptibles d'être délayées par les eaux.

Cependant il ne réussit pas partout et il faut alors recourir au second système qui est né, comme presque tous les procédés de construction des chemins de fer, de la nécessité où l'on était de vaincre une difficulté, jusqu'alors insurmontable.

Le cas s'est présenté pour la première fois quand il s'est agi d'établir définitivement un remblai au Val-Fleury, près de Meudon (sur la ligne de Versailles).

Dans ce Val-Fleury, où il a fallu aussi implanter les fondations d'un viaduc, le sol, composé d'une couche sablonneuse, pénétrée d'eau, et reposant sur de l'argile, était tellement dangereux qu'on avait renoncé dès l'abord à asseoir un remblai dessus, et qu'on avait préféré le remplacer par une estacade de charpente, sur laquelle le chemin de fer passa longtemps.

Mais au bout de sept ans, l'estacade ne présentant plus la sécurité suffisante, on s'est décidé, coûte que coûte, à établir l'indispensable remblai.

Les ingénieurs ont cherché, et ce qu'il y a de mieux, ont trouvé le moyen de dessécher la couche aquifère par le moyen de deux rangs de pierrées verticales, espacés de dix mètres l'une de l'autre et descendant jusqu'au solide, c'est-à-dire à la couche de craie absorbante, qui fait suite à l'argile. Ces pierrées, maintenues par des charpentes, non fermées, absorbent toutes les eaux de la couche sablonneuse qui s'écoulent, par des rigoles, dans un grand puisard creusé tout exprès dans la craie.

C'est ce moyen, modifié selon les cas, que l'on emploie pour consolider les talus des tranchées creusées dans les terrains sablonneux, qui résisteraient au drainage.

Comme on le pense bien, les procédés varient du reste selon les différentes natures du sol. Ainsi, si l'on fait une tranchée dans un terrain dont le fond est compact, mais

dont les couches supérieures sont perméables, il faut encore recourir aux pierrées, mais on opère d'une autre façon et, comme on est assuré de trouver le solide, on se contente de faire un talus en pierres sèches, s'enfonçant de distance en distance à angles aigus dans le sol compact, et l'on réserve à mi-hauteur des cuvettes pour l'écoulement des eaux, qui y sont amenées d'en haut par des rigoles. Si, au contraire, on est en présence de terrains mous à l'extrême, non seulement on est obligé de recourir à des revêtements en pierre sèche pour consolider les talus de la tranchée, mais encore, le plus souvent, on fait sur cette couche solide un nouveau revêtement en maçonnerie, qui, selon le degré de non-résistance de la terre, atteint tout ou partie de la hauteur du talus.

Nos gravures expliqueront du reste ces différents systèmes qui ne sont certainement pas les seuls, mais qui sont très efficacement employés.

Arrivons maintenant aux remblais — qu'on opère par voie de compensation ou par voie d'emprunt, le travail est identique.

Pour les remblais de peu d'étendue, qui ne nécessitent pas l'emploi des wagons de terrassement, on dépose les terres par couches sur la surface entière, de façon à ce qu'elles soient sans cesse comprimées par les brouettes ou les tombereaux qui amènent les matériaux nouveaux; les remblais faits ainsi sont, du reste, les plus solides, pourvu qu'on ait soin de *régaler* la terre au fur et à mesure qu'elle arrive, pour bien dresser la surface.

Quant ils sont à la hauteur voulue, c'est-à-dire, en tenant compte du tassement, un peu plus haut qu'il ne faut, on les pilonne soigneusement et tout est dit, si la nature du terrain ne fait pas naître de difficultés; car il arrive quelquefois que le sol s'affaisse sous le poids des terres rapportées et alors il faut remédier à cet inconvénient, soit en faisant le remblai avec des matériaux plus

légers, tels que : plâtras, débris de construction, ou scories de houille; soit, si la disposition du terrain le permet, en élargissant la base du remblai de façon à répartir la charge sur une plus grande surface.

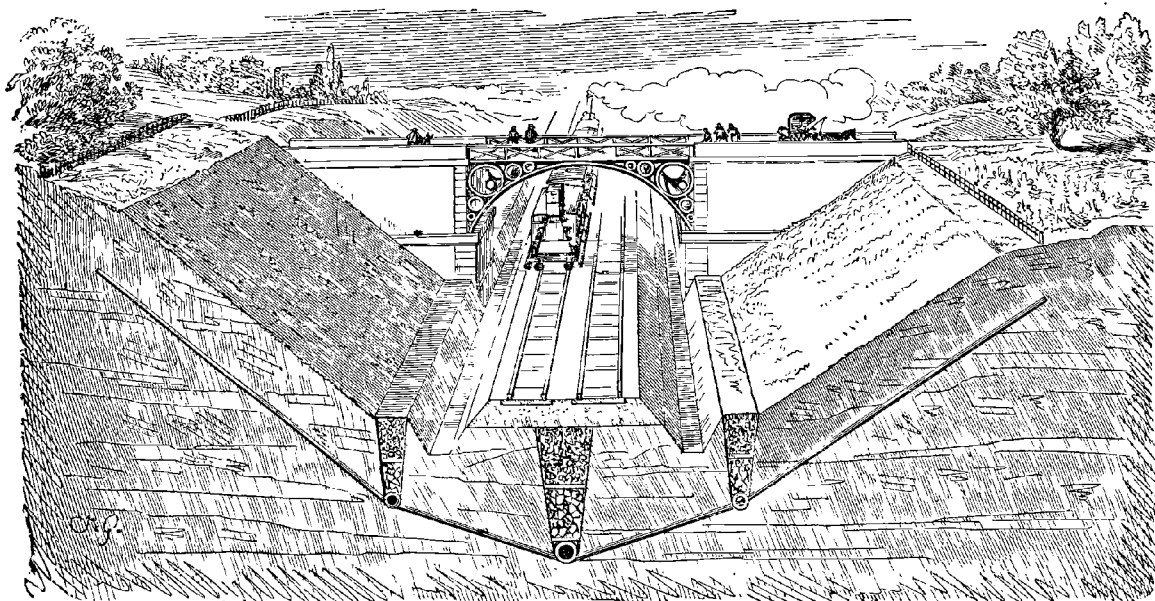
Quand, par mauvaise fortune, l'un ou l'autre de ces deux moyens ou même les deux réunis, sont insuffisants à donner de la stabilité à la voie, c'est qu'on s'attaque à des terrains mouvants, qu'il faut consolider avec des fascines, des pilotis et du béton, comme nous l'avons dit précédemment.

Il se présente même des cas où aucun de ces systèmes n'est assez énergique; par exemple, lorsque l'on a affaire à des terrains d'apparence solide mais qui se tassent sous le poids comme cela est arrivé pour le remblai de la Meauce près de Provins (ligne de l'Est) qui a pénétré à cinq mètres de profondeur dans le sol.

Le remblai de Sèvres a présenté une difficulté d'un autre genre, les terrains sur lesquels il s'appuie étaient tellement mouvants que les talus s'affaissaient continuellement; alors on a enfoncé verticalement sur chacune des faces du remblai de nombreux plateaux de chêne réunis entre eux par des boulons de fer, traversant toute la masse du remblai à deux mètres au-dessous de la voie.

Placées dans cette espèce d'encaissement les terres ne bougent plus; il n'en a pas moins fallu les consolider encore: d'un côté, avec un rang de pieux reliés par des palplanches, tandis que de l'autre on a établi des pierrées pour dessécher le terrain.

Pour les remblais importants, qui se font au wagon, on procède tout autrement: au lieu d'étendre les matériaux par couches successives, on les verse par masses sur toute la hauteur à la fois. Ce qui s'explique, du reste, puisque les wagons ne pouvant servir qu'à l'extrémité de la voie provisoire il faut bien pouvoir prolonger cette voie, au fur et à mesure que le travail avance, pour que les terres puissent être déchargées à l'endroit utile.

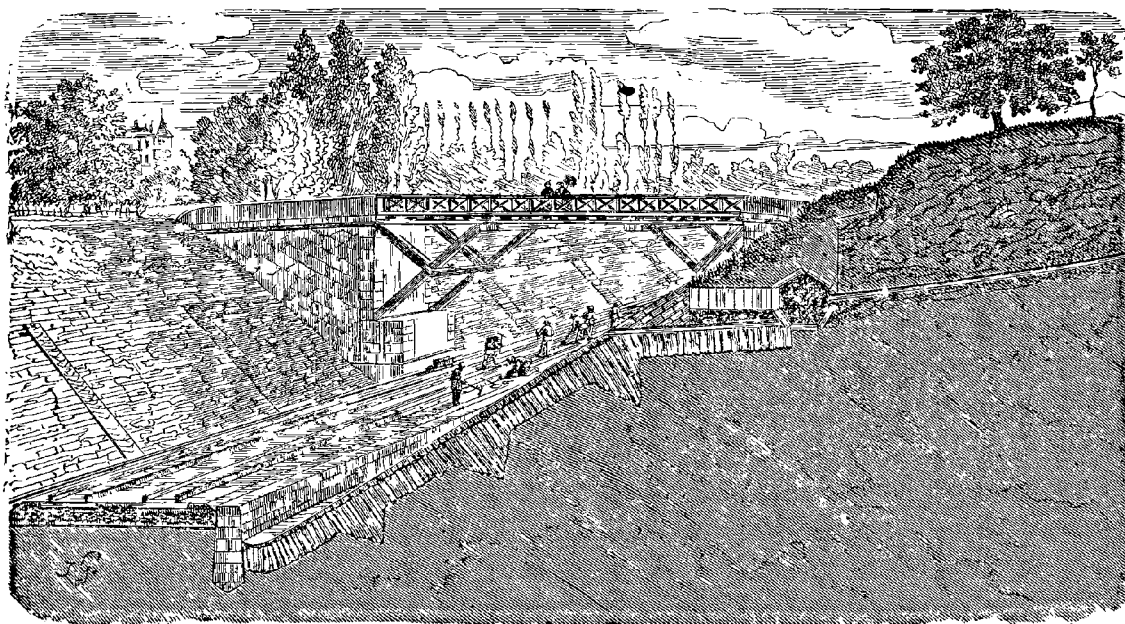


Coupe d'une tranchée dans un terrain marneux, desséché au moyen du drainage.

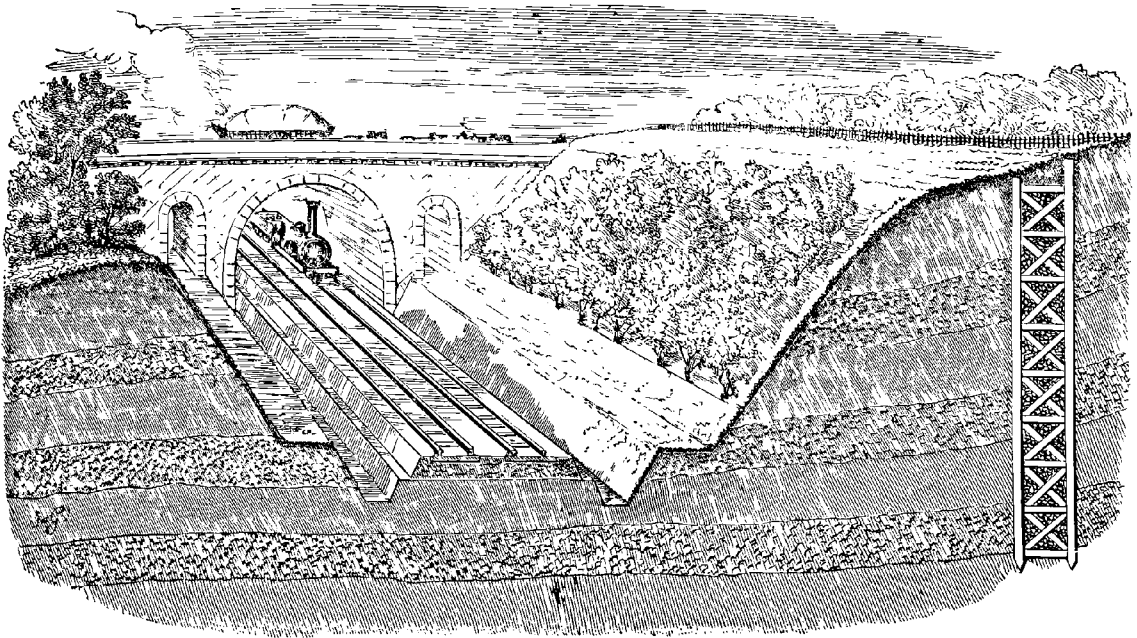
Donc, on termine complètement, en *régalant* et en pilonnant au mieux la partie la plus voisine de l'extrémité des rails; après quoi on ajoute sur le remblai même, de nouveaux rails, qui permettront de faire une nouvelle section, et ainsi de suite jus-

qu'à ce que le remblai soit complètement achevé.

Par la méthode anglaise les wagons chargés sont amenés, en nombre suffisant pour former un train, à une certaine distance de l'extrémité du remblai.



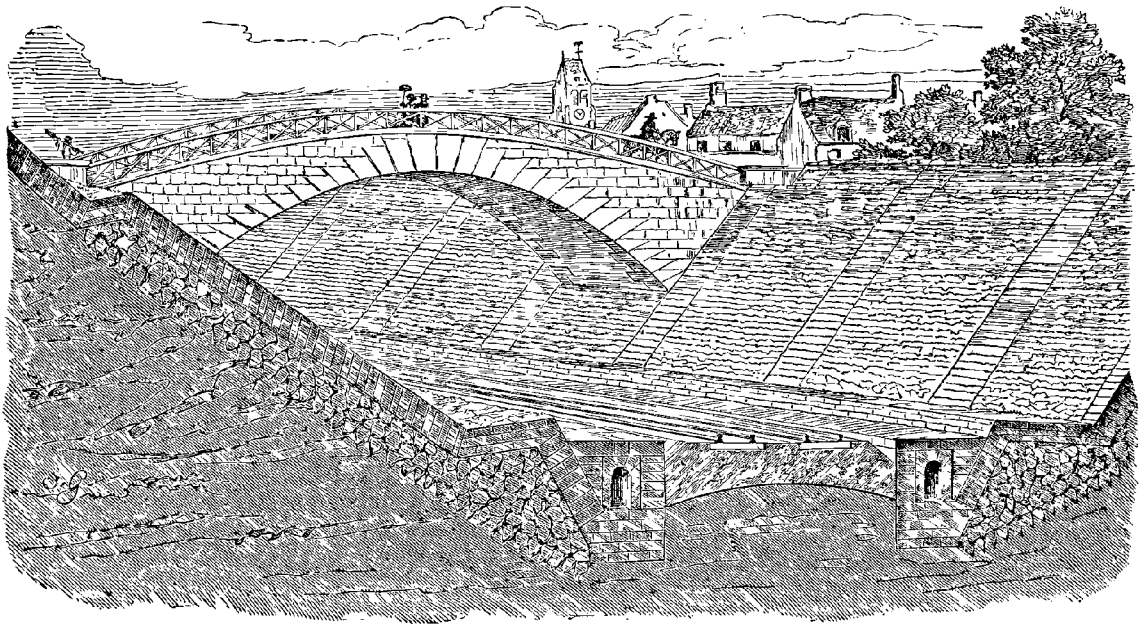
Coupe d'une tranchée dans un terrain compacte surmonté de couches perméables, et assaini par un talus en pierres sèches avec cuvettes.



Coupe d'une tranchée dans l'argile et le sable, assainie au moyen d'une pierrée en amont.

Arrivés là, on détache le premier auquel on attelle un cheval qui l'entraîne au trot ; quand il n'y a plus qu'une vingtaine de mètres à parcourir, le conducteur, qui a eu le soin de tenir son cheval en dehors de la

voie, décroche la prolonge qui servait à l'atteler et l'arrête, tandis que le wagon, qui a acquis de l'élan par une marche accélérée, continue à rouler jusqu'à ce qu'il atteigne le bout de la voie.



Coupe d'une tranchée dans un terrain très mou soutenu avec des murs en pierres sèches.

A cet endroit, il butte dans des traverses empilées à dessein, le choc le fait culbuter et la terre qu'il contient se décharge naturellement sur le remblai à faire.

On le gare alors sur la voie de retour pendant que le cheval remorque le second wagon, qui viendra se vider de la même manière et ainsi de suite pour tous ceux qui composent le train.

On estime que, par cette méthode, une équipe peut décharger une centaine de wagons par jour; résultat médiocre et bon seulement pour les remblais de peu de volume, puisqu'il ne met en place que cent mètres cubes de matériaux par journée de travail.

La méthode française peut faire trois ou quatre fois plus de besogne, il est vrai qu'elle demande une installation plus coûteuse, des équipes plus nombreuses. Il faut d'abord prolonger la tête du remblai par un pont mobile en charpente, reposant sur des tréteaux roulants, qu'on ne saurait mieux comparer qu'à ces grandes échelles doubles dont on se sert pour tailler les arbres d'agrément.

Ce pont doit être assez long pour contenir tout le train, dont les wagons se sont déchargés l'un après l'autre avant de passer dessus, d'où ils reviennent sur leurs pas, pour retourner au chantier où s'extrait les matériaux, c'est-à-dire dans la tranchée la plus voisine.

Il va sans dire que ces wagons sont de plusieurs sortes : les uns, s'ouvrant par le devant ou par l'arrière, sont destinés à verser les terres à la tête du remblai, de façon à former ce qu'on appelle le noyau.

Les autres, s'ouvrant par les côtés, servent plus spécialement à établir les faces du remblai. Quant aux voies sur lesquelles roulent les wagons, elles sont aussi des deux sortes : voies avec rails définitifs, c'est-à-dire celles-là même qui serviront pour l'établissement du chemin de fer; et voies avec des rails d'entrepreneurs, moins solides, mais beaucoup moins coûteuses.

On ne se sert, du reste, de ces dernières que pour des travaux d'une importance secondaire, où l'emploi des wagonnets traînés par des chevaux est suffisant.

Ce procédé est plus expéditif, et partant plus économique, mais il ne donne pas les mêmes résultats de solidité que le remblai au tombereau, qui se trouve pilonné de lui-même par les roues des véhicules et le piétinement des chevaux; il est vrai que ce système ne peut pas être employé par tous les temps dans certains terrains, qui sont impraticables après les grandes pluies; tandis que le service des wagons ne souffre aucune interruption.

C'est cette considération qui le fait adopter généralement pour les remblais importants. Reste à l'ingénieur à prendre ses précautions pour éviter les tassements, et les éboulements qui proviennent le plus souvent de la non-homogénéité des matériaux employés à faire le remblai.

Il peut se présenter, du reste, tant de circonstances de temps et de lieux susceptibles de nuire à la bonne exécution du travail, que la théorie ne saurait les prévoir toutes; c'est la pratique qui se charge de les vaincre.

C'est surtout à cause de cela que nous ne précisons rien sur la largeur des remblais, sur l'inclinaison des talus, qui n'est pas toujours proportionnée à leur hauteur, mais dépend souvent de la nature du sol, du choix des matériaux employés et surtout du prix des terrains.

On comprend très bien qu'aux abords des grandes villes, où les expropriations atteignent des chiffres considérables, on couvre le moins de terrain possible; si l'on a des remblais à faire, on ne les assied pas sur une large base, mais on compense la solidité que leur aurait donné cette grande assise, en les revêtant extérieurement d'un mur de soutènement en maçonnerie ou simplement en pierres sèches.

Du reste, tous les moyens, dont nous

avons parlé pour maintenir les terres qui bordent les tranchées, sont employés, dans les mêmes cas, pour la consolidation des remblais.

Dans la catégorie des remblais, il faut ranger les chaussées, que l'on construit pour permettre à la ligne de traverser les terrains marécageux, les levées nécessaires dans les parcours qui bordent les rivières ou les torrents, et les barrages, indispensables sur les côtes pour mettre la voie ferrée hors des atteintes des plus grandes marées.

L'un des ouvrages les plus importants en ce genre est le barrage de l'Escaut, construit, en 1867, sur le bras oriental de ce fleuve pour donner passage au chemin de fer de Berg-op-Zoom à Flessingue et relier l'extrémité méridionale de l'île de Walcheren au continent.

C'était un travail vraiment gigantesque que d'endiguer un fleuve dont la largeur atteint près de quatre kilomètres, pourtant il n'a fallu que trois mois pour l'accomplir, du moins pour arrêter cette branche de l'Escaut à quelques lieues de son embouchure, de façon à ce que l'autre portion de son lit soit à sec aux heures de marée basse.

Mais les travaux de consolidation ont demandé beaucoup plus de temps, car il ne s'agissait pas là d'un remblai ordinaire et il a fallu employer des procédés spéciaux.

On commença par immerger un lit de fascines reposant sur le fond du fleuve, on jeta dessus une énorme couche de ballast et de terre soigneusement pilonnées, que l'on protégea intérieurement par de solides revêtements de maçonnerie, élevés jusqu'à mi-hauteur du barrage; le reste est alternativement composé de couches de terre et de ballast, et le tout, qui atteint une longueur totale de 3,640 mètres, est d'une solidité à toute épreuve, en même temps que d'un aspect très pittoresque, qui n'a d'équivalent en France que l'estacade de Saint-Valéry-sur-Somme.

A marée haute, le spectacle est saisissant pour le voyageur, car, le train prenant presque toute la largeur de la chaussée, on semble ne voir absolument que de l'eau; à marée basse, c'est plus gai, le lit du fleuve étant peuplé de pêcheurs des deux sexes qui cueillent les crevettes et les crabes que le flot y a laissés en se retirant.

Veut-on maintenant se faire une idée de ce qu'a pu coûter un remblai de cette importance: il n'a pas fallu moins de 123 mètres cubes de matériaux par mètre courant, ce qui en chiffres ronds fait un total de cinq cent mille mètres cubes pour le barrage.

Dépense énorme, si l'on songe qu'il a fallu d'abord extraire les matériaux et les apporter de loin; la plupart, du reste, ont été empruntés à un canal que l'on a creusé à travers l'île du sud Beveland, précisément pour remplacer le bras de l'Escaut, fermé à la navigation par le barrage.

Mais, dans de pareilles entreprises, le temps, l'argent ne sont rien, le résultat est tout.

Nous verrons, du reste, bien d'autres tours de force dans le chapitre suivant.

III

LES TUNNELS

Les tunnels sont la grosse dépense des chemins de fer, ils coûtent, selon la nature du terrain, et le procédé de construction, depuis 1,100 francs jusqu'à 5,000 francs le mètre courant, aussi n'en fait-on que quand cela est absolument indispensable, c'est-à-dire lorsque la ligne rencontre une montagne ou même une colline trop élevée pour pouvoir être percée par une tranchée.

On estime, en général, que partout où une tranchée doit avoir plus de vingt mètres de profondeur, il y a intérêt à la remplacer par un tunnel.

Le percement décidé, et les études géolo-

giques, qui rentrent dans la catégorie des travaux préparatoires du tracé faites, on figure, au moyen de jalons placés sur le sommet ou les flancs du massif, l'alignement extérieur du souterrain.

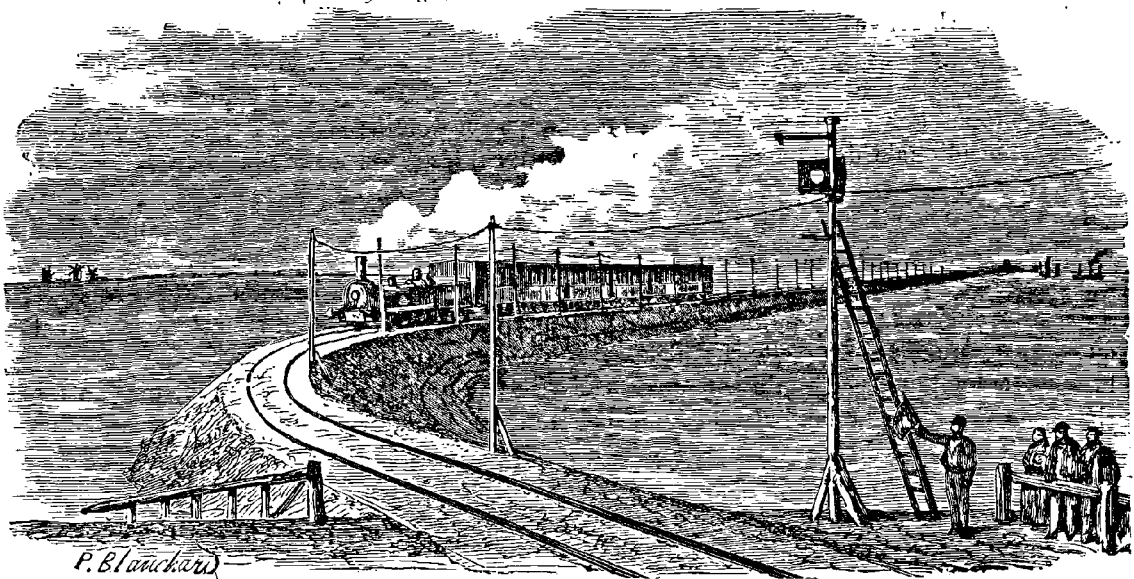
Si le souterrain dépasse en longueur deux ou trois cents mètres, on creusera de distance en distance, des puits qui serviront plus tard pour aérer le tunnel, mais dont le fond sera d'abord le point de départ d'autant de chantiers, où l'on commencera simultanément le percement.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si le

tunnel a peu de longueur, on ne creuse pas de puits d'aération et l'on commence le travail par les deux extrémités à la fois.

Ces puits, dont la distance est d'autant plus rapprochée que l'on veut pousser plus rapidement l'exécution, mais qui ne saurait être utilement de plus de deux cents mètres, se creusent par les moyens ordinaires et sont tous arrêtés au niveau, qui sera celui de la voie.

Jadis, on les faisait dans l'axe même du tunnel projeté, pour permettre l'aération persistante, après l'achèvement des travaux;



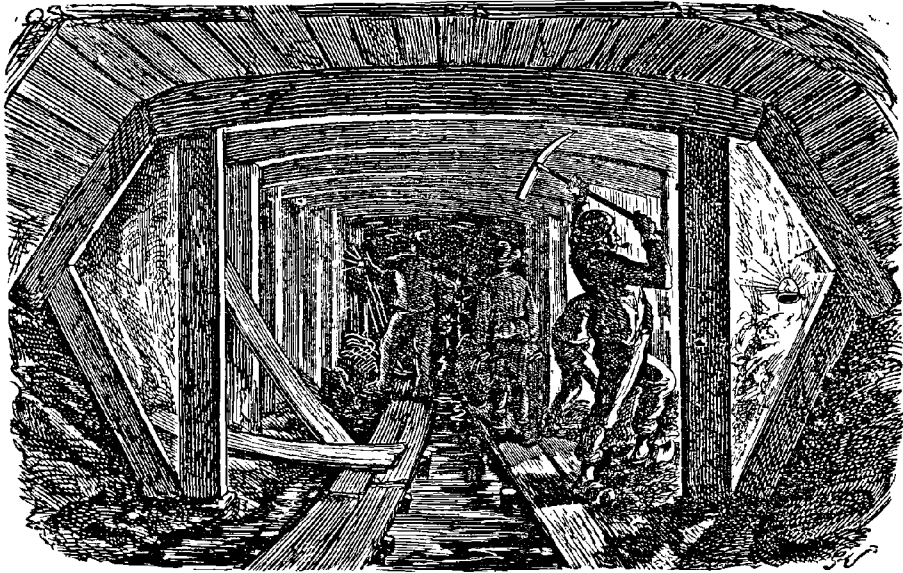
BARRAGE DE L'ESCAUT. — Vue prise de la rive droite à marée haute.

mais comme il a été reconnu que les courants, dont la fonction est d'aérer le souterrain, s'établissaient suffisamment par les deux extrémités, on creuse maintenant les puits à quelque distance des pieds droits de la voûte, ce qui les place d'abord dans de meilleures conditions de résistance, et permet de procéder au percement de la galerie principale, avec moins de dangers d'éboulement, puisqu'en cas d'accident, on peut trouver un abri dans l'enfoncement.

Voici du reste, d'après une coupe du

grand tunnel de Blaisy-Bas, la manière dont ces puits se raccordent avec la galerie principale :

A est le puits, qu'une voûte oblique raccorde avec la voûte du tunnel, B est une fosse d'assainissement creusée au fond du puits pour le cas où l'on rencontrerait des nappes d'eau dans le souterrain. C est une rigole qui conduit au canal D, creusé sous la voie, les eaux qui peuvent suinter de divers points du souterrain; E est un renforcement qui sert à abriter les canton-



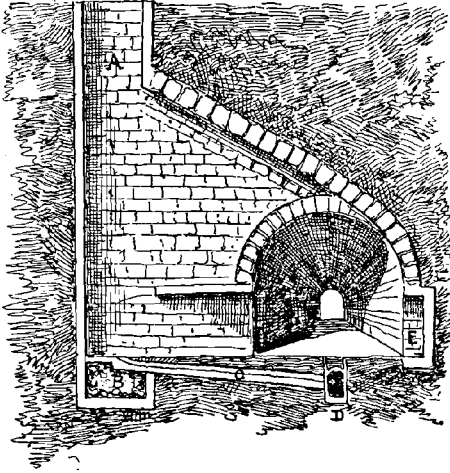
TUNNEL DE RILLY. — Charpente de la galerie provisoire.

niers au moment du passage des trains. | intérieurement; cette précaution est obliga
Comme on le voit, le puits est maçonné | toire dans les terrains qui ne sont pas suf



Perçement d'un tunnel à section totale (système anglais).

fisamment résistants, mais elle n'est pas prise dans les terrains durs.



Coupe d'un puits du tunnel de Blaisy-Bas.

Les puits terminés, on creuse une galerie transversale, jusqu'à l'axe du tunnel, et l'on commence le percement de la galerie longitudinale, attaquant des deux côtés à la fois pour se faire plus tôt de la place.

Le fouillage se fait, comme les travaux de terrassement, avec la pelle, la pioche, le pic, la pince, la mine, sans oublier les machines perfectionnées de récente invention, tous ces instruments s'emploient successivement ou simultanément selon la nature des terrains, qui a fait diviser par les ingénieurs les tunnels en trois catégories.

La première comprend les tunnels percés dans un sol très dur et assez résistant pour que les revêtements en maçonnerie soient inutiles.

La seconde vise les terrains assez durs pour que l'établissement ne soit pas indispensable... mais pas suffisamment pour pouvoir se passer du revêtement en maçonnerie.

Le troisième enfin comprend les terrains mous ou friables qui nécessitent l'établissement et la maçonnerie.

C'est d'un tunnel de cette catégorie dont

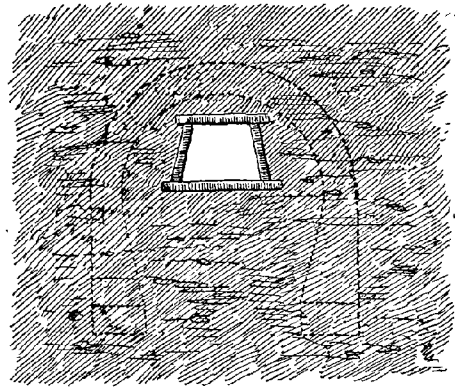
nous suivrons la construction, parce qu'elle est la plus complexe.

Quatre méthodes principales sont adoptées selon les pays, et donnent de très bons résultats, ce sont :

Le système belge, qu'on appelle aussi système français parce qu'il est employé sur tous nos chemins de fer ; le système anglais, le système allemand et le système autrichien.

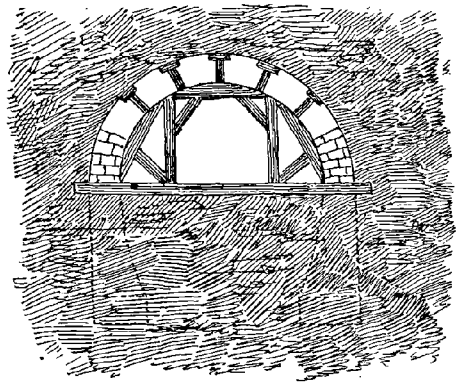
Dans le système belge, voici comment on procède :

On perce d'abord une galerie de deux



Galerie provisoire d'un tunnel (système belge).

mètres de largeur, placée dans l'axe et presque au sommet du tunnel, puis on la blinde



Établissement du cintre (système belge).

au moyen de charpentes en bois, ainsi qu'on le voit par notre dessin, qui indique égale-

ment (au pointillé), la dimension du tunnel à construire.

Lorsque cette première galerie a atteint cinq mètres de longueur, on l'élargit par chambres, jusqu'à la naissance de la voûte et l'on blinde ces chambres avec trois boisages en éventail, soutenant un grillage appliqué au plafond, puis on déblaise autour de ce grillage; de façon à poser les cintres sur lesquels s'appuieront provisoirement la voûte en maçonnerie qui se commence aussitôt, fondée sur des longrines destinées à faciliter la reprise en sous-œuvre.

L'excavation présente alors la figure ci-contre.

Pendant que l'équipe de la galerie provisoire pousse son percement plus avant, et que les maçons terminent le clavage de leur voûte sur la partie la plus éloignée du commencement du chantier, une nouvelle équipe de terrassiers perce en dessous de la longrine transversale, deux tranchées triangulaires qui dessinent l'ouverture du tunnel, sauf un massif central destiné à soutenir la charpente.

Ces tranchées, sont aussitôt étayées, comme l'indique notre dessin, et l'on peut alors continuer les travaux de déblaiement, en commençant d'un côté d'abord, à dégager complètement de façon à ce que les maçons puissent bâtir, l'un après l'autre, et sans être gênés dans leur travail, les pieds droits qui rejoindront la naissance de la voûte, sous les longrines qui la supportent.

La construction de ces piliers en sous-œuvre terminée, on coupe les longrines que l'on remplace dans la muraille par des pierres de raccordement et l'on enlève les échafaudages pour déblayer plus facilement le massif du milieu.

En continuant toujours ainsi par sections de cinq mètres (longueur adoptée pour ne pas s'encombrer inutilement de matériel de charpentes), le tunnel s'achève avec d'autant plus de régularité que les mêmes

ouvriers font toujours le même travail.

Et ce n'est pas encore aussi long qu'on pourrait le croire, car le tunnel de la Nerthe, qui a une longueur de 4,800 mètres, a été exécuté en moins de trois ans, encore faut-il dire qu'une grande partie de ce temps a été employée au fonçage et à l'installation des 22 puits qu'il fallait creuser préalablement.

Celui de Blaisy-Bas, presque aussi long, (4,100 mètres) a été fait plus vite, toutes proportions gardées, mais on y a employé 2,500 ouvriers.

Ces deux tunnels étaient les deux plus longs du réseau français avant qu'on en eût percé, entre Roanne et Tarare, un de 6,000 mètres par le même système, adopté aussi sur les chemins de fer espagnols, et qui ne subit de modifications importantes que lorsqu'on se trouve en présence de terrains d'une nature particulière.

Ce qui est arrivé pour le tunnel de Rilly (3,500 mètres) où l'on a été obligé de creuser, à la base, une galerie d'écoulement dans l'axe, pour assécher le terrain; ce qui donnait à la voûte en construction l'apparence d'un égout.

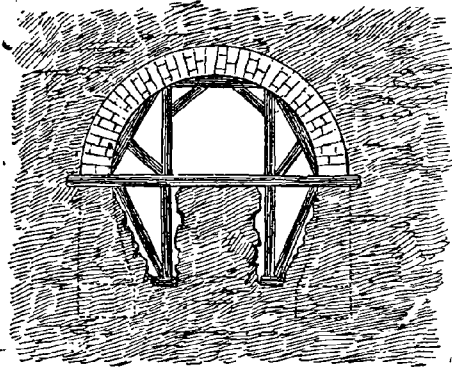
Ce qui est arrivé aussi pour le tunnel de Charleroi à Bruxelles qui, percé sur une longueur de 1280 mètres, à travers des sables mouvants qui comblaient la galerie au fur et à mesure qu'on la creusait, ne pouvait pas se faire par les procédés ordinaires.

On en imagina d'autres dont on trouve le détail dans le *Traité de l'exploitation des mines* de M. Burat, que nous reproduisons ici au point de vue général, bien que dans l'espèce il s'agisse d'un tunnel destiné à couvrir un canal.

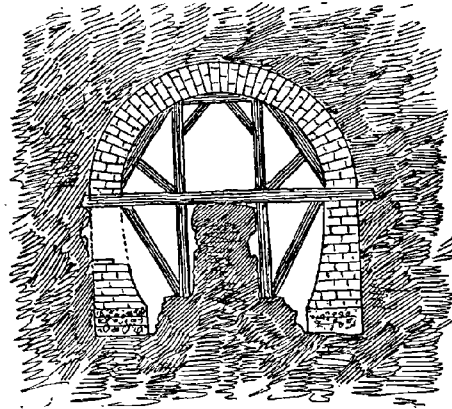
« 1° Creusement d'une petite galerie dans l'axe du tunnel, à laquelle on donnait seulement 1^m,50 d'avancement. Le plafond de cette galerie était successivement soutenu par les chapeaux en madriers, placés suivant la direction, ces chapeaux étaient eux-mêmes soutenus d'un côté par la maçonnerie

déjà faite et de l'autre par les piliers avec semelles appuyées sur le sol.

« 2° Elargissement de la galerie à la dimension et à la forme de l'extrados de la



Établissement des pieds-droits (système belge).

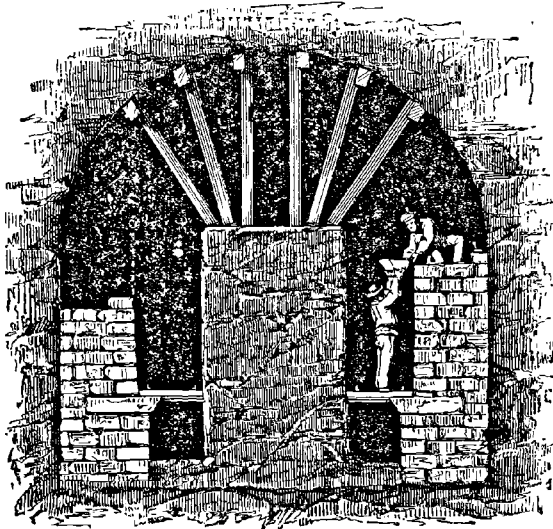


Construction des pieds-droits (système belge).

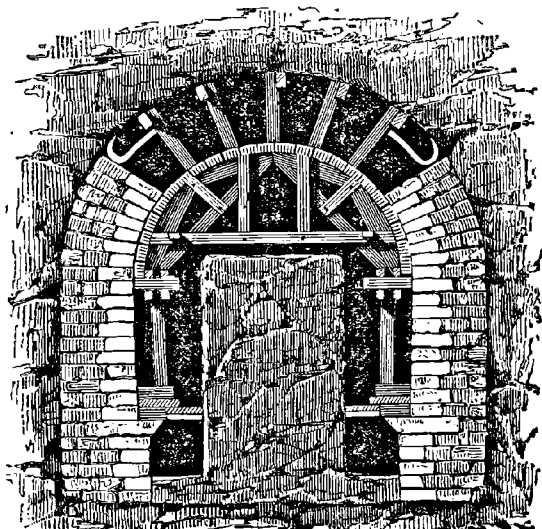
voûte, en continuant à soutenir le plafond par des longrines, placées devant suivant la direction et par un boisage en éventail fortement contreventé. Ce boisage, appliqué contre le terrain à l'avancement, permettait de soutenir le front de taille en paroi verticale. De ce travail résultait l'établissement

d'une galerie étroite, s'étendant jusqu'aux naissances, et dont les parois étaient soutenues par un garnissage continu et serré, soit en fagots, soit en planches.

« 3° Pose de deux cintres et construction de la voûte sur un mètre d'avancement en abandonnant à l'extrados les chapeaux



Tunnel (système allemand).



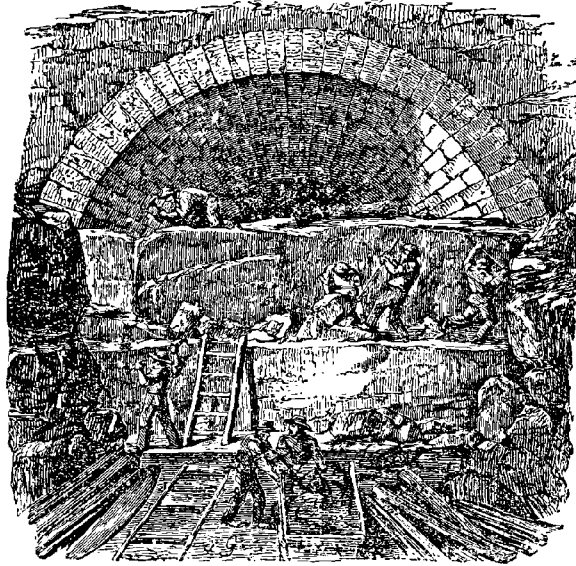
Tunnel (système autrichien).

longrines ainsi que le garnissage, en picotant les vides de manière à obtenir une

tension générale du terrain contre la maçonnerie.

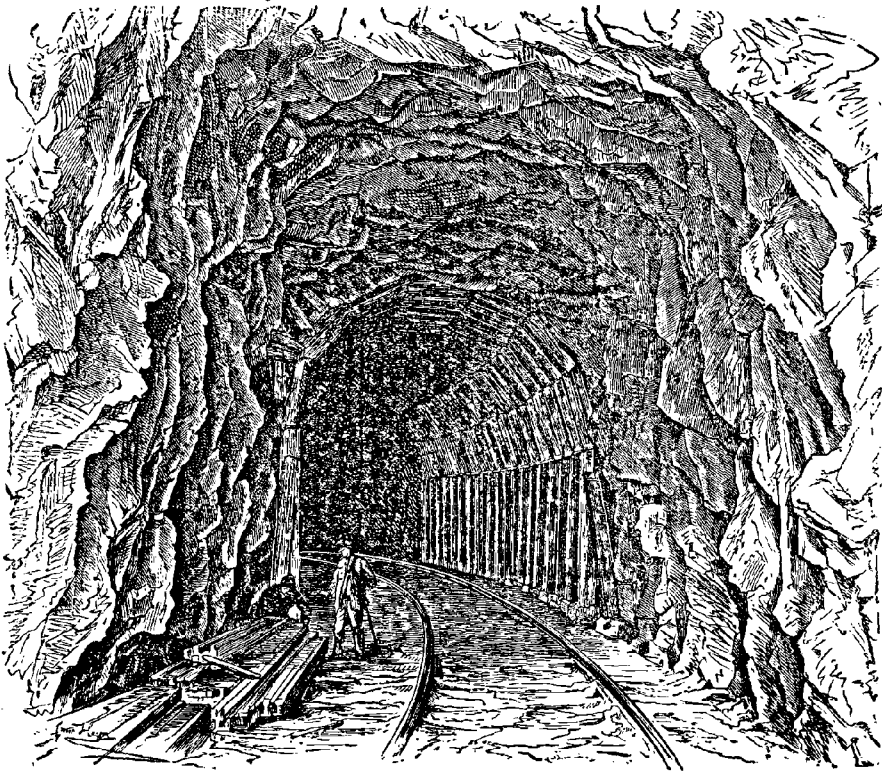
« 4° Déblai du stross inférieur en deux gradins placés à distance convenable du chantier de voûte, et reprise en sous-cœvre par la construction des pieds-droits qui furent ainsi construits en deux fois. Le chantier de la dernière reprise construisait en même temps le radier et les banquettes de halage du canal auquel était destiné le souterrain. »

Examinons maintenant les autres méthodes de construction. | Ce qui permet l'avancement par une



Système anglais.

Le système anglais, qui est à peu près la méthode particulière que nous venons de décrire a pour caractère principal l'emploi de longrines-chapeaux soutenues seulement, à leur extrémité et s'appuyant d'une part sur la maçonnerie déjà faite, et de l'autre sur un bouclier posé contre le front d'attaque pour en maintenir la section régulièrement verticale.



Tunnel creusé dans la roche

excavation à section totale et la continuation de la voûte par anneaux complets et successifs.

A cet effet, on creuse une galerie directrice, à la base de la section, de façon à mettre en communication les derniers chantiers; puis, les sections sont attaquées, et, pourvues au fur et à mesure de leur avancement, du boisage complet qui permet le travail des maçons, s'effectuant à quelque distance en arrière du chantier d'abatage.

C'est avec ce système, dont les détails techniques auraient peu d'intérêt, qu'ont été construits tous les tunnels des chemins de fer anglais et beaucoup d'autres à l'étranger, notamment, pour ne citer que les plus considérables : ceux de Czernitz en Sibérie, Wilbolskirchem en Prusse rhénane et de Bügdorf en Hanovre.

La méthode allemande n'est pas autre chose que l'ancien système français appliqué dès 1803 au tunnel de Tronquay sur le canal de Saint-Quentin, et depuis à bien d'autres, les Allemands s'en sont emparés en 1837, et il a gardé leur nom depuis la construction du tunnel de Königsdorf.

Ce système consiste à creuser deux galeries inférieures et en deux points symétriques de l'axe du tunnel; au fur et à mesure que les déblaiements se font, on construit en maçonnerie les pieds droits qui s'élèvent progressivement jusqu'au clavage de la voûte, dont la charpente se trouve naturellement étayée par le massif de terres qu'on laisse provisoirement au milieu et qu'on ne déblaie que peu à peu, au fur et à mesure que les sections du tunnel sont achevées.

La méthode autrichienne, inaugurée en 1837, par le percement du tunnel de l'Obéron, part du même principe, mais l'exécution diffère par l'enlèvement immédiat des terres du milieu, que le système allemand laisse comme point d'appui aux charpentes intérieures qui supportent les cintres, et qui

sont remplacées sitôt leur enlèvement par des étais.

Cette méthode a sur l'autre le grand avantage de donner à la galerie sa forme définitive et de permettre à l'ingénieur qui dirige les travaux de porter plus efficacement ses soins à toutes les parties de l'appareil et d'ordonner à toute heure, si la solidité des bois de charpente ne lui paraissait pas suffisante, des travaux de renforcement faciles à disposer, ce qui est inappréciable, surtout quand on opère dans les terrains de consistance douteuse et surtout dans des terrains coulants.

Chacune de ces méthodes se trouve modifiée, si au lieu de creuser à la main on emploie des machines perforatrices; ce qui se fait maintenant aussi souvent que cela est possible, parce que le travail s'accomplit infiniment plus vite, et qu'on peut se dispenser du forage des puits d'aération.

Dans ce cas, on commence par percer une étroite galerie au niveau des rails, le reste se fait en rabattage sur cette galerie qui s'avance aussi par sections diversement élargies, de façon à ce que les maçons puissent travailler en arrière sans être gênés et sans gêner eux-mêmes les terrassiers.

A ces systèmes généraux, il faut ajouter des systèmes particuliers. Commandés par les circonstances, comme par exemple pour le percement du mont Cenis, du Saint-Gothard, et plus récemment encore pour le creusement du tunnel sous-marin qui doit traverser la Manche.

Nous allons étudier séparément chacun de ces prodigieux travaux.

Le tunnel du mont Cenis doit avoir le pas, non seulement comme premier en date, mais parce qu'il ouvrit une voie dans laquelle jusqu'alors on n'avait pas eu la témérité de se lancer.

Percer une montagne pour y installer un chemin de fer souterrain de plus de douze kilomètres, paraissait une folie, mais cette

folie préoccupa le roi de Sardaigne, Charles-Albert, dès l'origine des chemins de fer, alors que maître des deux versants de la montagne, il sentait la nécessité de relier son royaume avec la France et l'Europe occidentale par une voie ferrée.

Dès 1832, un obscur géomètre nommé Joseph Médail, lui apportait le tracé d'un tunnel dans la direction de Bardonnèche à Fourneaux (qui a été adopté depuis), mais il n'avait trouvé aucun moyen de percement car il ne fallait pas songer à recourir aux moyens ordinaires, vu l'impossibilité de creuser des puits d'aéragé à 1,800 mètres de profondeur.

Vers 1843, un ingénieur belge, M. Maus, déjà célèbre par la construction de son plan incliné de la ville de Liège, fut chargé par Charles-Albert d'étudier la percée des Alpes; il inventa à cet effet une machine perforatrice qui empruntait aux torrents coulants de la montagne une force inépuisable, laquelle, à l'aide de courroies de transmissions, mettait en mouvement de gigantesques ciseaux qui découpaient la roche par blocs; l'abattage devait être fait ensuite avec le pic.

Le problème de l'aération était résolu au moyen de ventilateurs mis en jeu par le câble moteur.

Cette machine fut accueillie avec enthousiasme, mais cet enthousiasme s'éteignit comme un feu de paille; d'autant que les événements ne permettaient pas alors d'entreprendre le tunnel dont les évaluations étaient portées à un minimum de quarante millions.

Il fallut les réformes économiques de Cavour et surtout l'impulsion donnée partout à la construction des chemins de fer, pour qu'on revînt à l'idée favorite de Charles-Albert, idée qui commençait à s'imposer par la construction du côté de la France, du chemin de fer de Modane à travers la Savoie, et du côté de l'Italie, par celle de la ligne de Suze à Turin.

Mais le système de Maus fut abandonné

parce que la commission chargée de l'examiner ne pensa pas que le câble de transmission put porter la force nécessaire à 6 kilomètres de distance, et l'on étudia une nouvelle machine perforatrice que l'ingénieur anglais Bartlett proposa en 1855.

Ce n'était pas autre chose qu'une locomobile à vapeur, additionnée d'un second piston plein d'air dont la tige était armée d'une barre à mine.

Ce piston pneumatique était une trouvaillie, car l'air faisant matelas pendant la marche de la machine, empêchait des chocs trop brusques de se transmettre au piston moteur, dont la barre pouvait ainsi frapper jusqu'à trois cents coups à la minute, et percer la roche vingt fois plus vite que par le travail à la main.

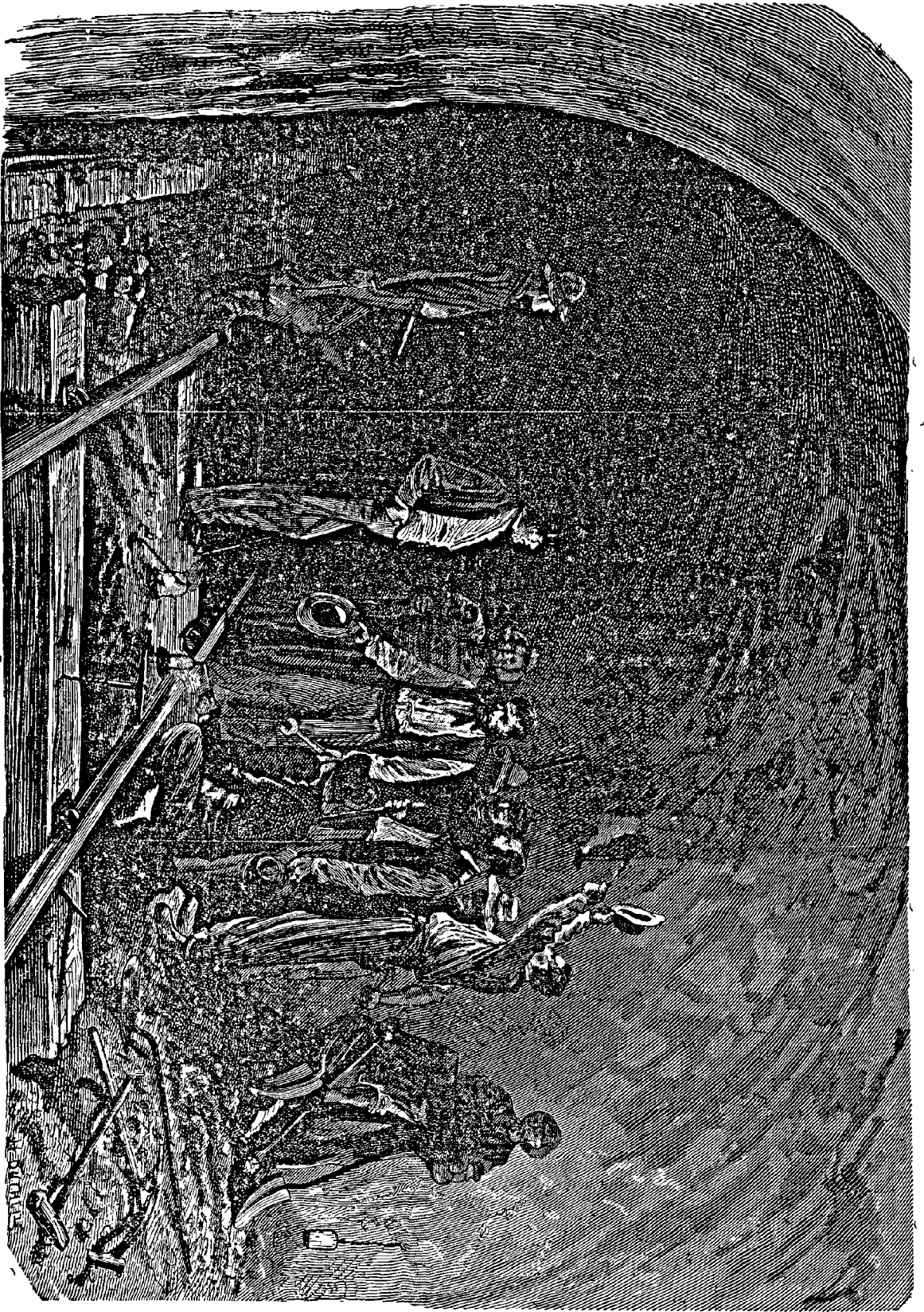
Le problème n'était pourtant qu'à moitié résolu, car si la machine était parfaite pour opérer en plein air ou même dans un souterrain peu profond, elle était impossible dans un tunnel de plusieurs kilomètres de long, où la fumée, la vapeur, l'odeur des huiles réchauffées, vicieraient trop vite le peu d'air respirable qu'on pourrait envoyer aux ouvriers.

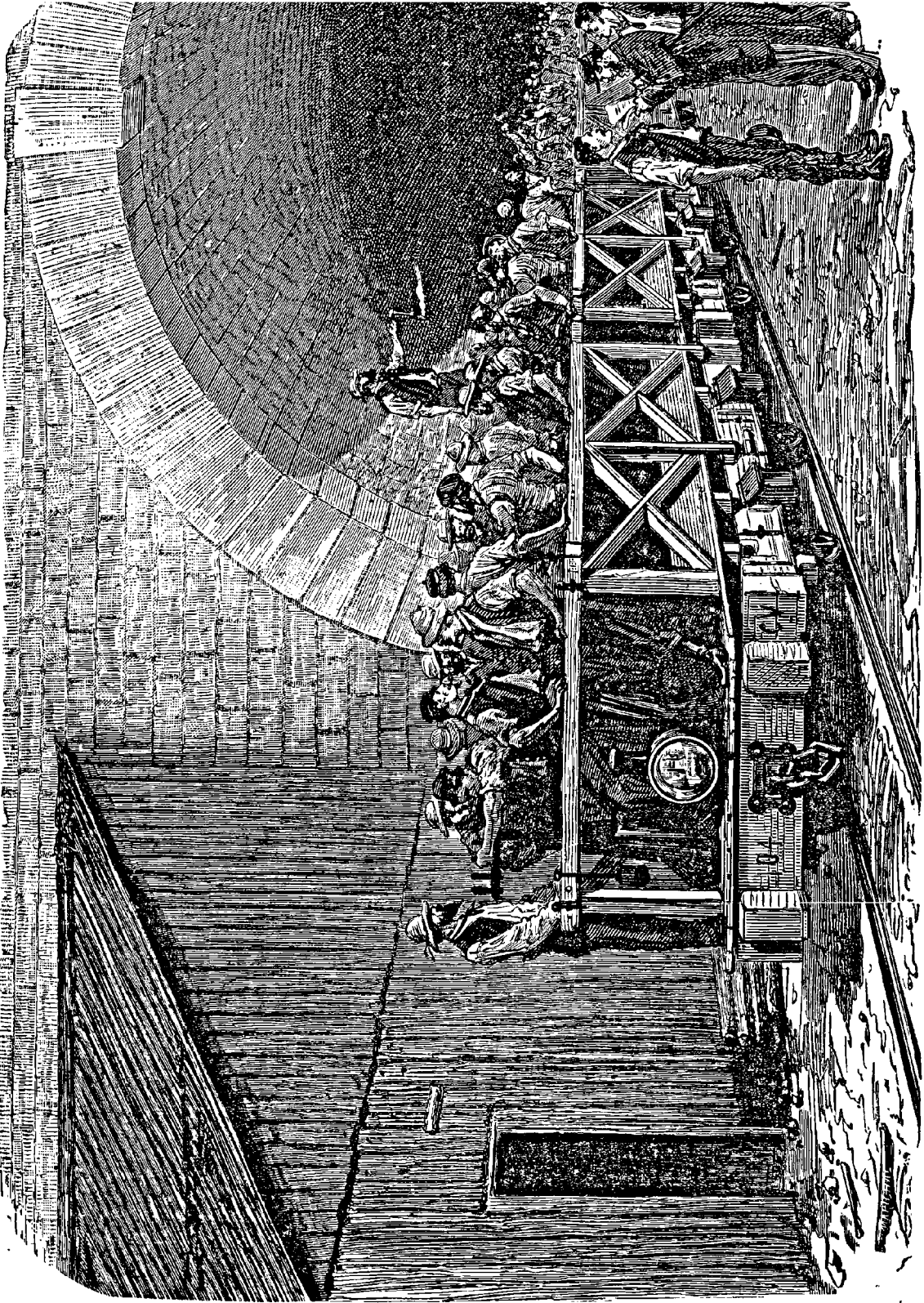
Il ne restait donc qu'à remplacer la vapeur par un autre moteur, et ce moteur, l'air comprimé, était tout indiqué; d'autant qu'il avait été trouvé, soit par le marquis de Caligny en 1837, soit antérieurement par le professeur Colladon, de Genève, s'il est vrai que ce savant, qui n'a pris de brevet qu'en 1852, ait proposé son système à Brunel, lorsqu'il perça le tunnel de la Tamise.

La collaboration de trois ingénieurs sardes, MM. Sommeillier, Grandis et Grattoni produisit les compresseurs, immenses machines qui comprimaient l'air à cinq atmosphères et pouvaient l'envoyer, par des conduits, jusqu'au front d'attaque du souterrain, à quelque distance qu'il se trouvât.

Dès lors, le percement du Mont-Cenis était possible, et les travaux commencèrent en 1857, sous la direction de M. Sommeil-

Tunnel du Mont-Cenis. — La pose du dernier rail.





Tunnel du Saint-Gothard. — La sortie des ouvriers, après le travail.

Fer qui changea bientôt ses premiers procédés pour adopter des compresseurs à pompe, dont l'idée, infiniment plus pratique, n'est qu'une modification du système Col-ladon. Il perfectionna aussi le perforateur Bartlett, non seulement en le faisant mouvoir par l'air comprimé, mais encore en donnant un mouvement de rotation à la barre de mine qui agit alors comme un burin.

La machine Sommeillier se compose, du reste, comme suit : un corps de pompe dont l'air comprimé fait osciller un piston, prolongé par une tige porte-outil, à laquelle est fixé un burin monté avec un jeu combiné pour qu'il puisse ressauter ou avancer selon le travail, et cela, à l'aide d'un ressort qui, en repoussant une tige à crochet reliée à l'instrument, la fait engrener dans une crémaillère, fixée au bâtis.

Quant au mouvement de rotation il est imprimé par une transformation mécanique du mouvement de va et vient du piston.

De plus l'instrument est muni d'une lance à eau dont on peut diriger le jet entre les parois du trou foré et l'outil, tant pour maintenir les surfaces fraîches que pour entraîner les poussières du forage. Naturellement, ces machines n'agissaient pas isolément, on les plaçait par huit sur des chariots en fer mis en mouvement par une machine aéro-moblie, roulant sur des rails auxquels elle était fixée par des freins.

Lorsque chaque burin avait foré dix trous, c'est-à-dire lorsque la galerie était criblée de quatre-vingts trous de mine, on emplissait ces trous de poudre, faisant partir d'abord les mines centrales, ce qui donnait un vide assez grand ; et ensuite les autres, huit par huit ; les déblais étaient chargés sur des wagonnets plats et roulés aux extrémités du souterrain, car le tunnel fut attaqué, comme on le pense bien, des deux côtés à la fois.

Cette opération prenait environ dix heures dont six pour le forage et quatre pour l'explosion des mines et l'enlèvement

des déblais, et donnait un avancement de 80 à 90 centimètres, soit environ 1^m,80 par journée de travail pour chaque chantier, puisque l'on travaillait nuit et jour.

Et pourtant il fallut quatorze années pour terminer le tunnel, qui ne fut ouvert à la circulation que le 17 septembre 1871, c'est qu'il ne s'agissait pas seulement de forer. Il fallut, sur une longueur de 4,200 mètres, revêtir le souterrain de maçonnerie, puis niveler le sol, poser les voies, creuser les rigoles d'écoulement pour les eaux, et surtout un canal assez large et assez profond pour servir de chemin de sauvetage, dans le cas, Dieu merci, à peu près impossible ; où un train de voyageurs serait arrêté dans le tunnel par un éboulement.

Ce merveilleux travail fut accompli entièrement par les Italiens, ainsi l'avait stipulé Cavour dans le traité qui cédait la Savoie à la France.

Du reste, en France, on ne croyait guère au résultat final ; autrement comment expliquer les conditions onéreuses acceptées par notre gouvernement.

L'Italie se chargeait de terminer le travail qu'elle avait commencé, avec ses capitaux et sous la direction de ses ingénieurs, mais la France s'engageait à lui payer pour sa part dix-neuf millions. Cette somme ne devait être exigible que si les travaux étaient achevés le 1^{er} janvier 1882, mais s'ils étaient finis plutôt, elle s'augmentait d'une prime de 500,000 francs pour chaque année gagnée, de sorte que le tunnel du Mont-Cenis nous coûte en réalité vingt-cinq millions.

Le tunnel du Saint-Gothard, qui relie la Suisse et l'Italie et met Lucerne et Milan en communication directe, quoique plus long de près de trois kilomètres, a été fait beaucoup plus vite, puisque, mis en adjudication en 1872, il était ouvert au public à la fin de 1881.

Cela s'explique en ce qu'il n'y avait plus

de tâtonnements à faire et que l'outillage était plus perfectionné, et aussi parce que, vu la disposition du terrain, on a pu mettre en train sept chantiers à la fois.

L'adjudication a été prise pour 58 millions (chiffre bien dépassé depuis) par un M. Faure, qui a émis des obligations pour se procurer le capital nécessaire à une entreprise aussi considérable, et les travaux ont pu commencer aussitôt à la fois du côté de Gœschenen et d'Airolo, les deux stations têtes du tunnel où furent installées les prises d'eau, les turbines et d'immenses chantiers d'approvisionnement pour la maçonnerie.

Le système adopté pour la construction a été le système autrichien; c'est-à-dire que les trous de mine étaient disposés symétriquement sur le pourtour de la section, et que trois d'entre eux étaient percés vers le centre et assez rapprochés l'un de l'autre pour que leur explosion simultanée produisit une excavation conique suffisante à faciliter l'abatage.

Toutes ces mines étaient chargées à la dynamite, ce qui n'a pas été sans influence sur l'accélération du travail, malgré l'extrême dureté de la roche.

Comme machine motrice, on s'est servi des trois turbines Girard, à axe horizontal, alimentées par des conduits reliés à la prise d'eau, chacune de ces turbines donnant le mouvement à un compresseur à tiroir et à piston, autour duquel circulent des courants d'eau froide, pour maintenir les organes de l'appareil à une température peu élevée.

Les travaux de percement ont été commencés avec la machine Sommeillier, à laquelle ont succédé la perforatrice Dubois et François, et en dernier lieu la machine Farroux, qui a donné les meilleurs résultats.

Cette perforatrice a l'avantage d'être automatique, et, de n'exiger de l'ouvrier qui la conduit que la peine d'ouvrir ou fermer un robinet pour la mettre en action, ou

l'arrêter quand le foret a pénétré de toute sa longueur dans la roche.

Voici quel est son mécanisme : l'air comprimé, qui arrive par une conduite en laiton, pénètre d'abord dans un cylindre en bronze, puis dans l'intérieur du piston qui est dans ce cylindre et de la tige qui le continue jusque dans un second cylindre contenant le piston qui porte le foret.

L'air comprimé, tout en se distribuant également sur les deux faces de ce piston, se rend dans un troisième piston qui commande par son mouvement de va et vient, le mouvement de rotation d'une barre qui, engrenée avec la tige du foret, lui communique ce mouvement.

La progression de l'appareil s'obtient, du reste, comme dans la machine Sommeillier, par un taquet qui s'arc-boute sur les dents d'une crémaillère et qu'un piston entraîne dans son mouvement, lorsque le foret ayant suffisamment creusé la roche, doit jouer le rôle de tarière.

Ces machines sont placées par six sur des affûts mobiles, dont les cadres peuvent s'incliner horizontalement, ce qui permet à un foret de décrire verticalement un angle ouvert.

En somme, ce qui est infiniment plus appréciable, elles font en six heures, ce que les machines Sommeillier faisaient en huit.

Ce qui explique pourquoi il n'a fallu que neuf ans pour creuser un tunnel de 14,900 mètres, quand la percée des Alpes, qui n'est que de 12,200 mètres, en avait demandé quatorze. Il est vrai que les prévisions des ingénieurs ont été dépassées de près de cent millions, dit-on, mais qu'importe l'argent quand il s'agit d'entreprises pareilles.

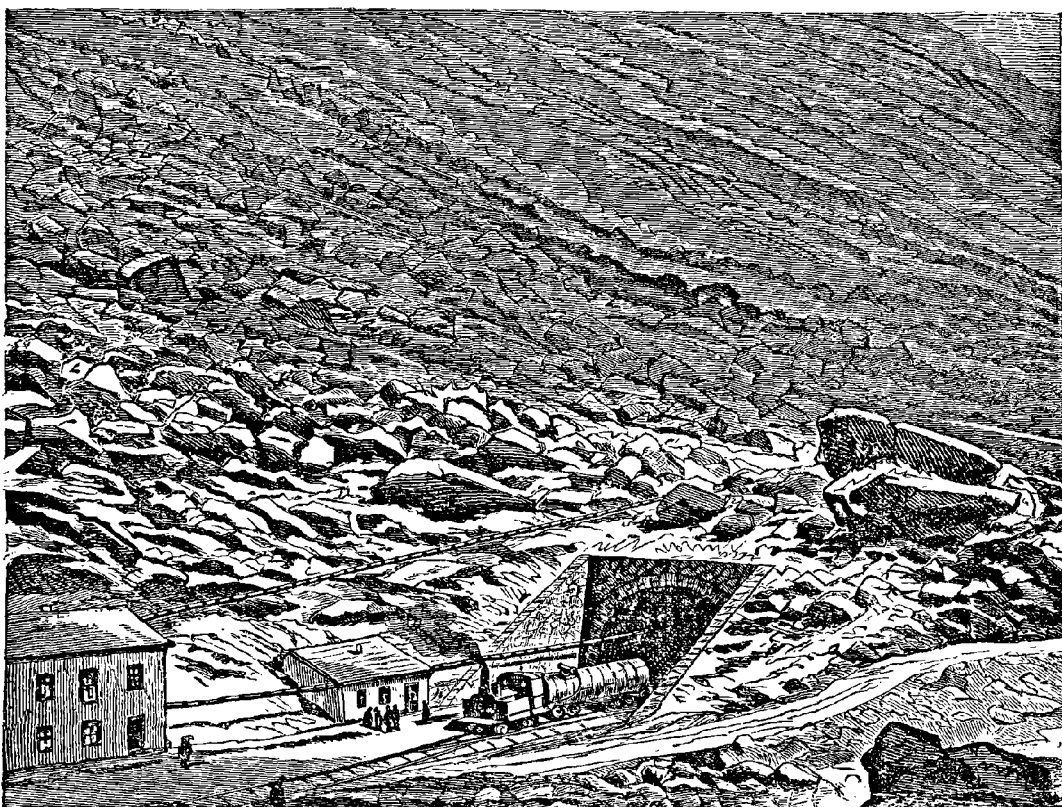
Si le tunnel du Saint-Gothard n'est pas un beau placement financier pour les actionnaires, il restera du moins comme une puissante manifestation de ce que peuvent le génie et la persévérance humaine.

Le tunnel de la Manche sera encore un

pas nouveau de la science pratique, car il est assez sorti maintenant de l'état de projet pour qu'on puisse dire qu'il se fera dans un temps donné.

L'idée est déjà ancienne, il y a longtemps qu'on recherche les moyens de pouvoir passer en Angleterre, sans payer son tribut à cette ridicule mais très fâcheuse indisposition qu'on appelle le mal de mer.

Dès 1838, M. Thomé de Gamond, qui avait fait de longues études maritimes et géologiques dans le Pas-de-Calais, proposait un plan de tunnel partant du cap Gris-Nez, pour aboutir entre Douvres et Folkestone, après une traversée sous-marine de 28 kilomètres, mais, comme on n'avait pas encore creusé le tunnel du Mont-Cenis et que les machines perforatrices étaient à peine



Entrée du tunnel du Saint-Gothard.

connues, l'inventeur pensait ouvrir à moitié route, à un endroit où le fond de la mer se relève sensiblement et qu'on appelle l'*Étoile de Varpe*, un immense puits qui aurait servi à la fois de regard aérifère pour le tunnel et de port de relâche pour la navigation.

Ce plan, que tout le monde a pu voir à l'exposition de 1867, n'attira pas l'attention qu'il méritait, du moins en France, car en

Angleterre, il fut assez étudié pour donner naissance à un autre.

En 1868, des ingénieurs anglais, MM. Low Brunlees et Hawksaw, soumièrent aux gouvernements anglais et français un projet de tunnel sous la Manche, mais comme ils demandaient à chacun des gouvernements une subvention de 25 millions sous forme de garanties d'intérêts, leur plan ne fut pas

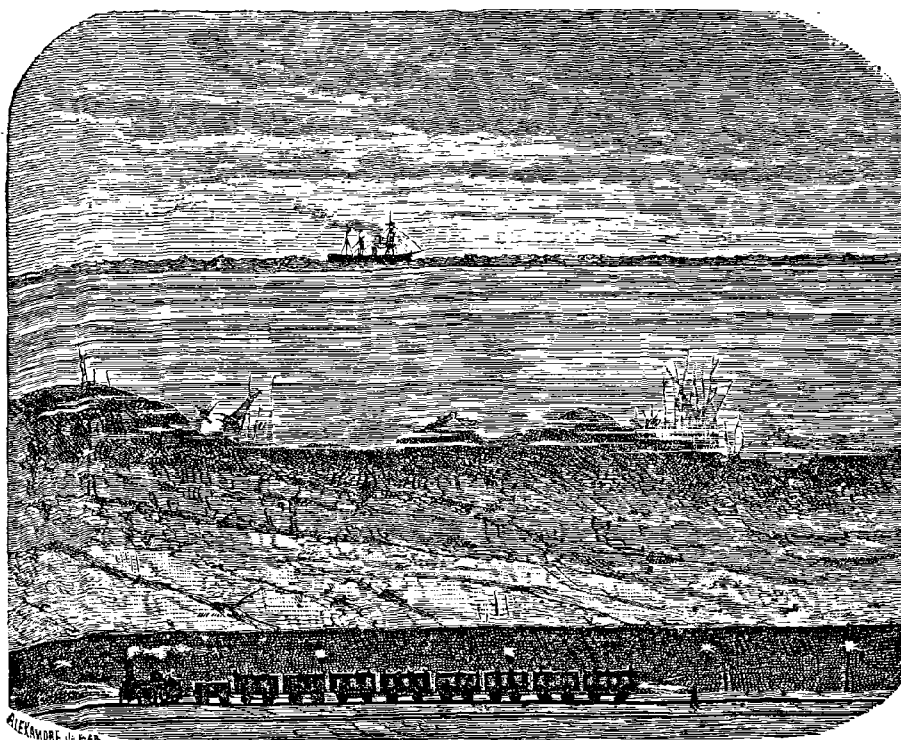
pris en considération. Du reste, la guerre de 1870 porta ailleurs le courant des idées.

En 1872, nouveau projet qui ne séduisit pas davantage le ministre des travaux publics français.

En 1873, le comité de patronage anglais se mit de nouveau en rapport avec le gouvernement français, qui ordonna une enquête sur la question d'utilité publique du projet, présenté officiellement au nom d'un

comité anglo-français par lord Grosvenor et M. Michel Chevalier.

La commission chargée de l'enquête ne conclut point à la déclaration d'utilité publique, pour ne pas lancer l'État dans une aventure, mais elle engagea le gouvernement à faciliter la tâche des demandeurs en leur accordant une concession éventuelle qui pourrait se changer en subvention, le jour où les travaux préparatoires auraient



Le futur tunnel sous la Manche.

atteint une exécution suffisante à démontrer la possibilité de l'entreprise.

Cette possibilité est à peu près prouvée théoriquement, car il a été reconnu, par des sondages minutieusement faits dans toute l'étendue du Pas-de-Calais, que, sur aucun point, les eaux n'ont plus de 54 mètres de profondeur et que la couche géologique qui les porte est composée de craie grise ou bleue, nature de terrain qui présente le

double avantage d'être facile à forer et d'être imperméable à l'eau.

Et ces sondages déjà faits par M. Thomé de Gamond, renouvelés par les ingénieurs anglais, ont été répétés sous la direction de M. Larousse, ingénieur hydrographe déjà célèbre par sa participation aux grands travaux de l'isthme de Suez, qui a été chargé par la Société d'essais d'étudier le fond de la Manche, pour déterminer la forme et la

nature des terrains dont il se compose.

1525 coups de sonde ont été donnés à cette occasion dans les eaux françaises et ont produit pour résultat 753 échantillons qui, classés soigneusement et étudiés de même, ont permis de déterminer la limite des terrains crayeux et des terrains argileux.

Cette opération a été plusieurs fois répétée aussi bien dans les eaux françaises que dans les eaux anglaises, si bien que le fond de la Manche a été criblé de 7671 coups de sonde, espacés de cent à deux cents mètres en moyenne ; et qu'on a recueilli près de quatre mille échantillons géologiques que n'ont fait que confirmer les précédentes constatations.

On peut donc dire que le fond du détroit est connu, car la région a été explorée, naturellement dans la direction à donner au tunnel, c'est-à-dire, entre Sangatte près de Calais et la baie Sainte-Marguerite, un peu à l'est de Douvres, et suivant des lignes à peu près parallèles aux côtes et distantes de 250 à 300 mètres.

Toute la question est de savoir si dans la pratique il ne surgira pas quelques difficultés, et si l'on ne se heurtera pas à quelque obstacle imprévu, toutes choses dont on ne pourra s'apercevoir qu'en exécutant le travail.

C'est là le seul point obscur de l'entreprise, car il se peut très bien que la couche de craie grise imperméable qu'on a le droit de s'attendre à trouver partout, d'après le résultat des sondages, soit interrompue, dans un endroit ou dans un autre, par quelque massif de roches, ou ce qui serait plus grave encore, par quelque fissure qu'aucune exploration préventive ne peut faire reconnaître.

Car les autres objections faites par les pessimistes ne sont pas sérieuses ; celle qui se présente le plus naturellement à l'esprit est la possibilité de l'invasion par les eaux du tunnel terminé, ou même en construc-

tion, mais cet accident n'est point à redouter si on laisse une couche de terrain suffisante entre le fond de la mer et l'axe du tunnel.

Ce n'est pas, du reste, la première fois qu'on creuse sous les eaux, sans parler du tunnel de l'Hudson exécuté récemment par les Américains, du fameux tunnel de la Tamise dont on a tant parlé jadis ; il existe en Angleterre, dans la Cornouaille notamment, des mines de cuivre ou de plomb dont les galeries s'étendent très loin sous l'Océan. A Batallach, il y a des galeries sous-marines de plus de 6 kilomètres, les houillères de Winte-Haven, sont en partie sous la mer, et jamais elles n'ont été envahies par les eaux.

On pourrait en citer bien d'autres, et surtout les mines de Huel-Cock, dont les galeries sont si peu distantes du fond de la mer, qu'on y entend distinctement le bruit des vagues roulant au-dessus de la tête des mineurs, sans que jamais une infiltration inquiétante y ait été signalée.

Le seul véritable obstacle qui pourra arrêter le tunnel sous la Manche, si sa construction n'est pas poursuivie, sera le mauvais vouloir de l'Angleterre qui, jusqu'à présent, ne voit pas avec plaisir l'établissement d'un souterrain qui annule ses défenses naturelles.

Quoi qu'il en soit, on y travaille activement, sinon à la voie définitive, du moins à une galerie provisoire qui donnera la mesure des difficultés matérielles qu'on doit s'attendre à surmonter.

Une Société d'essais s'est créée au capital de 4,000,000 de francs souscrits moitié en France, moitié en Angleterre, pour creuser sur chaque rive un puits de 100 mètres de profondeur, sur 8 mètres de diamètre.

Ces puits sont creusés, et de leurs fonds on perce des deux côtés des galeries cylindriques provisoires de 2^m,10 de diamètre dont l'axe est par conséquent à plus de 40 mètres au-dessous du fond de la mer, c'est-à-dire à une distance très rassurante

au point de vue des infiltrations et des affouillements.

Voici, du reste, comment se fait l'opération du côté de l'Angleterre, où la galerie est déjà avancée de plusieurs kilomètres.

On se sert d'une machine perforatrice inventée par le colonel anglais de Beaumont et mue par l'air comprimé.

Cette machine, qui fonctionne comme un gigantesque villebrequin, se compose de deux bras de fer en forme de T, animés par un mouvement de rotation, et portant chacun, sur leur longueur, sept lames d'acier qui entament simultanément la roche crayeuse, en creusant des sillons dont le diamètre est calculé pour que toute la paroi de la galerie soit attaquée à la fois, et creusée à chaque tour d'une profondeur de 7 millimètres, ce qui produit des déblais fort menus qui s'enlèvent automatiquement à l'aide d'une chaîne sans fin munie de godets, comme on en voit sur les machines à draguer les rivières.

Ces godets se vident tour à tour dans un wagonnet placé à l'arrière de la machine, et qu'on n'a que la peine de remplacer sitôt qu'il est vide.

Inutile de dire que lorsque les forêts ont déblayé ce qui était devant eux et sont à bout de portée, la machine s'avance pour donner une nouvelle prise au couteau perforateur.

Cela s'opère par un moyen fort ingénieux. La machine, qui a 40 mètres de longueur est divisée en deux corps superposés, en forme de demi-cylindres, qui glissent l'un sur l'autre, au moyen d'un piston actionné par l'air comprimé, quand la partie supérieure a atteint son plus grand avancement, c'est-à-dire 4^m,37, on lui donne deux supports en fer fixés après, et qui se placent d'eux-mêmes, à peu près comme les pieds des rallonges des grandes tables de salle à manger,

Le demi-cylindre inférieur, débarrassé alors du poids qu'il portait, est relié au pis-

ton chargé d'air comprimé qui lui imprime assez de force pour le pousser en avant et l'obliger à prendre, en entraînant le bâti qui le porte, la place qu'il occupait primitivement.

De cette façon, en quelques minutes, la machine entière obvient un avancement de 4^m,37.

C'est la seule interruption qu'on fasse subir au travail, mais la machine est si active, qu'elle peut perforer 15 à 16 mètres par jour.

Du côté français, on ira encore plus vite, tout en se servant de la même machine : mais cette machine, montée par la Société de construction des Batignolles, est notablement perfectionnée :

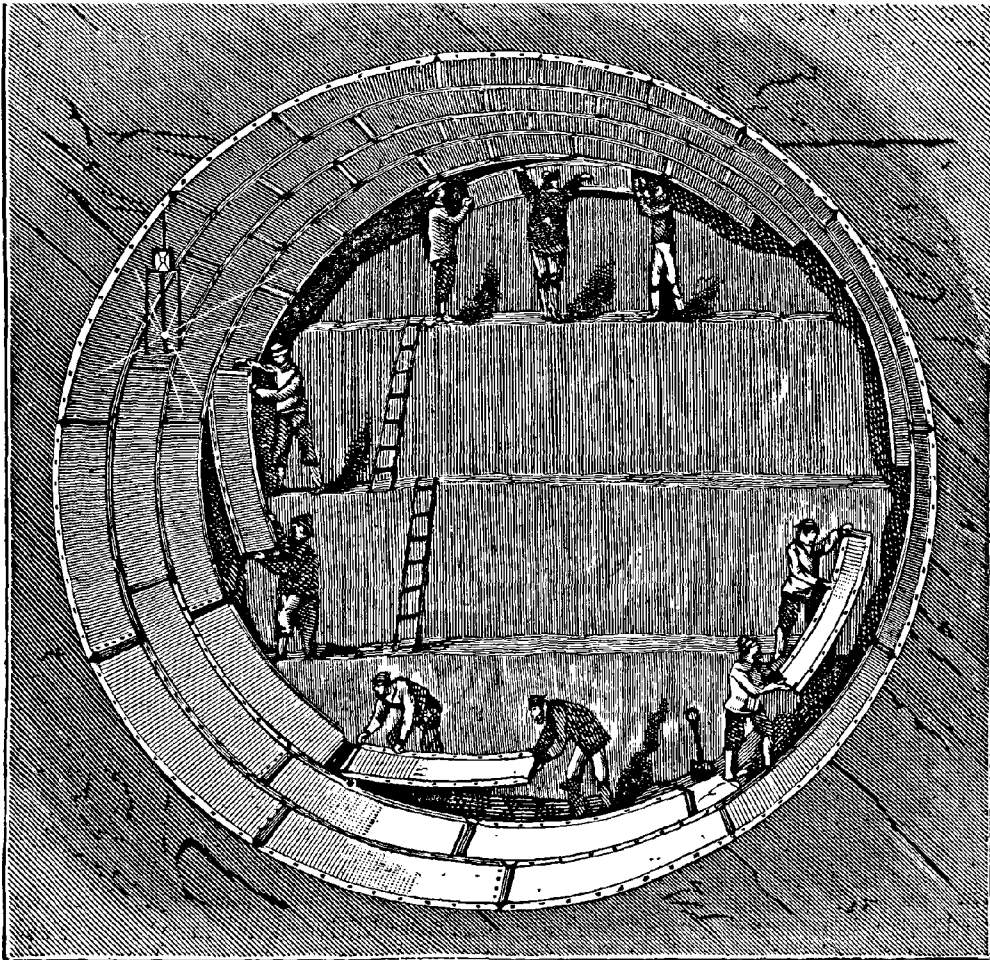
Actionnée par les appareils compresseurs, du système Colladon, la distribution d'air est combinée de façon à donner à l'arbre manivelle une vitesse de cent tours par minute, qui permet au perforateur proprement dit de faire un tour et demi à la minute. Or, comme chaque tour produit un avancement minimum de 12 millimètres; on peut donc compter sur un percement de 4^m,08 par heure, mais comme on perd deux minutes à chaque fois qu'il faut faire avancer la machine, c'est-à-dire aussi souvent qu'on a percé 4^m,37, on ne peut guère évaluer à plus de 20 à 22 mètres l'avancement quotidien, car il est inutile de dire que la machine peut travailler constamment et qu'il n'est besoin pour cela que de renouveler les équipes d'ouvriers.

On parle, du reste, d'une machine encore plus expéditive que la perforatrice de Beaumont. C'est l'excavateur Brunton qui sera, s'il n'est déjà, employé dans le chantier anglais.

Le progrès de cette machine est en moyenne de 2^m,70 par heure de travail, ce qui fait près de 55 mètres par jour, soit moins d'une année en travaillant des deux côtés à la fois pour achever la galerie provisoire qu'on évalue à 35^{km},800.

Encore faudrait-il moins de temps si l'on pouvait percer du premier jet la galerie définitive au diamètre de 7^m,50, car ce qui retarde surtout l'action de la perforatrice, c'est le manque de place pour manœuvrer les wagonnets qui emportent les matériaux.

Cette machine, que représente notre gravure, opère à la façon d'une tarière qui fait un trou dans du bois; mue par l'air comprimé, elle se compose d'un arbre central actionné par des chaînes sans fin, courant sur des disques et poulies, et portant à son extrémité des plateaux superposés, munis de coupeurs



Tunnel sous le fleuve Hudson. — Pose des plaques de blindage.

en acier, en forme de disques, taillés en biseau et pouvant s'incliner relativement au front d'attaque, de manière à donner le meilleur rendement possible.

Outre son mouvement rotatif, la machine est animée d'un mouvement progressif qui lui permet d'avancer à mesure que la roche

s'entaille, en glissant sur des rails qui se posent par section au fur et à mesure.

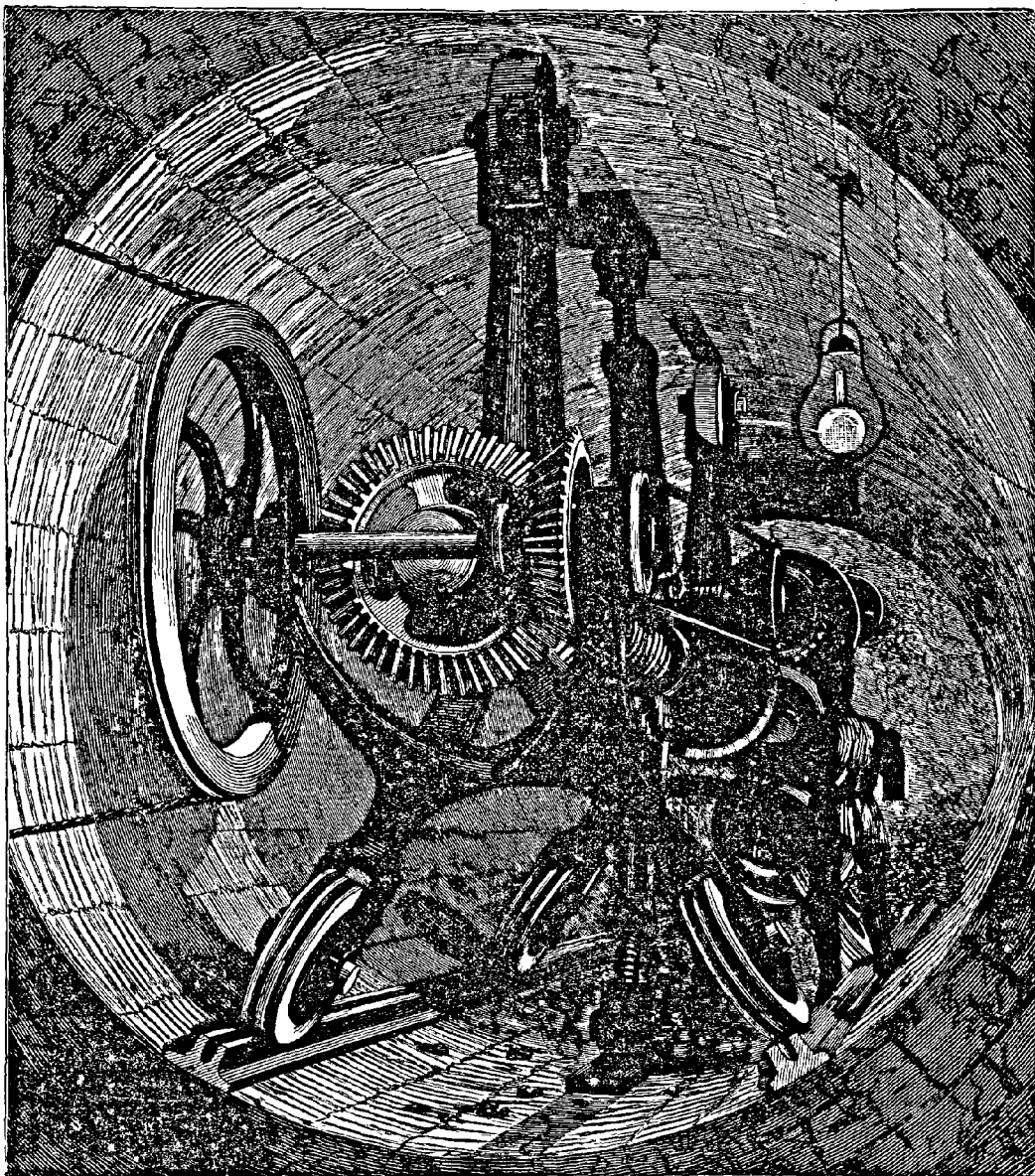
Son travail est aussi net, plus même que celui de la machine de Beaumont; car les disques découpeurs sont enfermés dans un tambour qui reçoit les matériaux et s'en débarrasse sur une toile sans fin d'où ils

tombent dans les wagonnets de décharge au moyen d'une série de godets hélicoïdaux placés à son pourtour.

Le perforage n'est pas tout, mais le tra-

vail s'exécute si régulièrement, que rien n'est plus facile que d'aveugler les fissures aquifères.

On procède pour cela exactement comme



Machine perforatrice Brunton.

dans le tunnel de l'Hudson, au moyen de plaques de revêtement que l'on peut d'autant mieux préparer d'avance que le diamètre, et par conséquent la courbure

du tunnel sont toujours les mêmes. Ces plaques sont encore une sécurité, car boulonnées solidement l'une avec l'autre, elles constituent comme un immense

tube de fonte de 2^m, 10 de diamètre, qui fait une doublure solide aux parois du tunnel.

Nous l'avons dit déjà, c'est la dimension de la galerie provisoire, mais si le tunnel s'exécute, et rien n'en empêche, maintenant, que le procès intenté par l'Angleterre à M. Watkin, directeur des travaux de la côte anglaise, on agrandira cette galerie par un travail annulaire jusqu'à un diamètre suffisant pour recevoir deux voies ferrées, qui seront posées sur la partie inférieure de la circonférence, excentrée à cet effet.

L'ensemble du tunnel ne sera plus alors blindé de plaques de fonte, mais revêtu intérieurement d'un béton de 60 centimètres d'épaisseur dont les éléments sont sous la main, puisque les matériaux d'extraction pourront y concourir avec le galet de la mer.

Il se développera sur plus de cinquante kilomètres, car il ne suffit pas de traverser le Pas-de-Calais, il faut encore que la ligne sous-marine se raccorde avec les deux lignes terrestres de France et d'Angleterre, et comme on ne peut guère donner une pente de plus d'un millimètre par mètre, et qu'il y aura une différence de niveau de cent mètres à gagner; cela fera encore de chaque côté un souterrain d'une dizaine de kilomètres.

Soit plus de 50 kilomètres de tunnel. à percer, à muraille, à aérer suffisamment à assainir par le prompt écoulement des eaux, c'est-à-dire une œuvre immense, qui résoudrait à la fois des problèmes réputés impossibles.

Cela demandera bien quelques centaines de millions, mais les capitaux ne manquent jamais aux grandes affaires, et d'ici cinq ou six ans, à moins que la résistance routinière d'un parti politique de l'Angleterre ne triomphe d'une idée féconde en heureux résultats, notre gravure d'ensemble sera entrée dans le domaine de la réalité, et la science se sera affirmée par un progrès de plus.

IV

LES PONTS ET LES VIADUCS

Après les gigantesques efforts que nous venons d'étudier, c'est retomber dans la terre à terre que de parler des ponts.

Les ponts ont cependant leur intérêt, car beaucoup sont de véritables œuvres d'art, grâce au talent de nos ingénieurs qui ne négligent jamais de joindre, autant que cela est possible, le monumental au solide, l'agréable à l'utile.

Du reste, dans ce chapitre nous ne nous occuperons pas seulement des ponts proprement dits, qui servent à franchir les ruisseaux et les fleuves, nous parlerons aussi des viaducs, ces autres ponts qu'on jette audacieusement sur les vallées, au-dessus même des villes et nous ne manquerons pas d'occasion pour citer encore des travaux de géant.

D'autant qu'en beaucoup de cas il a fallu créer non seulement le matériel, mais encore les moyens d'exécution.

Et c'est là précisément un des côtés grandioses des chemins de fer, c'est que leur établissement a donné à l'architecture aussi bien qu'à la métallurgie et à bien d'autres arts industriels, un élan qu'ils n'auraient jamais trouvé sans cela.

Que de procédés n'a-t-il pas fallu inventer pour résoudre des problèmes qui ne s'étaient encore jamais présentés.

Qui aurait pensé à construire des ponts de plusieurs kilomètres de longueur et de hauteurs vertigineuses, si la nécessité de franchir de gorges profondes, des vallées étendues et jusqu'à des bras de mer, ne s'était imposée par la création des voies ferrées qui, perçant des montagnes, ne doivent rencontrer aucun obstacle.

Le génie humain les a tous surmontés, du reste, et l'on peut dire à sa gloire qu'en général il en a tiré un grand parti, tant au point de vue architectural que pittoresque.

Ce n'est donc pas sans raison qu'on a

donné plus spécialement le nom de travaux d'arts aux ponts et aux viaducs que le voyageur aperçoit à peine, mais dont la plupart n'en sont pas moins dignes de son admiration.

Les ponts si nombreux sur les lignes de chemin de fer, qui sont obligés de laisser libres, les routes et les fleuves et jusqu'aux plus modestes ruisseaux, sont naturellement de plusieurs sortes. On les classe généralement d'après la nature des matériaux employés à leur construction : c'est-à-dire en trois catégories. La première comprend les ponts ou estacades en bois, la seconde ceux qui sont entièrement construits en maçonnerie et la troisième ceux dans lesquels la fonte, le fer ou la tôle sont employés comme matière principale avec ou sans le concours de la pierre.

De là dans ces trois catégories les subdivisions que nous verrons tout à l'heure.

Les ponts en bois sont les plus économiques de tous, mais ils sont de peu de durée ; pour cette raison on ne les emploie plus en France, ni même en Europe que comme estacades provisoires servant au passage des trains pendant la construction d'un pont définitif, mais ils sont néanmoins faits avec tant d'art, que l'on a pu dans beaucoup de cas, démonter des ponts provisoires sous la charpente desquels on avait bâti des ponts en maçonnerie sans que le service des trains eût souffert d'interruption pendant la durée des travaux.

Ce fait s'est présenté pour le pont d'Asnières détruit en 1848, et il est d'autant plus notoire que là, il passe en moyenne un train toutes les cinq minutes.

En France, on ne construit donc en bois que les passerelles destinées à servir aux piétons à franchir la voie. En Angleterre les ponts en charpente ne sont, pas très rares surtout dans le comté de Cornouailles et l'on en cite quelques-uns pour leur hardiesse et leur légèreté.

Mais c'est en Amérique surtout que

l'on en voit qui ne sont pas simplement hardis, mais téméraires ; car non seulement ils n'ont pas de parapets ni même de faux trottoirs pour relier l'extrémité des traverses, mais on dédaigne même de leur donner un tablier, tant on pousse loin la manie de faire vite.

Les accidents sont fréquents, mais qu'importe « *time is money* » et les hommes ne sont pas de l'argent ; du reste il y a des compagnies d'assurance contre les accidents.

Tel est le pont de Trestle, sur le chemin de fer du Pacifique, que représente notre gravure et tels sont du reste la plupart des ponts des railways des États-Unis ; qu'ils franchissent les courants les plus larges et les plus rapides ou les ravins les plus profonds.

Pour les ponts de faible portée on a adopté un système, dit à *treillage*, inventé par M. Ithies Town et qui est d'autant plus économique qu'on n'y fait entrer que des bois de petite dimension, reliés très ingénieusement par des boulons de fer, qui ne les endommagent pas du tout, si bien qu'on pourrait se servir des charpentes pour un autre usage si l'on démolissait le pont.

Pour les ponts d'une plus grande longueur on daigne quelquefois faire des fondations en pierre, ce qui est arrivé pour le pont du Haut Portage, l'une des plus remarquables constructions en charpente que l'on connaisse et qui, malgré le bas prix des bois en Amérique, a encore coûté près de neuf cent mille francs.

Ce pont n'a pas moins de 240 mètres de longueur et sa hauteur au-dessus des eaux est de 57 mètres, c'est-à-dire que les seize fermes en charpente qui le soutiennent ont 48 mètres d'élévation puisque les piliers de maçonnerie sur lesquelles elles sont assises ne sortent que de neuf mètres de la rivière Genessée.

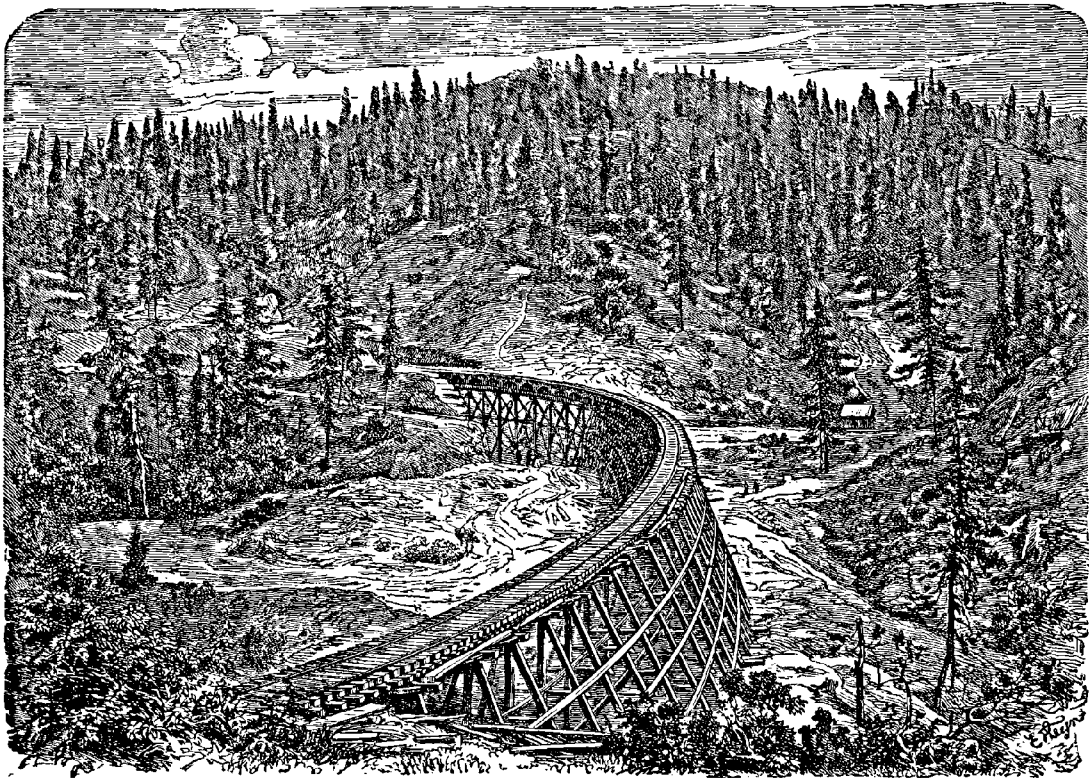
Ces fermes sont d'ailleurs pittoresques et même élégantes, reliées entre elles par des traverses qui coupent leur hauteur en

cinq étages et sur lesquelles elles s'arc-boutent, au moyen de pièces de bois formant une série de losanges assez agréable à l'œil.

Inutile de dire que les mêmes procédés sont employés pour la construction des viaducs, il y en a même qui sont tout en bois, et cela arrive surtout quand ils se trouvent

à proximité des forêts où l'on n'a que la peine d'abattre des arbres pour se procurer la matière première, qu'assez souvent, on ne prend pas le temps d'équarrir.

L'un des plus curieux, peut-être même des plus dangereux viaducs de ce genre est celui de Secrettown en Californie, à cause de la courbe assez prononcée qu'il décrit; ce



Viaduc de Secrettown (Californie).

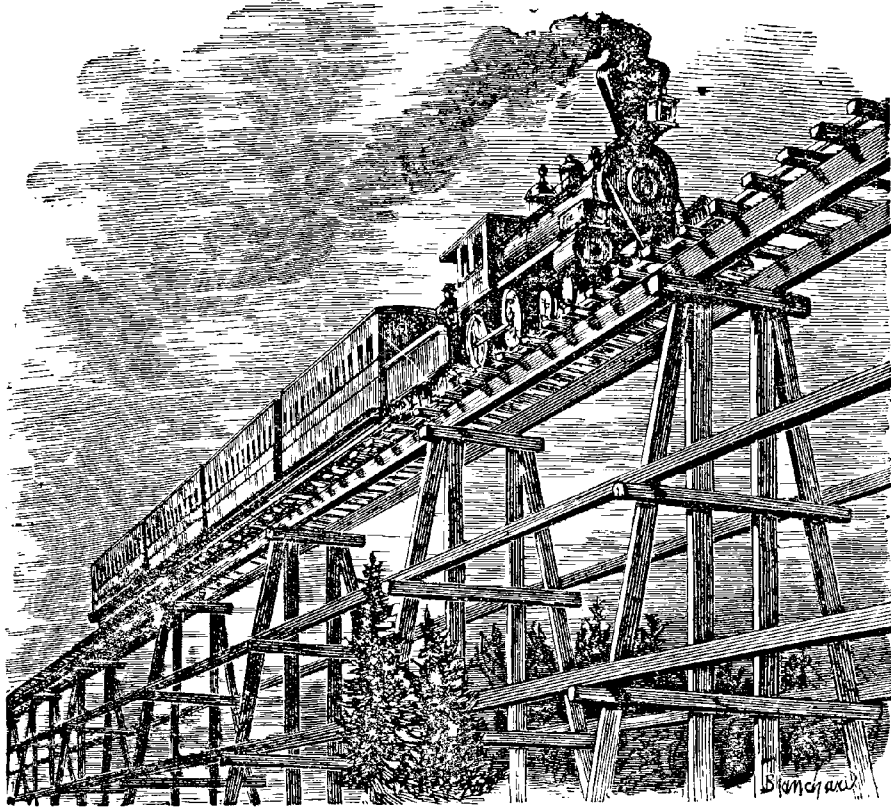
qui ne l'empêche pas de n'avoir ni parapets, ni tablier et de reposer tout bonnement sur une série de tréteaux, reliés très économiquement par quelques traverses.

Il faut dire aussi que la vitesse des trains, surtout sur la ligne du Pacifique, est beaucoup moindre que sur les chemins de fer Européens.

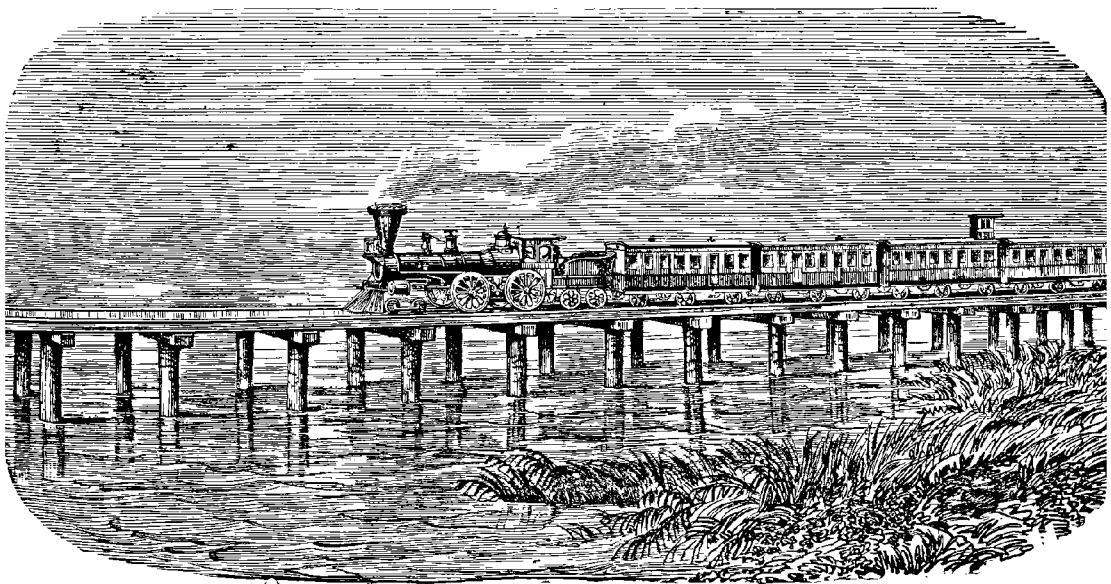
En Europe, et particulièrement en France, nous l'avons dit déjà, on construit

plus solidement et aussi d'une façon plus monumentale et nos ingénieurs s'étudient à varier les types, selon les lieux, pour augmenter encore par leurs constructions, les beautés du paysage.

Au point où en est aujourd'hui dans cette spécialité, l'art architectural; le plus difficile n'est pas de faire beau, c'est de faire stable, car le dicton populaire qui dit « solide comme un pont » ne doit jamais mentir.



Trestle-Bridge, vu en dessous.



Fragment du chemin de fer établi sur pilotis, dans un marais très profond de la Caroline du Sud.

Or, un pont pour être solide doit être fondé sur le solide, ce qui est le grand problème de la construction, car on n'assied pas des piles dans l'eau courante comme sur la terre ferme. C'est pourquoi nous nous occuperons d'abord des fondations en général, avant de parler des différents systèmes de construction des ponts et des viaducs.

FONDATIONS

Le mode de fondation devant varier suivant la nature du sol que l'on rencontre, la première chose à faire est de reconnaître ce sol au moyen de sondages aussi multipliés que possible, il résulte de ces opérations que le sol est :

Ou formé de roches solides, pouvant supporter le poids de l'ouvrage.

Ou composé d'argile, de sablon, ou même de gravier; auquel cas il n'est pas compressible, c'est-à-dire qu'il ne cédera pas sous la masse de la construction; mais affouillable, c'est-à-dire que les eaux courantes pourront le chasser peu à peu du pied des piles et arriver ainsi à les renverser.

Ou, encore, formé de vases ou de tourbes qui étant à la fois compressibles et affouillables, présentent toutes les difficultés réunies.

Pour fonder sur le terrain solide on emploie différents moyens, selon la profondeur des eaux et la nature particulière du sol.

De toutes façons on commence toujours par draguer l'emplacement que doit occuper la pile, pour débarrasser le sol des matières friables et du limon que la rivière y a charriés. Puis, si l'on n'atteint pas le solide à plus de deux mètres de profondeur, on circonscrit l'espace nécessaire à la construction, par deux rangées de pieux enfoncés dans la terre et reliés avec des palplanches, de façon à former deux enceintes continues autour de la pile qu'il s'agit de fonder.

On remplit ensuite l'espace compris entre

les deux enceintes avec de la terre bien pilonnée, du gravier, n'importe quels matériaux pourvu qu'on arrive à former une muraille aussi étanche que possible, qu'on appelle *bâtardeau*.

Il ne reste plus alors qu'à épuiser, au moyen de pompes, l'eau renfermée dans le bâtardeau qui s'élève naturellement un peu plus haut que la surface de la rivière; cela fait on construit la pile à l'intérieur du bâtardeau exactement comme si l'on opérait sur un terrain sec, avec cette différence pourtant, qu'au lieu de se servir de mortier ordinaire on emploie la chaux hydraulique, qui a la propriété de faire prise sous l'eau et d'acquiescer en peu de temps une dureté équivalente à celle du ciment, beaucoup plus cher.

Mais on ne trouve pas toujours le solide à deux mètres sous l'eau, si la profondeur de la rivière est plus grande il faut renoncer au bâtardeau fixe et le remplacer par une espèce de bâtardeau mobile, grande caisse sans fond, construite en dehors de l'eau, de la hauteur nécessaire et qu'on échoue sur place.

Il va sans dire que cette immense caisse doit être étanche puisqu'elle doit tenir lieu de bâtardeau.

A trois mètres, trois mètres cinquante même, ce système est encore possible, mais plus profondément, il est impraticable car au fur et à mesure que la profondeur augmente l'épuisement des eaux devient plus difficile et plus coûteux.

Dans ce cas-là, au lieu d'une caisse étanche on immerge une ou deux caisses superposées, non étanches, que l'on fixe sur place au moyen d'un rang de pilotis réunis par des traverses horizontales et des palplanches non assemblées, ce qui serait inutile puisqu'il ne s'agit plus de pomper l'eau.

Cet échafaudage, qui restera à demeure, entouré même, pour plus de sécurité, de grosses pierres jetées en tas pour le protéger contre les affouillements possibles, est alors rempli intérieurement avec du béton com-

posé de gravier et de mortier hydraulique; et pour que le béton ne se délaye pas dans l'eau avant d'arriver à destination, on l'y fait parvenir au moyen de grandes caisses à fond mobile, où il est d'avance comprimé de façon à s'étaler en couches uniformes.

Au fur et à mesure que le béton monte, l'eau dont il prend la place disparaît naturellement et il devient de plus en plus facile de le tasser.

Arrivé à fleur d'eau, on nivelle sa surface sur laquelle on construit en maçonnerie par les procédés ordinaires.

Dans ce système tout repose donc sur la solidité du béton; aussi apporte-t-on les plus grands soins à sa fabrication et à sa mise en place.

S'agit-il de fonder sur un sol affouillable, les systèmes que nous venons de décrire sont alors insuffisants et l'on a recours aux pilotis.

Tout le monde sait que les pilotis sont des pieux enfoncés dans le fond des rivières au moyen de moutons qu'on laisse tomber dessus; ces pilotis, placés en nombre suffisant dans tout l'espace que doit occuper la pile, on réunit leurs têtes, au moyen d'un cadre en charpente, formant un plancher sur lequel s'appuiera la maçonnerie.

Ce système, complété par un enrochement de grosses pierres au pied des pilotis, s'emploie aussi dans les terrains compressibles lorsque la profondeur des eaux n'est pas trop grande.

Les Américains, toujours pressés, les emploient dans tous les cas et même sans l'appui de la maçonnerie; nous en donnons un exemple par notre gravure représentant une portion du chemin de fer traversant un marais très profond de la Caroline du Sud. Il est vrai que vu la nature du sol, il eût été très difficile et surtout très dispendieux de faire autrement.

Cette construction, très longue, mais peu élevée, n'a pas d'ailleurs le caractère de témérité qu'on rencontre si souvent dans les

œuvres d'art des chemins de fer des États-Unis, mais elle n'aurait jamais été entreprise en France, où l'on a presque renoncé au système des pilotis, parce qu'il exige de trop grandes quantités de bois.

On l'a modifié, dans les rivières d'une profondeur moyenne, par l'emploi des encaissements au béton dont nous avons parlé précédemment, et que l'on protège seulement par une rangée de pilotis sur lesquels s'appuient des enrochements de pierres dures.

En Angleterre, les pilotis ont été à peu près remplacés par les *Screw-piles*, espèces de pieux à vis inventé par l'ingénieur anglais Mitchell.

Ce sont des cylindres, en fer forgé, terminés à leur extrémité antérieure par un disque d'un mètre de diamètre, dont la surface hélicoïdale s'enfonce comme un immense tire-bouchon, au moyen de cabestans disposés de façon à appuyer sur la tête du pieu, tout en lui imprimant un mouvement de rotation.

Ce système est évidemment plus coûteux que le pilotis en bois, mais il est aussi plus expéditif et l'on gagne peut-être en main d'œuvre ce que l'on perd en matière première, outre que la solidité est plus incontestable.

Quoi qu'il en soit, il ne s'est pas naturalisé en France, cela tient sans doute à ce qu'au moment de son apparition on avait déjà adopté les fondations tubulaires, indispensables dans les terrains à la fois compressibles et affouillables.

Ce procédé est d'ailleurs tout français, puisqu'il a été employé pour la première fois en 1840, par M. Triger, ingénieur des mines, qui s'en est servi avec succès pour foncer un puits à Chalonnès dans un terrain noyé par les eaux de la Loire.

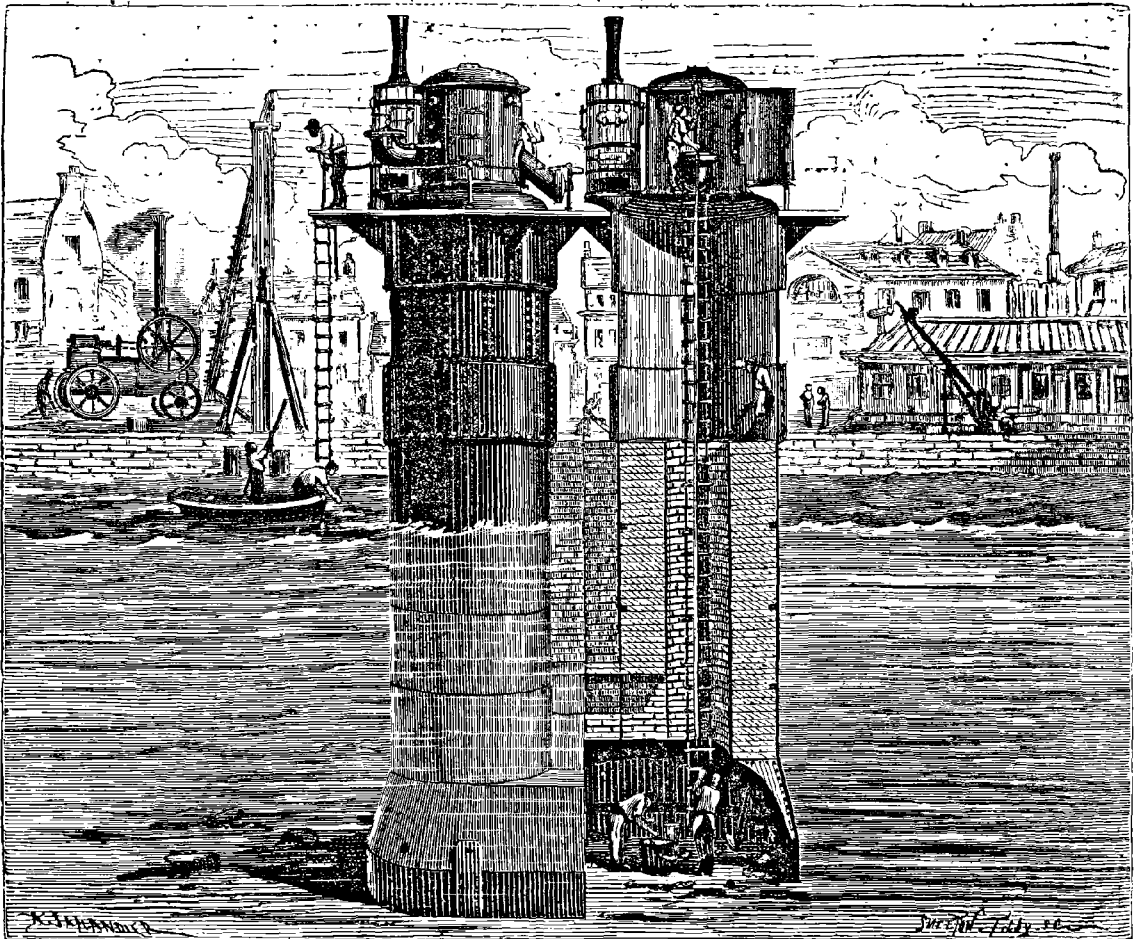
Voici en quoi il consiste :

On immerge verticalement dans le lit du fleuve une colonne creuse de deux à trois mètres de diamètre formée de plaques de tôle solidement rivées.

Cette colonne est divisée intérieurement, par deux planchers horizontaux, en trois compartiments communiquant l'un avec l'autre, au moyen de trappes fermant hermétiquement.

Le compartiment supérieur reste toujours ouvert. L'inférieur qui n'a pas de fond non

plus pour pouvoir toucher le sol, est la chambre de travail où les ouvriers peuvent enlever les déblais et maçonner à leur aise, lorsque le vide a été fait dans le cylindre par le jeu d'une pompe à vapeur d'une puissance suffisante pour en chasser l'eau, par l'effet de l'air comprimé.

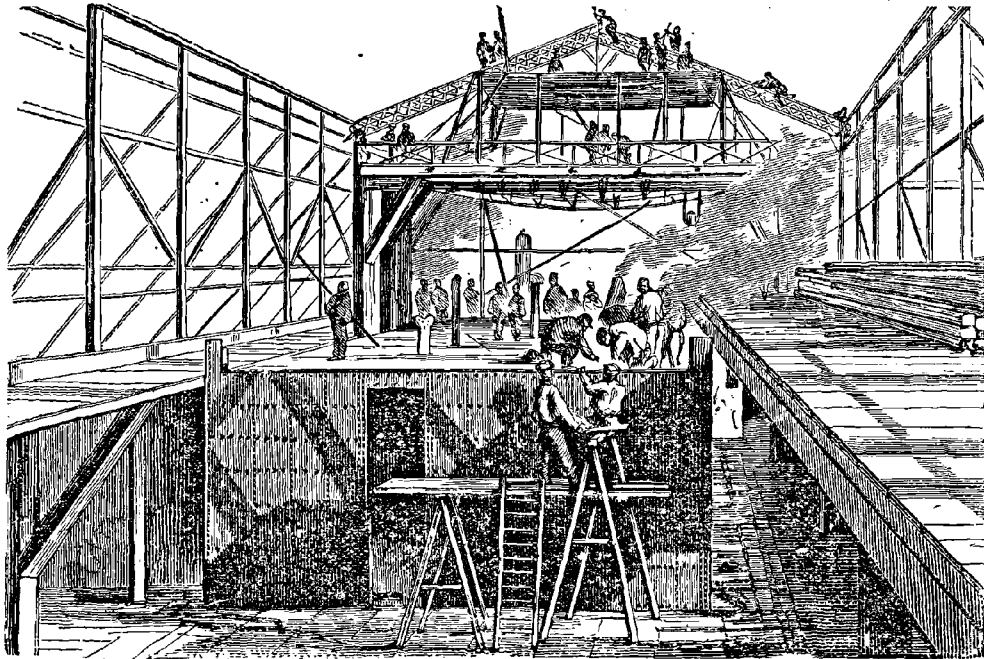


Fondations tubulaires du pont du Tay.

Quant au compartiment du milieu, il sert de chambre d'équilibre et sa trappe donne passage : à l'ouvrier qui est descendu dans le bas au moyen d'une échelle, aux déblais qu'on fait remonter d'en haut dans un seau et aux matériaux qu'on lui enverra de la même façon lorsqu'il lui faudra maçonner.

Naturellement, la colonne s'enfonce au fur et à mesure que l'ouvrier creuse le sol pour trouver le solide, sans être jamais incommodé par l'eau, laquelle est absorbée aussitôt par l'air comprimé, envoyé continuellement dans la chambre de travail.

Arrivé au solide, l'ouvrier remplit l'inté-



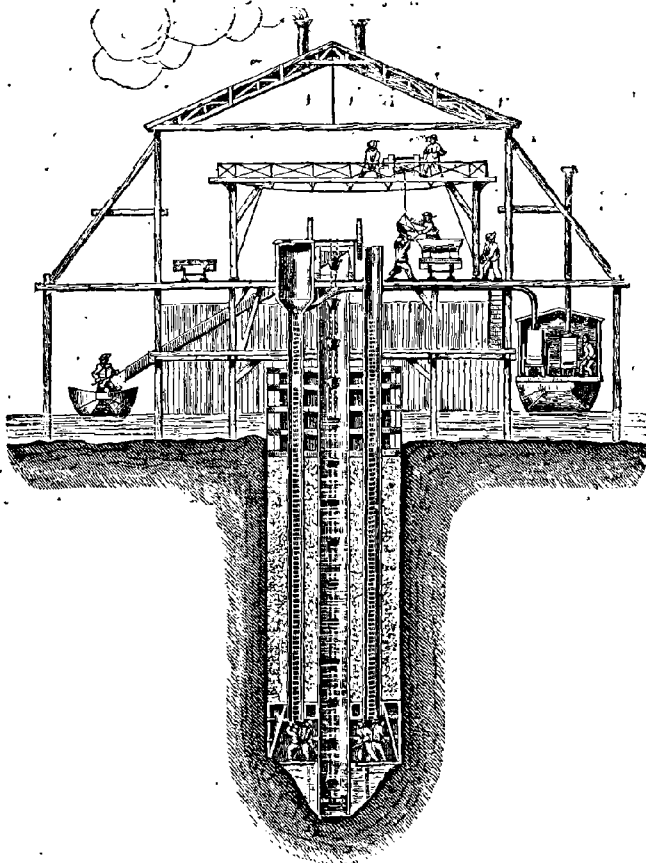
Fondations du pont de Kehl. — Construction des caissons.

vieur du tube : soit en maçonnerie soit en béton et les difficultés cessent complètement lorsqu'il a atteint le plancher du second compartiment.

Ce système employé avec succès en France pour les fondations des ponts de Mâcon, de Lyon, de Bordeaux; et en Autriche pour le grand pont sur la Theiss, a été modifié en Angleterre de différentes façons.

Le procédé que Brunel employa

Liv. 41.



Fondations du pont de Kehl. — Immersion du caisson.

en 1852 est le plus simple de tous, il consiste dans l'immersion d'une série de tubes de 2^m,50 de diamètre, s'emboîtant les uns dans les autres et pénétrant dans la vase presque par leur propre poids.

Ces tubes en place, on a dragué leur intérieur et on l'a rempli de béton par le moyen que nous avons déjà indiqué.

Le procédé Pott, connu depuis 1845 a été employé pour la première fois par

41

M. Robert Stephenson pour les fondations du viaduc de Holyhead (dans le pays de Galles), à la traversée du bras de mer de l'île d'Anglesey.

Il consiste dans un tube, ou une série de tubes creux, hermétiquement fermés à leur sommet et dans lesquels le vide est fait par la machine pneumatique.

Depuis on a perfectionné ce système, en remplaçant la calotte qui fermait le tube par l'emploi d'un double cylindre intérieur, dans lequel s'opère le vide, de façon à y faire monter les déblais, on n'a que la peine de l'enlever quand il est plein, sans avoir besoin de se servir de pelles ni de dragues.

Ce système a réussi dans quelques cas, mais il n'était pas bon partout, si bien que lorsqu'il s'est agi de fonder le viaduc de Rochester, on a eu recours au système français, compliqué de la façon suivante :

Le cylindre était fermé hermétiquement à son sommet par une plaque en fer, percée de deux trous par lesquels on introduisait deux cages, ou chambres d'équilibre, placées moitié à l'intérieur moitié au dehors du tube, et munies à leur partie supérieure d'un clapet, maintenu fermé par l'air comprimé ; et latéralement d'une sorte de porte.

Entre ces deux chambres d'équilibre était une grue au moyen de laquelle on montait dans des seaux, les déblais qu'on déposait dans les chambres d'où ils étaient enlevés définitivement au dehors par un treuil fixé au sommet du cylindre.

Ce système donna de bons résultats, mais on reconnut qu'il était d'un emploi difficile parce que la pression de l'air intérieur rendait le tube si instable, qu'il fallait le maintenir continuellement avec des poids énormes ; aussi Brunel ne l'employa-t-il pas pour les fondations du pont de Saltash, où il dut chercher la stabilité sous vingt mètres de profondeur d'eau et de vase.

Il se servit néanmoins de l'air comprimé, mais seulement pour faire le vide entre les

deux tubes concentriques, l'un de six mètres de diamètre, l'autre de dix qu'il enfonça dans la vase.

Toute cette partie annulaire fut maçonnée en plein ; ce qui donna un batardeau d'une étancheté parfaite et assez vaste pour qu'on put y construire à l'aise après l'épuisement des eaux.

Du reste, dans le système tubulaire, destiné surtout à combattre les grandes difficultés, il ne saurait y avoir de principe absolu puisque les difficultés s'augmentent ou se diminuent selon les localités, les profondeurs d'eau, et la nature plus ou moins affouillable, ou plus ou moins compressible du sol.

C'est ainsi que pour les fondations du pont de Kehl, on dut inventer sinon des procédés nouveaux, du moins des applications nouvelles au procédé déjà connu ; car là il était impossible de trouver le solide à moins de soixante mètres de profondeur, c'est-à-dire à vingt mètres au-dessous des plus basses eaux du Rhin dont le niveau peut varier, selon les saisons, de douze à quinze mètres, et dont le courant, exceptionnellement rapide, produit des affouillements d'autant plus profonds que le gravier qui compose le sol est plus mobile.

Toutes les difficultés étaient donc réunies, puisqu'en raison de la hauteur des piles il fallait porter leur largeur à vingt-huit mètres et leur donner une longueur proportionnée, ce qui ne pouvait se faire par les moyens ordinaires du système tubulaire, mais les ingénieurs français, chargés de ce magnifique travail, trouvèrent autre chose.

Ils formèrent la première assise de leurs fondations au moyen de quatre caissons égaux, placés l'un à côté de l'autre et ayant nécessairement 7 mètres de long, leur largeur était de 5^m, 80, et ils pesaient ensemble plus de deux cent mille kilogrammes.

Voici du reste comment ils procédèrent. Après avoir établi sur le Rhin, à peu de distance des chantiers, un pont provisoire en

charpentés, muni des deux voies d'un chemin de fer de service pour convoyer les matériaux, ils mirent ces voies en communication, au moyen de plaques tournantes, avec les échafaudages construits tout autour de l'emplacement que devait occuper chacune des quatre piles qu'ils avaient à construire, lequel emplacement avait été circonscrit, au préalable par des pilotis, supportant un plancher très solide, dont le niveau était à quatre mètres au-dessous du prolongement du pont de service.

C'est sur ce plancher que furent assemblés les caissons, dont nous avons parlé, formés de fortes plaques de tôle soigneusement boulonnées, et représentant avec leur partie inférieure ouverte, une vaste cloche à plongeur de 3^m, 40 d'élévation, d'autant que leur partie supérieure, hermétiquement fermée, était percée de trois colonnes creuses posées symétriquement sur sa largeur.

Celle du milieu, d'un diamètre plus grand que les autres, traversait tout le caisson et débordait même le niveau de sa base de façon à être toujours remplie d'eau, en vertu d'une loi d'hydrostatique que tout le monde connaît.

Les deux autres, au contraire, ne pénétraient que d'un mètre dans le caisson, et étaient terminées par des écluses à air, qui permettaient à l'air comprimé, introduit du dehors par de puissantes machines à vapeur, de faire le vide dans le caisson, et d'obliger encore, par le refoulement, l'eau à monter par la colonne du milieu.

Par les tubes, qui s'augmentaient d'un segment au fur et à mesure que le caisson s'immergeait, et qui contenaient une échelle dans toute leur hauteur, les ouvriers descendaient pour travailler par série de quatre heures, à creuser le sol pour que le caisson pût s'enfoncer, rejetant les déblais sous le milieu, où une chaîne sans fin, munie de godets, établie dans le tube central, les montait à la surface et les versait sur une rigole

inclinée qui les conduisait dans un bateau, à peu près comme cela se pratique sur les machines à draguer.

Au fur et à mesure que le caisson s'enfonçait, d'autres ouvriers construisaient dessus en maçonnerie, en posant les premières assises sur les parties libres de son couvercle, exactement comme s'ils eussent travaillé sur un terrain solide; de sorte que tout se faisait en même temps.

Arrivé à la profondeur voulue, le caisson assis bien d'aplomb sur le gravier asséché par l'effet de l'air comprimé, le tube central fut démonté, les ouvriers dragueurs quittèrent leur chantier et furent remplacés par les constructeurs qui remplirent le caisson de maçonnerie.

Cela fait, on démonta également les deux tubes conducteurs d'air comprimé, et tous les vides furent bouchés avec du béton, de sorte que l'on obtint un cube solide de 28 mètres sur 5^m, 80 de base, et de 20 mètres de hauteur, sur lequel il n'y avait plus qu'à construire, en granit des Vosges et de la Forêt-Noire, la maçonnerie des piles, qui, ainsi établies, présentent toutes les garanties désirables contre les affouillements.

Le pont a, d'ailleurs, avant d'être livré à la circulation subi des épreuves qui mettent sa solidité hors de doute.

PONTS DE MAÇONNERIE

Notre intention n'est point d'entrer dans des détails de construction, qui seraient sans intérêt ici, d'autant qu'ils ont leur place marquée dans une autre partie de cet ouvrage; nous donnerons seulement, comme nous l'avons fait déjà, un aperçu de quelques procédés spéciaux aux travaux d'art de chemin de fer, tout en citant les plus connus ou les plus dignes d'admiration.

En France, on peut même dire en Europe, les ouvrages d'art sont presque tous de véritables monuments, qu'il s'agisse d'un pont de quelques arches ou d'un viaduc au

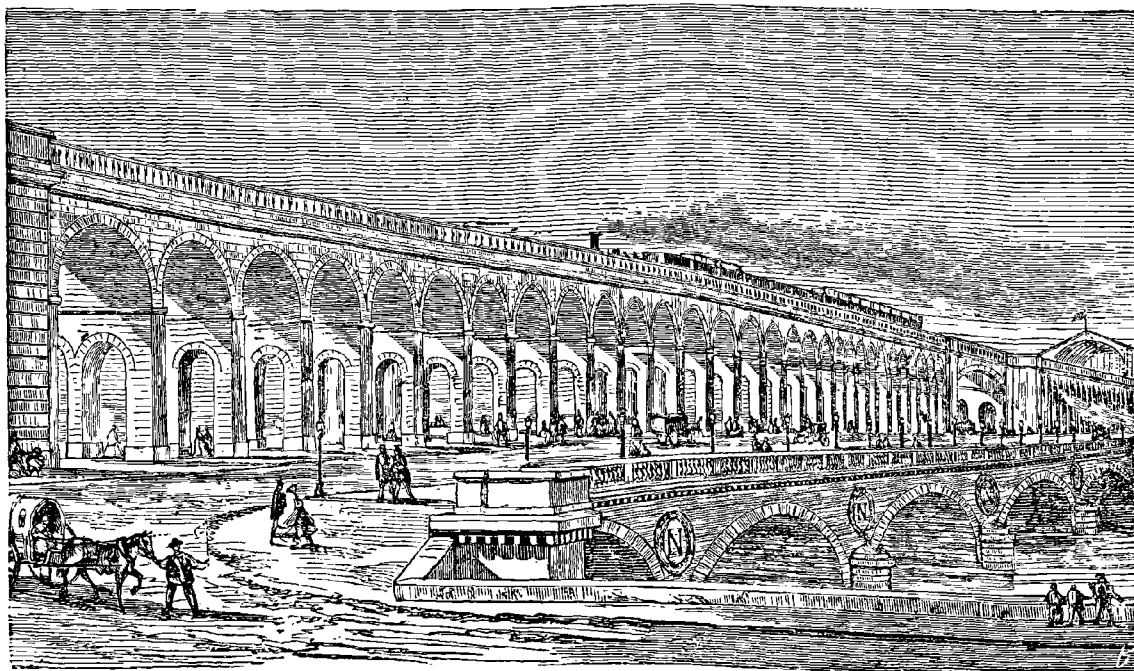
développement colossal; et ce n'est pas toujours ceux qui ont le plus d'apparence qui représentent la plus grande somme de difficultés vaincues.

Ainsi, tel pont qui n'a qu'une arche, peut être un chef-d'œuvre, si son arc présente un développement inusité, ou si les nécessités locales lui ont imposé une obliquité considérable; mais les constructions qu'on admire le plus volontiers sont celles qui frap-

pent l'œil par leur masse imposante ou par la hardiesse de leur élévation.

A ce double titre on peut citer, dans Paris même, le pont viaduc du Point-du-Jour, construit en 1865 par M. de Bassompierre, pour le chemin de fer de ceinture.

C'est d'abord un pont de 175 mètres de largeur, jeté sur la Seine pour le service des voitures; il se compose de cinq arches en arcs surbaissés de 31 mètres d'ouverture.



Pont viaduc du Point-du-Jour.

Son tablier, qui a la même largeur, offre deux voies carrossables avec trottoirs et porte en son milieu le viaduc proprement dit, dont les hautes et nombreuses arcades sont d'un aspect grandiose.

Comme si le chiffre 31 devait être fatidique dans cette construction, ces arcades sont au nombre de 31 et elles ont justement 31 mètres de hauteur.

Il est vrai que, passé la traversée du pont, le viaduc se continue: d'abord de chaque

côté par une large travée, qui laisse le passage aux voitures sur les deux rives de la Seine, et ensuite par une nouvelle série d'arcades, qui se prolongent d'un côté jusqu'à la station d'Auteuil et de l'autre au-delà de celle du Point-du-Jour.

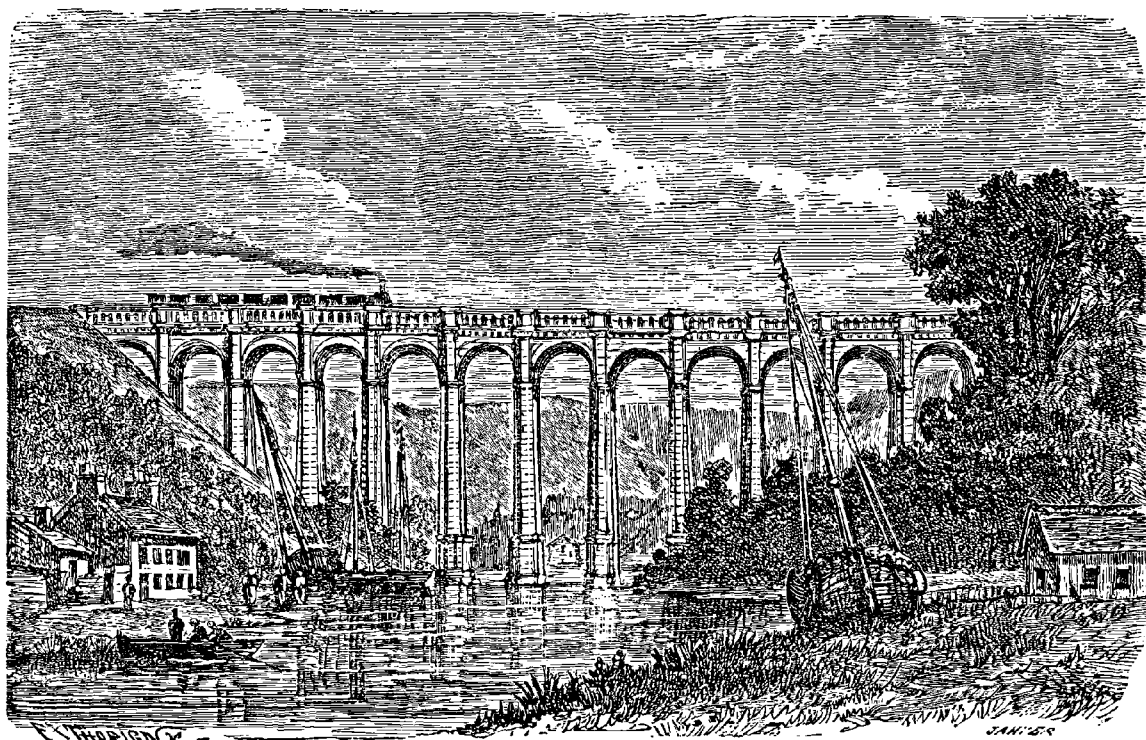
Les jambages des arcades ne sont pas pleins; ils sont percés chacun de deux arcades plus petites dont la double enfilade sert de passage aux piétons et offre aux promeneurs une galerie couverte des plus

pittoresques et pourtant fort peu fréquentée, tant il est vrai qu'on va souvent très loin chercher des sites curieux, quand on n'aurait qu'à sortir de chez soi pour en trouver.

Aux environs, nous avons le viaduc de Valfleury, près de Meudon, qui a cela de particulier : c'est que l'on ne voit guère que la moitié des piles qui soutiennent ses sept arcades. En effet, le sol argileux est si mou,

à cet endroit, qu'on a été obligé de creuser considérablement pour asseoir les fondations sur un banc de craie solide.

Et le viaduc de Nogent-sur-Marne, trois fois recommandable, parce qu'il décrit une courbe majestueuse, parce que c'est un des plus longs que nous ayons en France (700 mètres et trente arcades), et parce qu'il se relie à l'un des ponts en maçonnerie les plus hardis qui existent, car ses



Viaduc de Port-Launay.

quatre arches sont à 20 mètres de hauteur et ont 50 mètres d'ouverture.

Si nous voulons nous étendre plus loin, nous ne manquerons point d'objets de comparaison ; sans sortir de France, nous trouverons le viaduc de Chaumont (ligne de l'Est), qui est une vraie merveille, et peut-être le plus bel ouvrage de maçonnerie qu'on puisse voir sur une ligne française.

Voir est une façon de parler, car on l'a-

perçoit à peine quand on passe dessus, mais il vaut la peine qu'on s'arrête à Chaumont exprès pour le visiter.

Sa longueur totale est de 600 mètres ; ses arceaux, très nombreux, puisqu'ils représentent 60,000 mètres cubes de maçonnerie, ont 50 mètres de hauteur ; ils sont divisés en trois étages par deux séries d'arcs surbaissés : le premier rang de ces arceaux forme une galerie qui permet aux piétons

de traverser la vallée de la Suisse sans être obligés de suivre la route.

Cet immense travail a été terminé en une année, il est vrai qu'on n'arrêtait ni jour ni nuit, grâce à la lumière électrique.

A peu près dans le même genre, sauf les matériaux de construction, est le viaduc de Barentin (ligne du Havre), dont les vingt-sept arches mesurent ensemble plus d'un demi-kilomètre. Mais son établissement a été beaucoup plus long, car il a fallu le refaire entièrement par suite d'un écroulement.

Le viaduc qui traverse la vallée de l'Indre (ligne de Paris à Bordeaux, entre Tours et Monts), est aussi très remarquable; il a coûté, du reste, deux millions; il compte cinquante-neuf arches, dont la hauteur moyenne n'est que de 22 mètres, mais qui se développent sur une longueur de 750 mètres.

Le plus léger peut-être qu'on ait encore construit (en maçonnerie bien entendu) est celui de Comelle, près de Chantilly, sur le chemin de fer du Nord. Sa hauteur la plus grande est de 25 mètres, et sa structure, tout en moellons, sauf les parements, lui donne une sveltesse extraordinaire.

Mais les plus curieux, à cause de leur situation, sont les viaducs de Morlaix, de Dinan, de Port-Launay, qui passent à des hauteurs considérables au-dessus des maisons. Ils sont d'ailleurs construits presque sur le même modèle, rendu un peu lourd par le rapprochement des piles, rapprochement nécessité par la hauteur, dont il était impossible de diminuer la portée par des supports transversaux, puisqu'il faut que les bateaux-pêcheurs et même les navires d'un fort tonnage passent sous les arches du viaduc.

Un viaduc, qui ne manque point non plus d'originalité et auquel personne ne fait attention parce qu'il est dans Paris même, est celui qui longe l'avenue Daumesnil.

Il est vrai qu'on ne le voit pas, et c'est

justement ce qui fait son originalité, car le dessous de ses arches est habité; chaque travée forme une boutique surmontée d'un entresol, où j'imagine qu'il doit être assez difficile de dormir d'un profond sommeil, surtout les dimanches d'été, où les trains de Vincennes, déjà si nombreux en temps ordinaires, se multiplient encore, à moins d'être très acclimaté, l'habitude étant, comme chacun sait, une seconde nature.

Il va sans dire que l'étranger a aussi des viaducs en maçonnerie remarquables.

On cite surtout, parmi les célèbres, celui de Durham, en Angleterre, dont les arches ont 40 mètres d'élévation, et ce qui augmente encore la sveltesse de l'ouvrage, c'est qu'elles ont une ouverture qui varie entre 45 et 50 mètres.

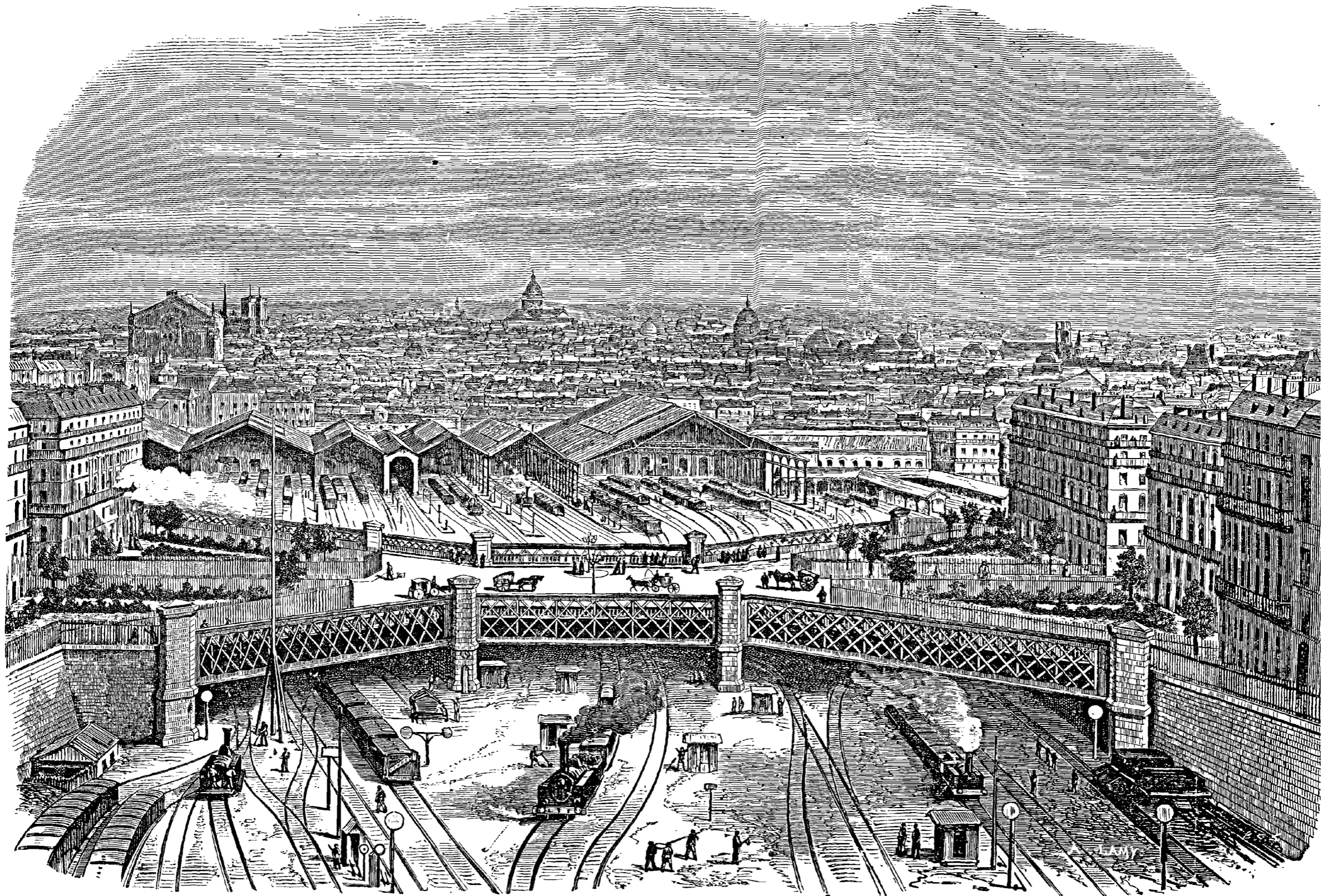
Le viaduc de la Goltzsch, en Saxe, est le plus élevé que l'on connaisse, puisque sa plus grande hauteur (80 mètres) égale le sommet du Panthéon; il est vrai qu'en cet endroit il est coupé en quatre étages par des arceaux peu ouverts, qui lui donnent un aspect peut-être un peu lourd, mais assurément très monumental, d'autant qu'il se développe sur une longueur de 580 mètres.

Cet ouvrage, bien plus considérable, mais dont on parle beaucoup moins, parce qu'il est moderne, que du pont du Gard, chef-d'œuvre des Romains, a coûté sept millions.

Mais qu'est-ce que l'argent quand il s'agit d'exploitations aussi colossales que celles des chemins de fer!

PONTS MIXTES

Nous appellerons ponts mixtes ceux qui, mariant la pierre avec le métal, ont des culées et des piles en maçonnerie et des tabliers de fer ou de fonte. Ces sortes de constructions sont aujourd'hui très nombreuses sur les chemins de fer, et se subdivisent, selon la forme ou la disposition des tabliers, en ponts tubulaires et ponts à



35.

PONT CONSTRUIT SUR L'EMPLACEMENT DE LA PLACE DE L'EUROPE, AU CHEMIN DE FER DE L'OUEST.

treillis, catégories que nous étudierons tout à l'heure.

Parmi les plus remarquables des ponts mixtes proprement dits, on cite celui qui relie les deux rives du Rhône, entre Beaucaire et Tarascon, et qui donne passage à l'embranchement du chemin de fer de Tarascon à Nîmes.

Il a coûté six millions et demi et cinq années de travaux.

Il se compose de sept arches en fonte de soixante mètres d'ouverture, s'appuyant sur de colossales piles en maçonnerie, dont la base est garantie contre la violence du courant par un enrochement de pierres de taille, pesant au moins 6,000 kilogrammes chacune.

Les parapets et les corniches sont également en fonte et, si elles n'accusent pas de grandes recherches dans la forme, elles ont néanmoins une élégante simplicité.

Assurément c'est plus gai que la pierre et c'est plus économique, sinon plus solide.

De même nature, et tout aussi remarquables, sont : le pont de Lyon, sur le Rhône, le pont d'Asnières, sur la Seine et, en Angleterre, le grand viaduc de Newcastle construit par Robert Stephenson.

Le pont d'Asnières qui résiste à des charges extraordinaires, puisqu'il n'est pas rare d'y voir trois ou quatre trains à la fois, a cela de particulier que chacune de ses poutres est un petit tube de 2^m, 28 de hauteur sur 68 centimètres de largeur.

Mais le pont mixte le plus curieux est dans Paris même et, malgré cela, peut-être même à cause de cela, il n'est pas connu comme il mérite de l'être.

Nous voulons parler du pont de la place de l'Europe, sous lequel on passe en quittant la gare Saint-Lazare.

On peut même dire : qui fait la place de l'Europe, car ce pont, qui représente une somme considérable de difficultés vaincues, est, avec ses six embranchements qui se prolongent dans l'axe d'autant de rues, toute

la place, établie autrefois sur un double tunnel.

Ces tunnels étaient encombrants et leur maçonnerie occupait des emplacements dont on avait besoin pour augmenter les voies d'accès à la gare ; on résolut un jour de les remplacer par un pont à tablier métallique qui permettrait de créer une ligne spéciale au chemin de fer d'Auteuil en même temps que d'ajouter des voies aux lignes de Saint-Germain, de Versailles et du Havre, dont le trafic est si considérable.

Nous n'insistons point sur l'admirable organisation du double travail de démolition et de reconstruction qui s'accomplit sans qu'on eût à déplorer le moindre accident, et sans qu'aucun des nombreux services du chemin de fer éprouvât la moindre interruption. — Nous voulons dire seulement quelques mots du pont qui est une véritable œuvre d'art.

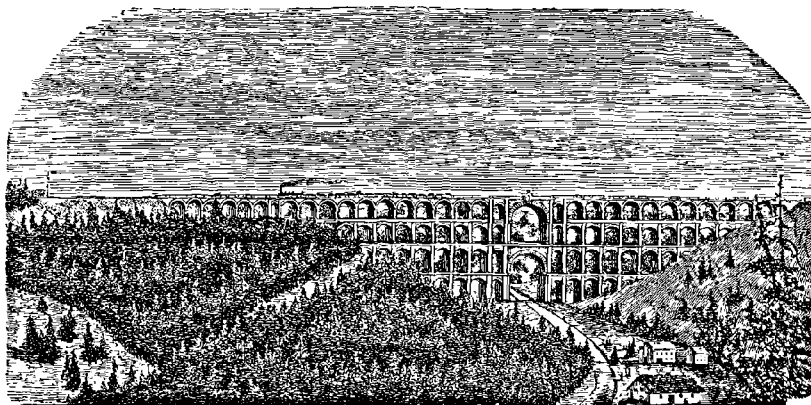
Il est circonscrit par deux culées qui ne sont pas parallèles, celle qui suit la direction de la rue de Rome a 117^m, 74 de longueur, l'autre 148^m, 63.

Entre ces deux culées s'élèvent deux piles beaucoup moins longues, puisqu'elles n'ont à porter que la partie centrale du pont qui a 50 mètres de largeur.

De chaque côté de cette partie centrale, le pont va s'élargissant en éventail, et l'immense développement qu'il prend alors est treillissé de poutres reliées entre elles par des entretoises en tôle, espacées de deux en deux mètres, et sur lesquelles on a construit de petites voûtes en briques creuses destinées à porter le plancher du pont, c'est-à-dire une double couche d'asphalte, posée d'abord sur un lit de béton, du moins, dans toutes les parties qui constituent les chaussées car, pour les jardins qu'on a ménagés dans les espaces triangulaires qui séparent les rues, on s'est contenté de mettre de la terre végétale sur les voûtes de brique.

La dépense de cette colossale construction, que l'on n'a pas pu faire dans des con-

ditions bien économiques parce qu'il ne faut pas interrompre le service, ne s'est pour- tant élevée qu'à deux millions et demi, dont seize cent mille francs ont été absorbés par



Viaduc de la Goltzsch, en Saxe

le tablier métallique occupant une surface de 8,400 mètres carrés; la maçonnerie doit figurer aussi pour un beau chiffre, car elle a absorbé plus de 10,000 mètres cubes de matériaux.

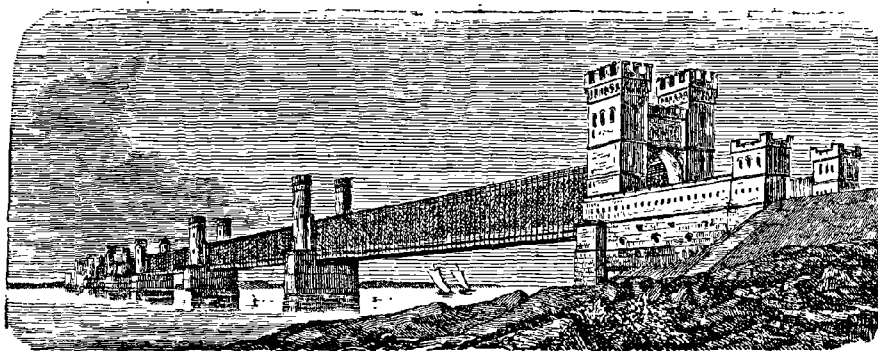
Rangeons aussi dans la catégorie des ponts mixtes, ceux, et ils ne sont pas rares en Amérique, qui emploient à la fois le métal et le bois.

De ce nombre, il en est un tout à fait exceptionnel par sa longueur (24 kilomètres) sur

le chemin de fer de Mobile à Montgomery.

Ses piles cylindriques très rapprochées sont en fonte, et le tablier, sans parapets ni ornements, bien entendu, est en charpentes de bois qui ne sont même pas recouvertes d'un plancher.

Cette économie, toute américaine, n'a pas empêché le pont de coûter sept millions et demi et, ce qui est bien plus appréciable pour les Yankees, il a fallu trois ans pour le construire.



Pont de Coblenz sur le Rhin.

De même matière est le pont de Wittemberg sur l'Elbe, formé de quatorze travées | dont trois n'ont que 37^m,60 d'ouverture tandis que les autres en ont 53.

Mais par la façon dont son tablier est établi avec parois verticales, plancher et plafond, il rentre dans la catégorie des ponts tubulaires.

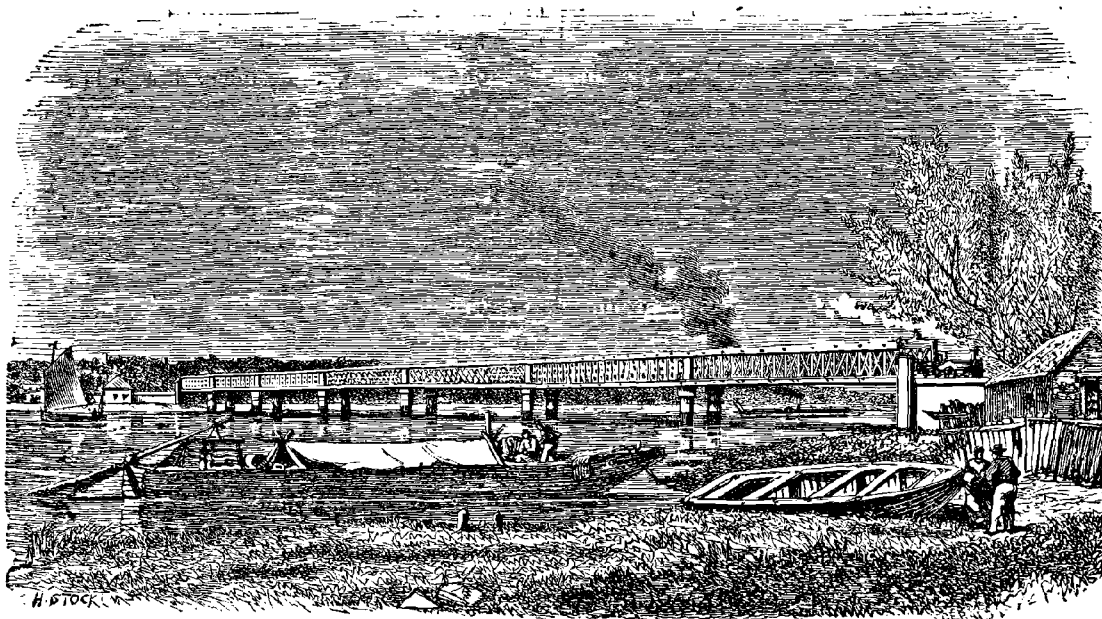


Viaduc de Crumlin, en Angleterre.

PONTS TUBULAIRES

Les ponts tubulaires, qu'on pourrait quasi appeler des tunnels suspendus, puisqu'ils se composent d'un rectangle creux posé sur les culées ou appuyé sur les piles, et dans lequel circulent les trains — les ponts tubulaires sont nés des chemins de fer et voici à quelle occasion.

On construisait le chemin de fer de Chester à Holyhead, pour relier le plus directement possible l'Angleterre et l'Irlande, puisque Holyhead se trouve en face de Dublin ; pour cela il fallait franchir d'une part la rivière de Conway et de l'autre le détroit de Menai qui sépare l'île d'Anglesey, du comté de Carnarvon.



Le pont de Bordeaux.

Les concessionnaires de la ligne pensèrent d'abord, sinon à utiliser les ponts suspendus qui existaient déjà à ces deux endroits, du moins à en jeter de semblables sur lesquels

les trains, décomposés, passeraient voiture par voiture, et traînés par des chevaux. Mais l'expédient était vraiment trop indigne de l'art de l'ingénieur, ils y renoncèrent et se résignèrent à construire des ponts fixes.

Beaucoup de projets furent mis en avant, mais tous furent réduits à néant, par la décision de l'amirauté anglaise qui, au nom de la liberté maritime, question primordiale en Angleterre, ne permit l'établissement des ponts qu'à la condition que le tablier serait au moins de 30 mètres plus élevé que les plus hautes marées, afin que les plus gros navires puissent passer dessous ; et en outre, pour que lesdits navires ne fussent jamais gênés dans leur circulation, on ne devait employer, pour la construction du pont, ni cintres, ni échafaudages d'aucune sorte.

Le génie de Robert Stephenson triompha de ces difficultés et les exigences de l'amirauté, qui pouvaient passer pour une fin de non recevoir, furent satisfaites par le lancement de deux ponts tubulaires.

Celui de Conway, qui a 122 mètres de portée, n'est soutenu par aucun point intermédiaire, les deux poutres longitudinales qui supportent tout l'ouvrage et s'appuyent sur les deux culées, pèsent chacune 1130 tonnes.

Pour le pont de Menai, célèbre sous le nom de *Britannia Bridge*, et qui a une longueur de près de 550 mètres, Stephenson a utilisé un rocher, situé à peu près vers le milieu du détroit, pour construire dessus une tour de 50 mètres de hauteur, qui est devenue la pile médiane du pont ; il en a élevé deux autres sur les deux rives et il a dossé ses culées aux levées d'Anglesey et de Carnarvon.

Restait à placer sur ses piles le parallépipède en fer laminé, qui devait être le tablier du pont. Il posa la partie la plus difficile, celle qui devait être sur le détroit, en quatre sections de 144 mètres de longueur sur 9 de hauteur et 4^m,50 de largeur,

dont deux furent placées côte à côte, pour former la double voie du pont, qui eut ainsi 9 mètres de largeur.

Et ces sections, qui ne pesaient pas moins de 1800 tonnes, furent amenées sur des radeaux au-dessous de l'emplacement qu'elles devaient occuper et de là, hissées au moyen de presses hydrauliques placées au sommet des tours.

Pour les parties hors de l'eau, ce n'était plus qu'un jeu après pareil tour de force ; elles furent construites en place sur des échafaudages et raccordées avec les tubes déjà placés.

Ce travail gigantesque et véritablement grandiose a coûté quinze millions et les Anglais, qui comptent jusqu'aux clous, quand ils ont quelque satisfaction à en tirer pour leur orgueil national, affirment qu'il en est entré pesant 900 tonnes dans l'assemblage des feuilles de tôle qui composent la double galerie tubulaire ; ce qui est très croyable, d'ailleurs, puisque cette galerie pèse à elle seule 11,000 tonnes.

Poids énorme, mais nécessaire à la solidité du pont, dont la portée maxima est de 140 mètres.

Eh bien ! cet ouvrage magnifique a essuyé en Angleterre de nombreuses critiques ; on n'attaquait pas directement le *Britannia Bridge*, qui ne pouvait se faire autrement ; mais on discutait le système, non seulement comme trop onéreux, mais comme ayant une utilité très contestable.

Hâtons-nous de dire que sur le continent, en France surtout, les ponts de Stephenson ont toujours été l'objet d'une admiration méritée et que le système tubulaire fut largement adopté sur nos lignes de chemin de fer, soit avec des procédés identiques, comme pour le pont de Macon, sur la Saône, soit avec des modifications qui font entrer ce genre de construction dans la catégorie des ponts treillisés, ainsi que nous le verrons, quand nous aurons cité, comme le plus curieux des ponts tubulaires, le *Victoria*

Bridge, qui se trouve en Amérique, sur la ligne de New-York au Canada.

Ce pont, qui traverse le fleuve Saint-Laurent et qui se prolonge en viaduc sur les deux rives, a 2,740 mètres de longueur; il se compose de vingt-cinq travées dont la portée varie de 74 mètres aux culées, à 100 mètres entre les piles du milieu, qui, pour cette raison, augmentent d'épaisseur en même temps que s'accroît aussi la hauteur du tube dont le plancher s'élève à 18 mètres au-dessus de l'étiage.

Construit bien plus légèrement que le pont de Menai, il n'est entré dans sa composition que 10,000 tonnes de fer, c'est-à-dire moins qu'à Menai, pour une longueur quadruple; il est vrai qu'il n'est qu'à une voie, mais il reste encore un bel écart.

Cela n'empêche pas sa solidité d'inspirer une confiance sans réserve, car les trains passent dedans, sans l'ébranler, avec une vitesse moyenne de quarante kilomètres à l'heure, qu'ils augmenteront certainement le jour où il plaira aux Américains de lutter de rapidité avec les chemins de fer français et anglais.

PONTS A TREILLIS

Comme nous l'avons dit, les ponts treillisés ou à treillis, très communs en Allemagne, sont des ponts tubulaires, dont les planchers, plafonds, aussi bien que les parois verticales, au lieu d'être pleines sont évidées et construites avec des barres métalliques se croisant en lacis.

L'Angleterre a essayé ce genre de construction pour la traversée du royal canal, par le chemin de fer de Dublin, mais sans l'adopter d'une manière définitive.

On en voit quelques-uns en France, dont le plus important est le pont de Bordeaux pour lequel on a été obligé de faire des fondations tubulaires avec les procédés employés au pont de Kehl; mais c'est surtout en Allemagne et en Suisse que ce sys-

tème a été adopté sur une large échelle.

Le premier, de quelque importance qui ait été construit, est le pont d'Offenbourg sur la Kinzig; il est à double voie et repose sur les culées de l'ancien pont, dont le tablier en fonte avait été emporté par les grandes eaux.

Il se compose de trois treillages en fer de 71 mètres de longueur sur 6^m,30 de hauteur et reliés entre eux par des entretoises et un cadre qui forment un véritable pont tubulaire à claire-voie.

Le treillis du milieu est construit plus solidement que les autres, pour le cas où deux trains, se croisant sur le pont (ce qu'il est toujours facile d'éviter si l'on veut), produiraient la charge maxima dans toute son étendue.

Les treillis extérieurs se composent de deux séries de barres parallèles, de fer laminé de 10 centimètres de largeur sur 2 d'épaisseur, se croisant à angle droit et rivées entre elles à froid avec des boulons d'une fabrication très soignée, pour éviter ainsi le jeu entre les rivets et les barres.

Quant au plancher qui demande une plus grande solidité, il est composé de rails Vignoles, placés à l'envers, formant des arcs-boutants et des entretoises qui s'étendent jusqu'en dehors des treillages extérieurs, de façon à servir de supports aux trottoirs.

C'est sur ce plancher que sont posées les traverses et les longrines sur lesquels sont fixés les rails de la double voie.

Telle est, à peu de modifications près, la disposition de tous les ponts treillisés.

Le pont de Kehl, dont nous avons déjà parlé, à propos de ses fondations, appartient à ce système, relativement économique et qui donne de très bons résultats.

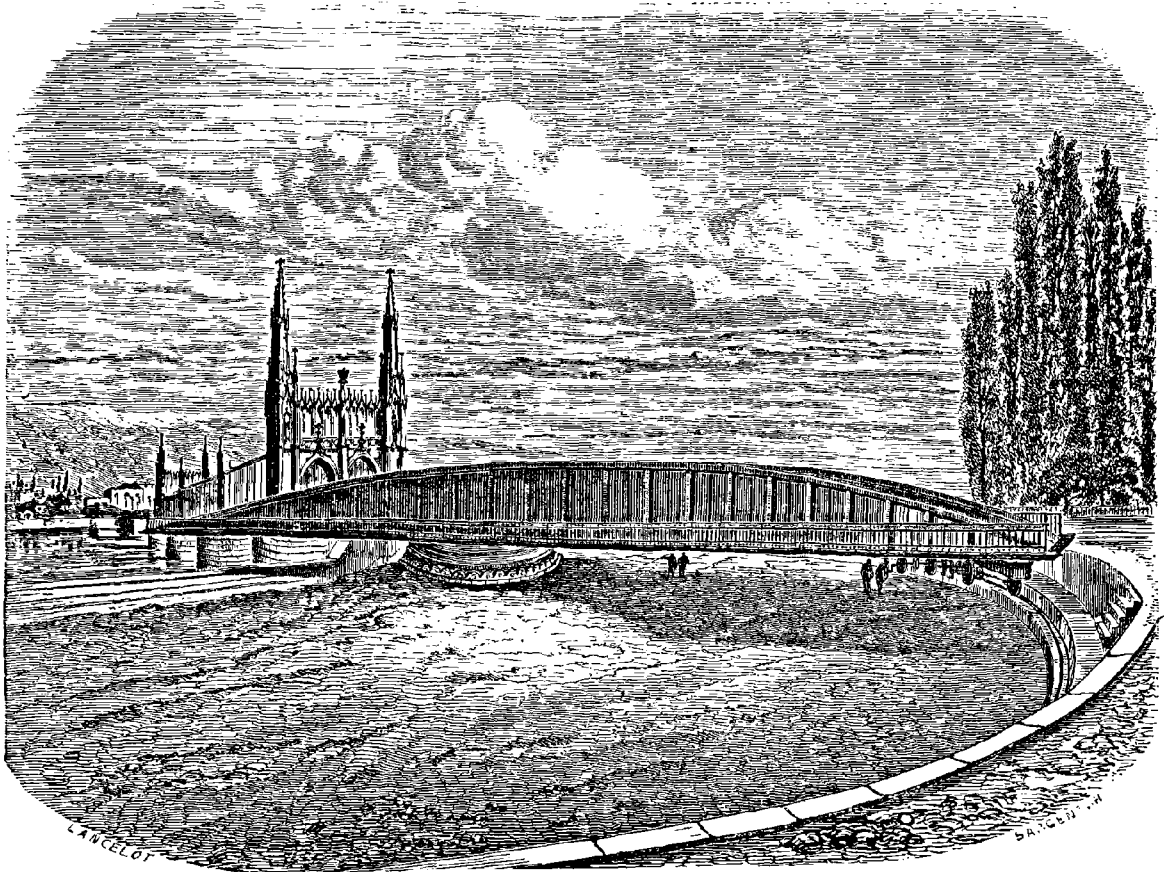
Du moins pour sa partie fixe qui couvre le milieu du Rhin, car les parties mobiles placées à chaque extrémité et qui naguère appartenaient à deux nationalités différentes, rentrent dans la catégorie des ponts

tournants en fonte, que l'on voit dans les bassins de tous les ports de mer.

Ces ponts tournants, dont on comprendra la manœuvre en consultant notre gravure, s'imposaient, du reste, par le peu de hauteur du pont dont le tablier n'est guère qu'à 1^m,40 des plus hautes eaux du Rhin.

car il fallait bien livrer un passage à la navigation et nous n'avons pas à voir ici s'ils ont été construits avec une arrière pensée stratégique, dans le but de séparer, à un moment donné, l'Allemagne de la France.

Précaution que les hasards de la guerre ont rendue inutile, aussi bien moralement



Le pont de Kehl (partie tournante).

que physiquement, les deux nations voisines étant bien plus séparées par le souvenir de leur lutte sanglante que par le cours du Rhin.

Ces ponts tournants, se raccordant exactement comme les plaques tournantes dont nous avons déjà parlé, ont chacun 26 mètres de long, et reposent sur les culées extrêmes. Le pont fixe, dont la longueur est

de 180 mètres, s'appuie sur les quatre piles fondées dans le Rhin; il se compose de trois fermes en treillis de fer, assemblées sur un chantier spécial et mises en place avec des machines non moins spéciales, puisque le poids de chacune dépasse deux millions de kilogrammes.

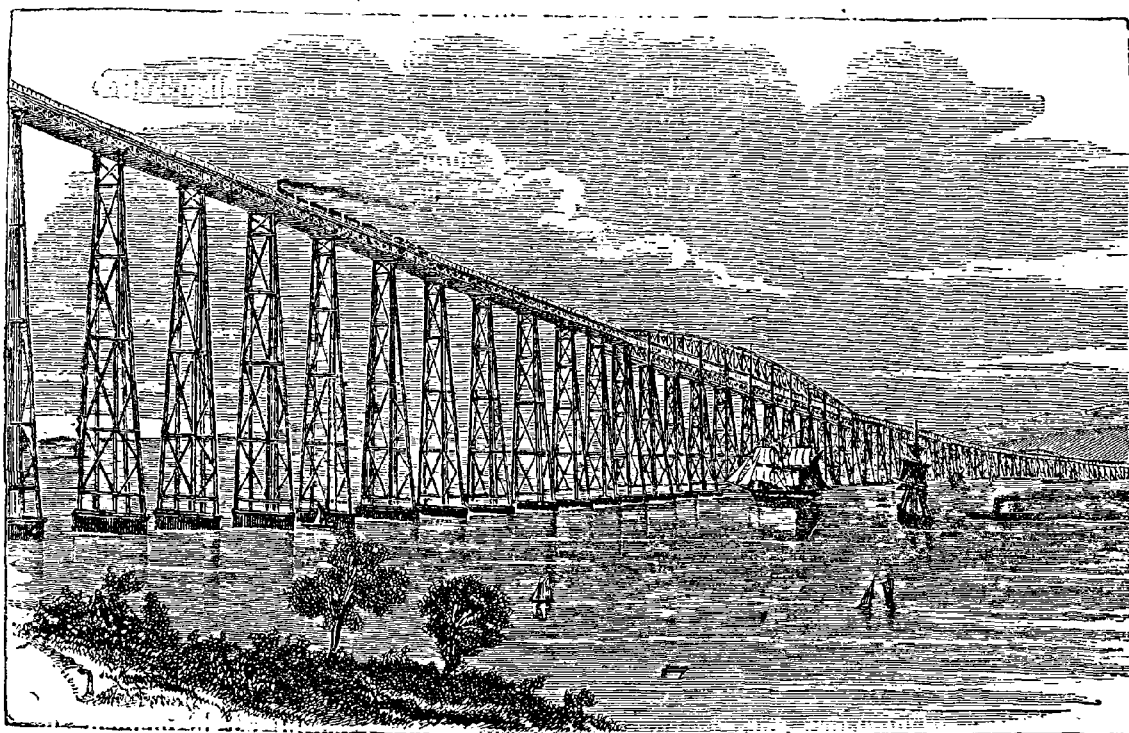
En dehors des treillis extérieurs, règnent

pour le service des piétons, deux passerelles dont les entrées s'ouvrent entre les colonnes des portiques gothiques, d'un effet pittoresque, mais d'un goût douteux qui encadrent le pont fixe à ses deux extrémités.

Pour donner une idée de la solidité des ponts de cette nature, nous raconterons l'épreuve qu'on a fait subir à celui-ci, avant de le livrer à la circulation, et qui est

identique, toutes proportions gardées, pour ses similaires.

D'abord les deux ponts tournants, malgré leur poids énorme, ont été manœuvrés chacun par quatre hommes; une fois en place, un train composé de cinq locomotives et de leurs tenders, c'est-à-dire d'un poids de près deux cent mille kilogrammes, s'est avancé sur la première travée; un



Pont du Tay en Écosse.

autre train de quinze wagons est venu se placer à côté sur l'autre voie et tous les deux ont traversé le pont, doucement, puis vite, puis en faisant des stationnements divers.

L'épreuve a été répétée par cinq locomotives sur chaque voie, marchant en sens inverse.

Enfin quatorze locomotives et quatre-vingts wagons, pesant ensemble 960,000 kilogrammes, ont stationné sur le pont toute une journée, sans faire fléchir le tablier de

plus de 12 millimètres; ce qui fait une pression moyenne de 8,000 kilogrammes par mètre courant, que jamais aucun pont ne peut avoir à supporter en service ordinaire et même extraordinaire.

Après le pont de Kehl, qui a coûté huit millions et dont la partie difficile, la fondation des piles, a été l'œuvre des ingénieurs français, les plus remarquables des ponts à treillis sont :

Celui de Cologne sur le Rhin, qui a 400 mètres de longueur, et qui a coûté des

millions ; il est vrai que, outre la voie ferrée, il porte pour les voitures et les piétons, une route qui relie ainsi la ville de Cologne à celle de Deutz.

Celui de Coblenz, également sur le Rhin, tout aussi long et tout aussi coûteux, bien qu'il ne serve qu'au chemin de fer, mais ses culées portent, aussi bien du côté de Coblenz que de celui de la fameuse citadelle d'Erheinbretsten, deux forts détachés, à tours carrées, qu'on ne manquerait point d'utiliser en cas de guerre.

Citons aussi les deux ponts de la Vistule à Dirschan et à Varsovie, et en Suisse, le pont de l'Aar qui, long seulement de 160 mètres, a coûté plus d'un million.

Mais ce dernier, affecté aussi au service des voitures et des piétons, reposant sur des piles en fonte, appartient plutôt à la catégorie des ponts métalliques.

PONTS MÉTALLIQUES

Nous plaçons dans cette catégorie, aujourd'hui très nombreuse, les ouvrages d'art, ponts ou viaducs qui ne reposent pas directement sur des piles en maçonnerie.

Ce genre de construction est adopté, par économie de temps, plutôt que d'argent, pour les ponts d'une certaine élévation, et surtout pour les viaducs qu'on peut mettre en place, en quelques sortes sans échafaudages, comme nous le verrons plus loin.

Il va sans dire que quelques-uns de ces ponts ont leur tablier dans le système tubulaire, ou à treillis, mais d'autres ont servi à expérimenter des combinaisons nouvelles, qui ont été plus ou moins adoptées.

Tels sont notamment le pont de Saltash et le viaduc de Chepstow.

Le pont de Saltash (près de Plymouth), que les Anglais appellent un *bowstring*, est ainsi nommé (tant la langue de Shakespeare et des Jockeys est explicite) parce que son tablier est soutenu par des tirants verticaux attachés à un axe supérieur tubulaire.

Tout cela est dans le mot, et il en résulte que le *bowstring* est une espèce de pont suspendu, non à des cordages mobiles, mais à des barres fixes rivées à un support tubulaire.

Au pont de Saltash, dont les deux travées ont 140 mètres d'ouverture, ce support n'est pas une poutre construite par les procédés ordinaires, c'est un arc tubulaire en tôle rivée qui donne au pont un curieux profil elliptique.

En somme c'est le contraire du système tubulaire : le tablier, au lieu d'être dessus, se trouve dessous, et les trains n'en passent pas moins bien pour cela.

Le viaduc de Chepstow repose à peu près sur le même système, à cette différence pourtant que le tablier est tubulaire, mais il est également suspendu à un autre tube cylindrique en tôle.

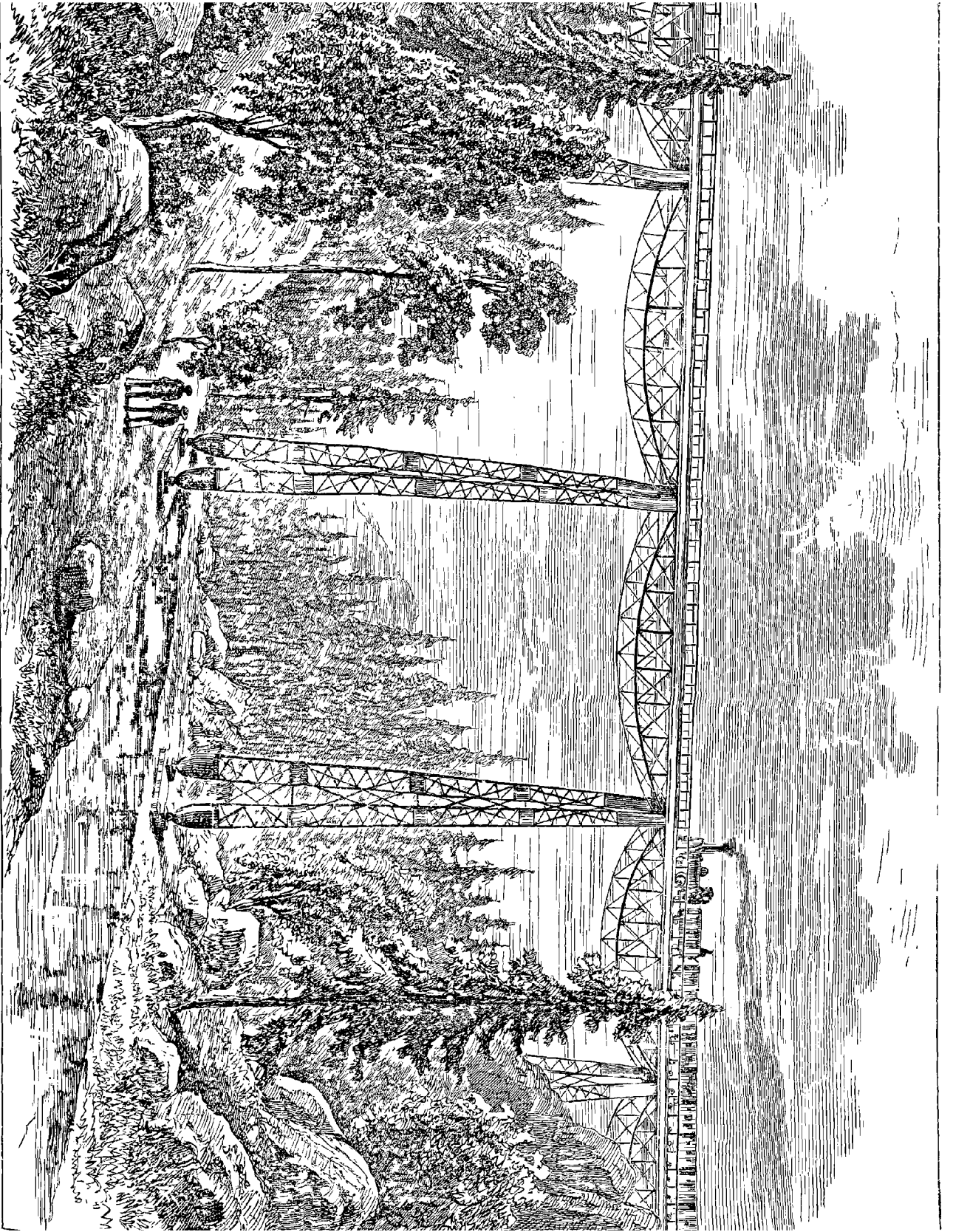
Le résultat, du reste, n'a pas été merveilleux, car les vibrations du tube supérieur sont très sensibles.

Ce système a donné naissance à celui d'un constructeur français, M. Oudry qui a imaginé de courber ses tubes en arc, mais qui a eu l'idée de les remplir de béton pour leur donner la stabilité voulue ; ce qui lui permit de faire des ponts métalliques en arc.

Plus tard, perfectionnant son procédé en le simplifiant, ce qui est le meilleur des perfectionnements, il n'a plus employé que des parois courbes, isolées, en tôle. Le pont d'Arcole, de Paris, est un modèle en ce genre, et, à ce titre, nous le citons comme un type remarquable, bien qu'il n'appartienne pas à la construction de chemin de fer.

Le plus célèbre des ponts métalliques portant des voies ferrées, il l'a même été plus que de raison par un accident terrible, est le pont du Tay, construit en Écosse sur un de ces bras de mer, contenus dans les échancreures des côtes, que les Anglais appellent des *fish*.

Sa longueur est de trois kilomètres et sa



VIADUC APRÈS DE FREDERICKSHAID EN NORWÈGE.

hauteur de près de cinquante mètres, car il faut que les navires puissent passer dessous, aussi repose-t-il sur des piles en fonte, ressemblant à d'immenses tréteaux, consolidées par des traverses et s'appuyant sur des plies en maçonnerie, qu'on a été obligé de fonder par le système tubulaire.

Ces difficultés de construction donneront une idée de l'immensité des travaux, surtout quand on saura que ce pont, de tous points gigantesque, se compose de 89 travées, dont quatorze ont une portée de 60 mètres, ce sont naturellement celles qui sont le plus spécialement affectées au passage des gros navires et que les pilotes reconnaissent de loin au parapet, en arc très élevé qui recouvre le tablier, et donne à ces parties (il y en a deux comme cela dans la longueur du pont) l'aspect d'un pont tubulaire.

Il n'en est pourtant pas un dans toute l'acception du mot, car si le tablier est formé d'une poutre tubulaire, il n'est point protégé par les parois verticales qui, avec le plafond, constituent le tube comme nous l'avons décrit, et les trains, au lieu de traverser un tunnel suspendu, passent dessus comme sur un viaduc ordinaire.

Le pont de Fribourg ne manque point non plus de curiosité, surtout à cause de sa hauteur qui atteint 86 mètres sur un développement de près de 400 mètres.

Nous en pourrions citer beaucoup d'autres très remarquables, aussi bien en France qu'à l'étranger, mais cette nomenclature serait sans profit pour le lecteur; nous préférons, dans l'espoir qu'il sera de notre avis, entrer dans quelques détails sur les procédés de construction des ponts et viaducs métalliques.

Nous trouvons, précisément dans l'*Illustration* du 7 octobre 1882, des renseignements très précis sur l'établissement du viaduc du Val Saint-Léger, achevé récemment sur le chemin de fer de grande ceinture, et que l'on peut classer parmi les plus beaux spécimens de l'art de l'ingénieur.

« Cet ouvrage a été construit dans des conditions d'établissements très difficiles, à raison du sol peu consistant sur lequel il est assis, et malgré ces difficultés, sa dépense a été aussi réduite que possible, car, malgré l'importance de ce travail, elle ne dépasse pas 1,251,000 francs.

« Ce viaduc est établi dans une vallée, qui, au point de vue géologique, se présentait dans des conditions on ne peut plus défavorables. Aussi l'étude de la traversée de cette vallée par le chemin de fer de grande ceinture a-t-elle longtemps arrêté les ingénieurs. Bien des solutions ont été cherchées. Bien des emplacements ont été choisis, pour être abandonnés, et ce n'est qu'à la suite de longues et consciencieuses études que la solution exécutée aujourd'hui a été définitivement adoptée.

« Les nombreux sondages exécutés, lors des premières études de la ligne, avaient montré que les flancs du val étaient constitués par des bancs calcaires plus ou moins disloqués, reposant sur une puissante couche de sables glaiseux, fluents et extrêmement aquifères, au-dessous desquels on trouvait un banc épais d'argile plastique. Celui-ci, à son tour, reposait sur la craie, dont les affleurements se montrent à Port-Marly, et qui, au point où est établi le viaduc, ne se rencontre qu'à une profondeur de 25 à 32 mètres.

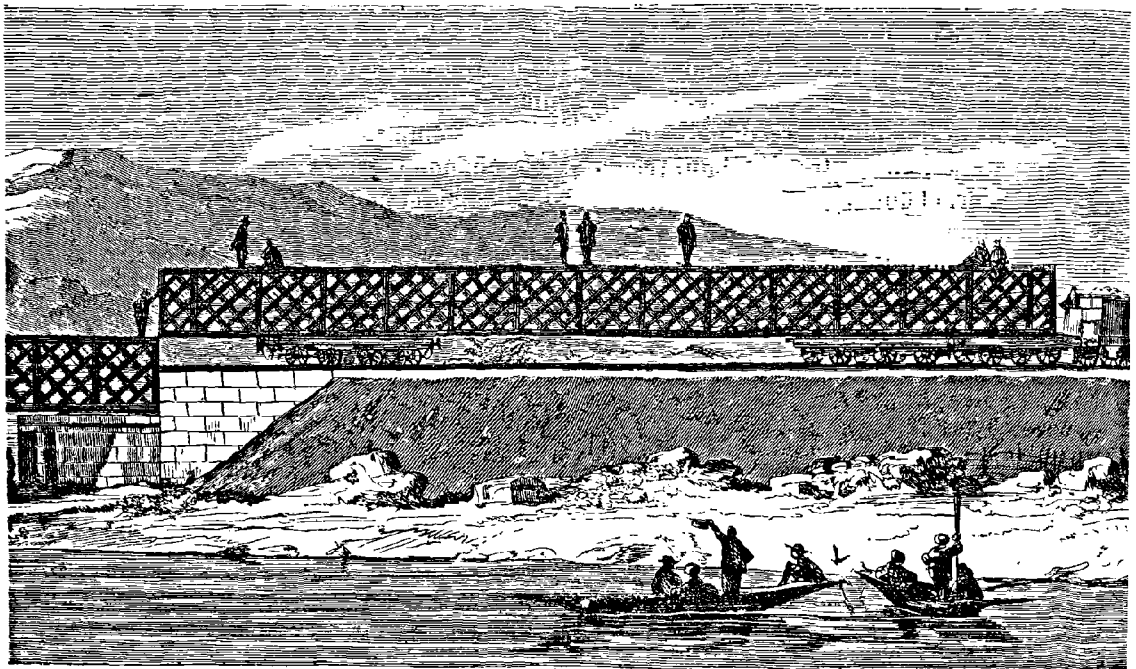
« Les bancs calcaires n'existant pas dans le bas de la vallée, c'était sur cette craie qu'il fallait asseoir les fondations du viaduc et c'était la première fois que l'on osait aborder de pareilles profondeurs. Aussi, les ingénieurs eurent-ils à rechercher les moyens les plus économiques de mener à bonne fin une telle entreprise.

« Les différents systèmes de fondations en usage, tels que puits blindés, pilotis et autres, furent tour à tour examinés et écartés, et, après avoir renoncé à un viaduc à arc métallique, dans l'aspect eut été fort gracieux, mais qui n'aurait pas offert des

conditions de solidité suffisantes, par suite des glissements certains des couches calcaires sur lesquelles ses deux extrémités auraient reposé, on se décida à exécuter un viaduc métallique à poutre droite, ayant une longueur totale de 311 mètres, de façon à pouvoir asseoir les culées, supportant les extrémités du tablier en fer, sur les bancs calcaires des crêtes et des flancs du val, et sur ceux du thalweg. Là où les mêmes bancs

étaient très inclinés ou disloqués, et où ils disparaissaient même tout à fait, on fut obligé de soutenir le tablier par trois piles descendues jusqu'à la craie, au moyen de caissons en tôle, analogues à ceux employés dans les fondations pneumatiques.

« L'ouvrage était donc composé de deux culées en maçonnerie, ayant ensemble une longueur de 53 mètres, formées d'arcades de 8 mètres d'ouverture, et d'une poutre mé



Transport d'un pont à treillis (pont de Ceà en Espagne).

tallique de 258 mètres de longueur, supportée par trois piles, et divisée en quatre travées dont les deux plus grandes, celles du milieu, ont une portée considérable, 70 mètres, et les deux autres, près des culées, 56 mètres.

« La partie métallique proprement dite est formée de quatre grandes poutres : placées sous chacun des rails de la voie. Ces poutres sont reliées entre elles par un contreventement d'une très grande légèreté et partent des trottoirs en encorbellement.

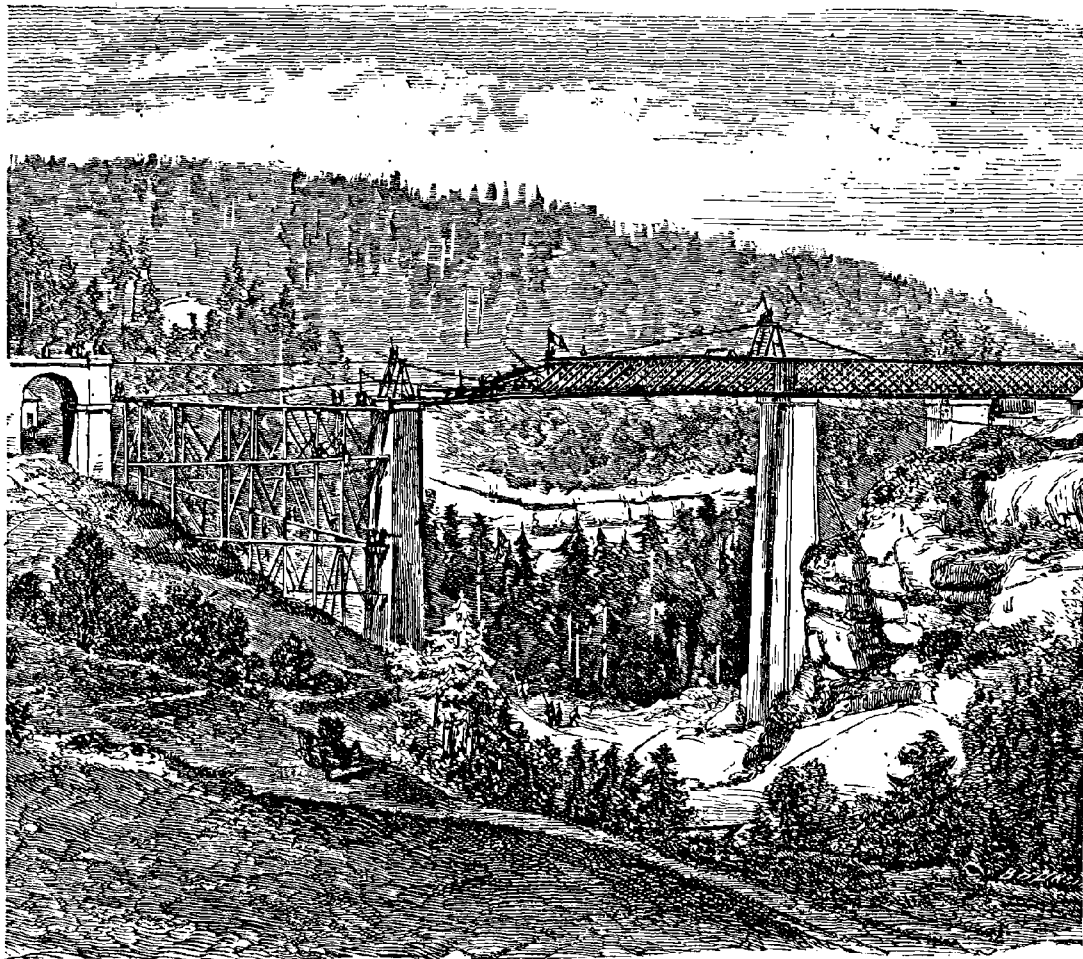
« Cette légèreté n'est pas seulement apparente, car le tablier ne pèse que cinq mille kilogrammes par mètre linéaire, alors que la plupart des ouvrages de cette nature, pour des parties aussi élevées, dépassent souvent cette limite.

« La partie la plus difficile de ce grand travail a été la fondation des piles; c'est cependant la plus ingrate, car au moment où toutes les fondations ont été terminées, on n'apercevait encore à fleur du sol que trois bases en maçonnerie, comme si rien

n'avait été fait, et on ne pouvait se douter des efforts qu'il avait fallu déployer et des difficultés qu'il avait fallu vaincre pour arriver à les exécuter. Ainsi la pile du milieu du viaduc a une hauteur totale, au-dessus de la fondation, de 45 mètres ; mais

la plus grande partie de cette hauteur est cachée sous terre et la partie apparente n'a que 20 mètres d'élévation.

« Les deux piles extrêmes ont été implantées, celle de Versailles à 33^m,60, celle de Poissy à 30 mètres.



Lancement du tablier d'un viaduc (viaduc de Vallorbes).

L'ensemble des fondations des trois piles n'a cependant exigé que dix mois de travail et n'a donné lieu qu'à une dépense de 430,000 francs, soit 145,000 francs par pile ou 4,800 francs par mètre linéaire de profondeur de fondation.

« Après l'exécution de la partie apparente des piles, on poussa très activement

la mise en place ou le lançage du tablier métallique.

« Nous ne dirons qu'un mot de cette opération bien connue, car elle est déjà employée depuis plus de vingt ans. Le tablier une fois assemblé et monté par fractions de 100 mètres sur un terre-plein préparé en arrière des culées, est placé sur

des rouleaux et tiré ensuite au moyen de câbles et de treuils. Il s'avance ainsi en porte à faux, pour se rapprocher de la première pile. Quoique cette masse de fer pèse 4,068,000 kilogrammes, dix hommes ont toujours suffi pour la mettre en mouvement. Sa vitesse d'avancement a été en moyenne de 30^m,60 par heure.

« Afin d'éviter que la partie du tablier qui s'avance ainsi dans le vide, en porte à faux, ne se déforme, on l'avait soutenue, par le milieu, au moyen d'une pile provisoire en charpente de 20 mètres de hauteur, placée de façon à partager également la distance considérable que le tablier avait à franchir.

« Lorsque l'extrémité du tablier était arrivée enfin à reposer sur la première pile, on continuait le montage en arrière de la culée, d'une nouvelle longueur de 100 mètres qu'on lançait de la même manière que la première, et ainsi de suite jusqu'à la mise en place complète de tout l'ouvrage. »

Cette opération suffisamment expliquée par notre gravure, — laquelle représente le lancement du tablier du viaduc de Valorbès à 58 mètres de hauteur — subit souvent des modifications de détails, selon les localités et surtout suivant la distance qui sépare les piles; car si la partie moyenne n'excède pas 30 à 40 mètres, on ne construit pas de piles provisoires.

D'autres fois aussi on ne fragmente pas le tablier dans sa longueur... et surtout lorsqu'il s'agit de ponts du système tubulaire on le lance par poutres entières, dont on assemble ensuite, sur place, le plancher et le plafond.

On est alors quelquefois gêné pour trouver, à pied d'œuvre, un terre-plein assez vaste pour faire les premiers assemblages, mais dans ce cas la difficulté est facile à vaincre puisqu'au moyen de wagons spéciaux qu'on appelle *trucs*, on peut transporter un pont tout entier, de n'importe quelle distance au lieu de la mise en place.

Ces wagons ont été sinon inventés, du moins tellement perfectionnés par M. Oudry, le constructeur français qui a exécuté sur les chemins de fer, tant de beaux travaux d'art, qu'il a pu transporter tout d'une pièce à 63 kilomètres de distance, un pont de 60 mètres de long avec une vitesse de 20 kilomètres à l'heure, sur une voie provisoire.

Ce pont a été déchargé et mis en place sur le Cea (en Espagne), en moins de huit heures, si bien que les locomotives ont pu passer dessus dans la même journée, pour remorquer les matériaux destinés au prolongement de la voie.

Du reste M. Oudry a fait depuis mieux que cela, avec ces mêmes wagonnets, sur les roues desquels la charge était répartie également, au moyen d'un ingénieux système de leviers: il a transporté un pont de 300 mètres, à une distance de plus de 100 kilomètres de son chantier d'ajustage.

Pour les viaducs à piles métalliques, d'ailleurs économiques et dont l'emploi s'impose, en quelque sorte, partout où il y a de grandes hauteurs à atteindre, le lancement du tablier se fait de la même façon, mais à plusieurs reprises, car, par une combinaison fort intelligente, en même temps qu'originale, le tablier placé en porte à faux sert d'échafaudage pour la construction de la pile qui doit le porter, pile métallique bien entendu, et qui reposant presque toujours sur une assise en maçonnerie, se compose d'un faisceau de colonnes en fonte réunies par des entretoises en fer, toutes pièces qui arrivent toutes fabriquées de l'usine et qu'on n'a plus qu'à assembler sur place: ce qui est aussi le cas du tablier.

En conséquence, le tablier est construit tout entier sur le sol ferme, préparé *ad hoc* en arrière de la première culée du pont.

Sitôt achevé, on commence le lancement au moyen de rouleaux en fer que l'on fait mouvoir avec des leviers spéciaux, armés

de cliquets à peu près comme ceux dont on se sert pour le montage des matériaux pour la construction des maisons ; car il ne s'agit plus de compter sur l'effet des treuils placés sur l'autre culée pour tirer le pont.

Il avance du reste, comme cela, lentement, mais sûrement et surtout régulièrement, et la raideur des poutres qui le composent, aussi bien que la masse de la partie qui reste sur le ferme, en formant contrepoids, lui permettent de rester en porte à faux sur une longueur de 50 à 60 mètres, naturellement selon la distance qui sépare la culée de la première pile.

Arrivé dans l'axe de cette pile, le lançage est arrêté et on installe une grue sur l'extrémité du pont, qui devient alors le chantier de construction.

A l'aide de cette grue, on descend sur le soubassement de la pile tous les matériaux qui doivent la composer, des ajusteurs les assemblent, les rivent, les boulonnent ; la pile s'élève graduellement et, quand elle atteint la hauteur voulue, on fixe dessus, des rouleaux de fer, sur lesquels le tablier glissera pour continuer son avancement.

On fait alors pour la seconde pile, ce qu'on a fait pour la première et ainsi de suite jusqu'à ce que le tablier, ayant terminé ses stations aériennes, atteigne la culée opposée.

Inutile de dire qu'au fur et à mesure que le travail avance, il devient moins pénible.

Mais, si (comme on peut s'en rendre compte par notre gravure), l'opération est audacieuse, imposante même, elle n'en est pas moins toujours très délicate, quelquefois même périlleuse, lorsque la violence du vent vient augmenter encore les difficultés qui tiennent à la nature même du travail.

Mais, nos ingénieurs joignent à la prudence du chef d'atelier, qui a charge d'âmes, la connaissance approfondie des conditions de résistance des matériaux et ils font si justement les calculs qu'elle comporte, que

les constructions de ce genre qui ont été faites en France, ont toutes été menées à bonne fin, sans accidents et dans un délai relativement très court.

On peut citer dans le nombre, comme les plus remarquables :

Le viaduc de la Sioule, élevé de 60 mètres et dont les piles sont distantes de 57 mètres ;

Le viaduc de la Cère au Riberès (dans le Cantal), il est à 56 mètres au-dessus de la vallée, et sur son développement de 236 mètres, il ne compte que 6 piles distantes entre elles de 41 à 43 mètres ;

Et celui de la gare de bifurcation de Busseau d'Ahun, que représente notre gravure et dont la hauteur au milieu est de 58 mètres.

Prolonger cette nomenclature serait bien facile, mais inutile puisque nous ne faisons pas ici l'histoire des chemins de fer, et que nous nous occupons seulement des procédés de fabrication.

PONTS SUSPENDUS

Depuis longtemps déjà, les ponts suspendus sont considérés en France et dans toute l'Europe comme des constructions si dangereuses, qu'on ne les emploie pas sur les chemins de fer et qu'on commence à les abandonner même pour les routes ordinaires.

L'Angleterre en essaya pourtant et Stephenson en a construit un jadis, sur la ligne de Stockton à Darlington, mais, ses oscillations étaient tellement fortes après le passage des trains, qu'on a jugé prudent d'étayer le tablier avec des cintres en bois, jusqu'au jour où l'on détruisit complètement le pont, pour le remplacer par un autre.

Mais les Américains, qui ne reculent devant aucune témérité, n'ont pas craint de les employer sur leurs chemins de fer.

Ils en ont deux, d'ailleurs très remarquables, et qui au point de vue de l'art font le

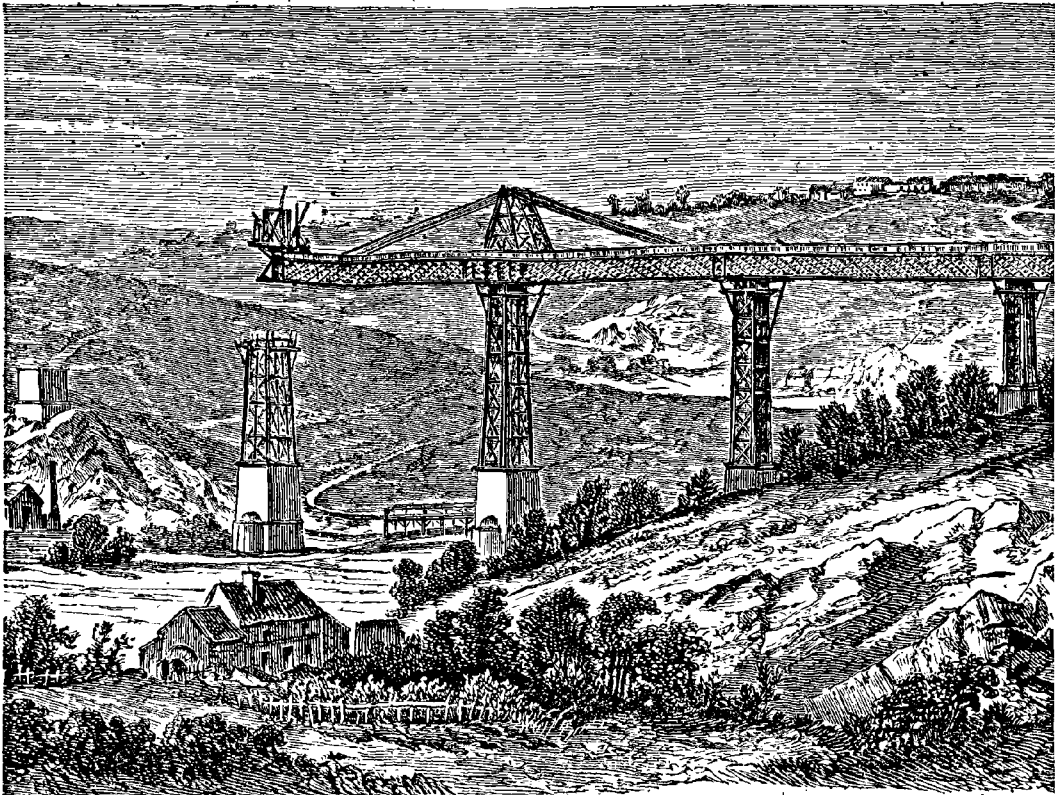
plus grand honneur à leur constructeur, l'ingénieur-allemand Robling.

Ce sont le pont du Niagara, et celui du Kentucky.

Le premier, établi d'abord, et qui a servi de type à l'autre, a 246 mètres de longueur, — et il faut convenir qu'il n'était pas possible de lancer une travée d'une portée aussi

considérable sans la soutenir par un système de suspension quelconque.

Ce système est le même que celui de tous les ponts suspendus connus, des câbles courbes allant d'une pile à l'autre, et auxquels sont fixés de nombreux tirants, seulement le pont est d'une construction spéciale.



Construction des piles métalliques (viaduc de Busseau d'Ahun).

Il est formé de deux tabliers superposés, le premier qui est établi à 74 mètres au-dessus du niveau de la rivière, est un pont tubulaire de 7^m,24 de largeur sur 4^m,60 de hauteur, qui sert uniquement au passage des piétons et des voitures.

Le second, qui en somme n'est que le plafond du premier, porte la voie unique de la ligne ferrée.

Ces deux tabliers réunis ensemble aussi

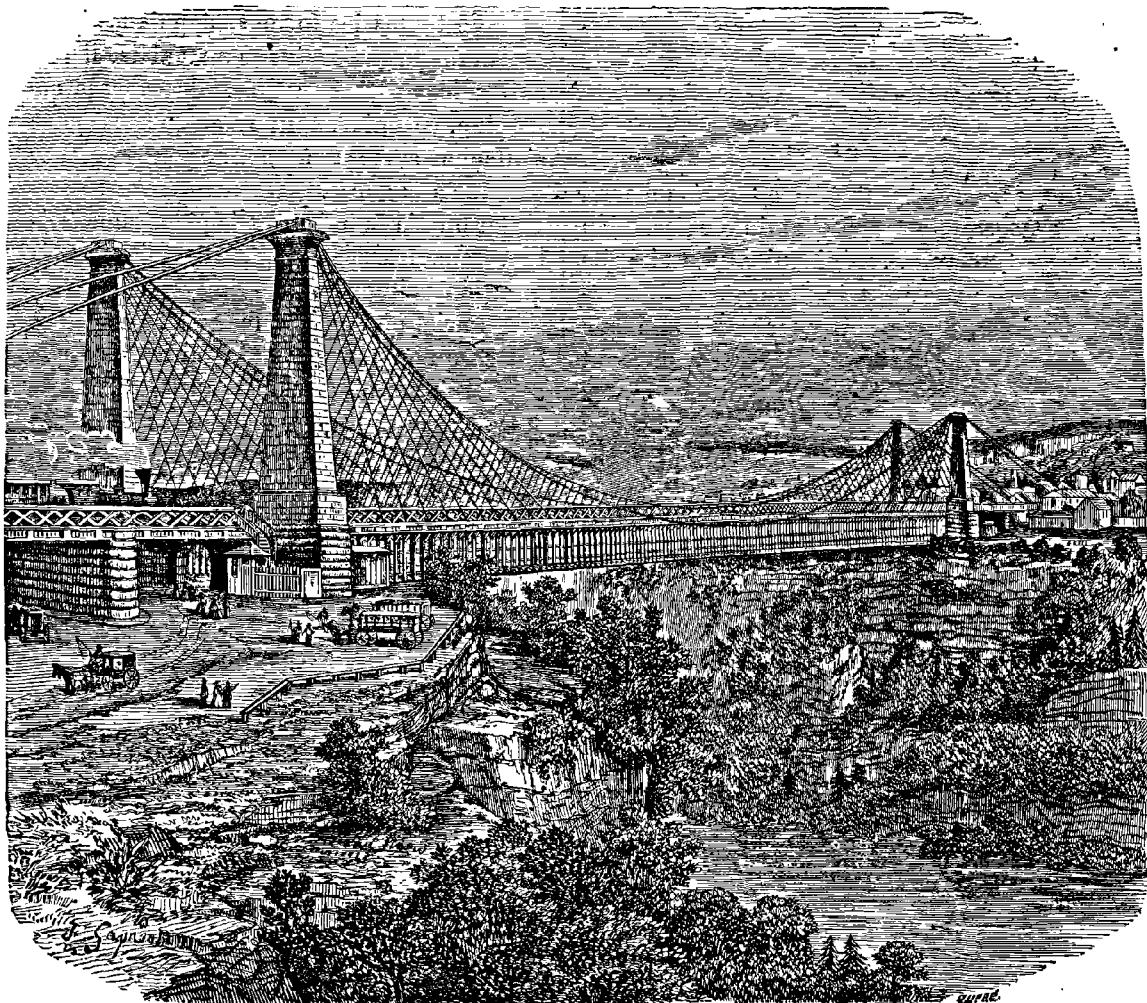
solidement que possible, au moyen d'un grand nombre de pièces verticales et obliques, offrent une rigidité satisfaisante augmentée encore par l'établissement d'un parapet en treillis de chaque côté du tablier supérieur.

On n'a point lésiné non plus sur le nombre des câbles de suspension, outre les tiges verticales qui rattachent le tablier aux câbles dans les ponts suspendus ordinaires,

on y voit une grande quantité de câbles obliques, rivés en dessous du tablier supérieur, et qui le soutiennent des deux côtés dans toute sa longueur, à environ un mètre des rails.

Ce système donne beaucoup de stabilité

à l'ouvrage, ce qui n'est pas superflu, car si l'on en juge par l'effet produit par une simple voiture traversant un pont suspendu ordinaire, le passage des trains lourdement chargés, même à une vitesse très modérée, doit causer de terribles oscillations.



Pont suspendu sur le Niagara. (Amérique du Nord.)

Il paraît cependant que la trépidation produite par un train, est relativement beaucoup moins considérable que celle de tout autre véhicule.

C'est du moins ce que disent les Américains qui vantent naturellement leur *Niagara Bridge*... mais on n'a pas, de ce côté-

ci de l'Atlantique de données bien certaines sur les résultats de l'entreprise, aucun rapport officiel n'en ayant jamais été livré à la publicité.

L'important est qu'il existe, et il est même plus que probable que son fonctionnement est satisfaisant puisqu'on en a con-

struit un autre semblable et d'une portée bien plus considérable encore, puisque la travée du pont de Kentucky n'a pas moins de 367 mètres de longueur et que sa hauteur de suspension est de 96 mètres.

Ma foi, c'est peut-être le cas de placer ici le cliché si connu. « Quel peuple que les Américains ! » en y ajoutant ce léger correctif : « Mais comme ils font peu de cas de la vie humaine ! »

LES GARES

Les gares doivent être comptées parmi les travaux d'art de chemin de fer, bien que l'art nouveau, celui qui a une si belle place à prendre sous le nom d'architecture industrielle, ne se soit encore signalé que par des manifestations isolées qui s'affirment de plus en plus, mais qui sont toujours assez timides.

Cela tient à ce qu'on a d'abord été préoccupé de l'utile; on a pensé aux cours d'abords et de dégagements, aux halles pour abriter les trains, aux constructions accessoires; puis, quand il s'est agi de donner une forme à tout cela, comme on était trop pressé pour chercher du nouveau et qu'il fallait faire quelque chose qui frappât par son aspect; on a copié les architectures anciennes, et l'on a produit des monuments dont l'extérieur ne répond pas du tout à la destination.

C'est ainsi qu'en Angleterre la plupart des grandes gares sont de lourdes imitations des portiques et des colonnades de la Grèce, et qu'en Allemagne on a la manie de rappeler les ogives et les tours crénelées du moyen âge.

En Suisse on a été plus intelligent. La plupart des gares de deuxième et de troisième ordre ont l'aspect de chalets, ce qui permet au voyageur de se faire une idée de cette construction devenue un peu légendaire, car à moins de sortir des sentiers battus pour s'enfoncer dans la campagne, les chalets sont plus rares dans la Suisse

qu'on visite, que dans les environs de Paris.

C'est encore en France qu'on a été le plus sage et qu'on a montré le meilleur goût, en variant l'aspect des gares, non pas absolument selon leur destination mais au moins selon les sites qu'elles ont mission de décorer; aussi en rencontre-t-on à peu près de toutes les formes, depuis la simple maison bourgeoise jusqu'au palais, il faut convenir pourtant que c'est la caserne qui domine, ce qui s'explique en ce sens qu'on s'attache surtout à donner une grande étendue aux gares.

Car on n'a jamais trop de place pour faciliter tous les services, et de fait c'est la question primordiale.

A Paris, où l'espace manque, on n'a pas fait ce qu'on aurait voulu faire et ce que l'on ferait certainement aujourd'hui.

Ce qui le prouve c'est que les gares les plus récentes sont très monumentales.

En première ligne, vient la gare du Nord construction la plus grandiose de ce genre que possède Paris; elle est due à M. Hittorf qui l'acheva en 1863.

Sa façade, qui n'a pas moins de 160 mètres de longueur, est ornée de statues colossales; celles du sommet personnifient la ville de Paris au milieu et de chaque côté, deux par deux, huit grandes villes étrangères desservies par la ligne: Londres, Berlin, Vienne, Saint-Petersbourg, Bruxelles, Amsterdam, Cologne et Francfort.

Les autres, placées au-dessus des colonnes du rez de chaussée représentent les principales villes de France et de la région du Nord.

Cette façade donne au premier coup d'œil, l'idée des cinq grandes divisions de la gare.

Au centre est la grande nef qui est la gare proprement dite, elle a 70 mètres de largeur, mais elle est subdivisée intérieurement par deux rangs de colonnes en fonte, en une nef centrale de 35 mètres de largeur servant à abriter les trains qui partent ou

qui arrivent et deux bas côtés de chacun 17^m,50 où se trouvent les quais de départ et d'arrivée.

A gauche sont les diverses salles d'attente et la salle des pas perdus, à laquelle on accède par une cour assez vaste pour que les voitures y circulent librement.

A droite sont les salles d'arrivée, de distribution de bagages, et des remises couvertes pour les voitures qui attendent les voyageurs.

La gare de l'Est, que l'on cite après, doit son grand aspect à la vaste cour qui précède sa façade, moins large que celle du Nord, mais presque aussi monumentale.

Elle se compose d'une colonnade ouverte, formant péristyle surmontée à chaque extrémité d'un pavillon carré à deux étages et portant au milieu, mais un peu plus en arrière, l'ouverture de la grande nef, qui sert d'encadrement à une très belle verrière semi-circulaire et qui est couronnée d'une statue allégorique de la ville de Strasbourg.

Comme à la gare du Nord, les salles d'attente se trouvent à gauche, mais les salles destinées à l'enregistrement des bagages s'ouvrent directement sur le vestibule.

La gare Montparnasse qui appartient à la compagnie de l'Ouest et dessert plus spécialement les lignes de Bretagne est à peu près du même genre que celle de l'Est, si ce n'est que la nef centrale y est remplacée par deux nefs plus petites, reliées ensemble par un entre-colonnement surmonté d'un timide campanile.

Cette façade, en bordure sur le boulevard et en contrebas de la ligne, ne sert d'ailleurs qu'au plaisir des yeux des voyageurs qui arrivent par la rue de Rennes, car l'entrée principale de la gare se trouve à gauche, sur une vaste cour que les voitures atteignent par une rampe, mais à laquelle les piétons accèdent par un escalier.

La gare d'Orléans a plus de développement mais lorsqu'on l'a reconstruite en

1867; l'architecte, M. Renault, ayant cru devoir adopter les dispositions de la gare précédente; elle n'est pas très monumentale et ne s'écarte guère du style caserne.

Au milieu de la façade, est un gros pavillon en saillie, flanqué de deux ailes de 60 mètres de longueur sur 20 de largeur, non compris la galerie couverte qui les précède à l'extérieur et se raccorde à la saillie du pavillon central.

Dans l'aile droite sont les salles d'attente, dans l'aile gauche sont les salles de bagages, au milieu la salle des pas perdus donnant sur les guichets de distribution des billets.

La gare Saint-Lazare, dont la façade resserrée s'aperçoit à peine extérieurement et la gare de Lyon, mal servie par la disposition du terrain, ne se recommandent point par leur aspect monumental, chacune d'elles a pourtant sa curiosité.

La gare Saint-Lazare a sa merveilleuse salle des pas perdus, constamment remplie de la foule des voyageurs des lignes de banlieue et de ceinture, et à laquelle il ne manque qu'une chose: un éclairage digne de son immensité.

La gare de Lyon possède l'organisation intérieure la meilleure et la plus commode qui se puisse voir à Paris, où, faute de place, on a souvent été obligé de négliger certains détails.

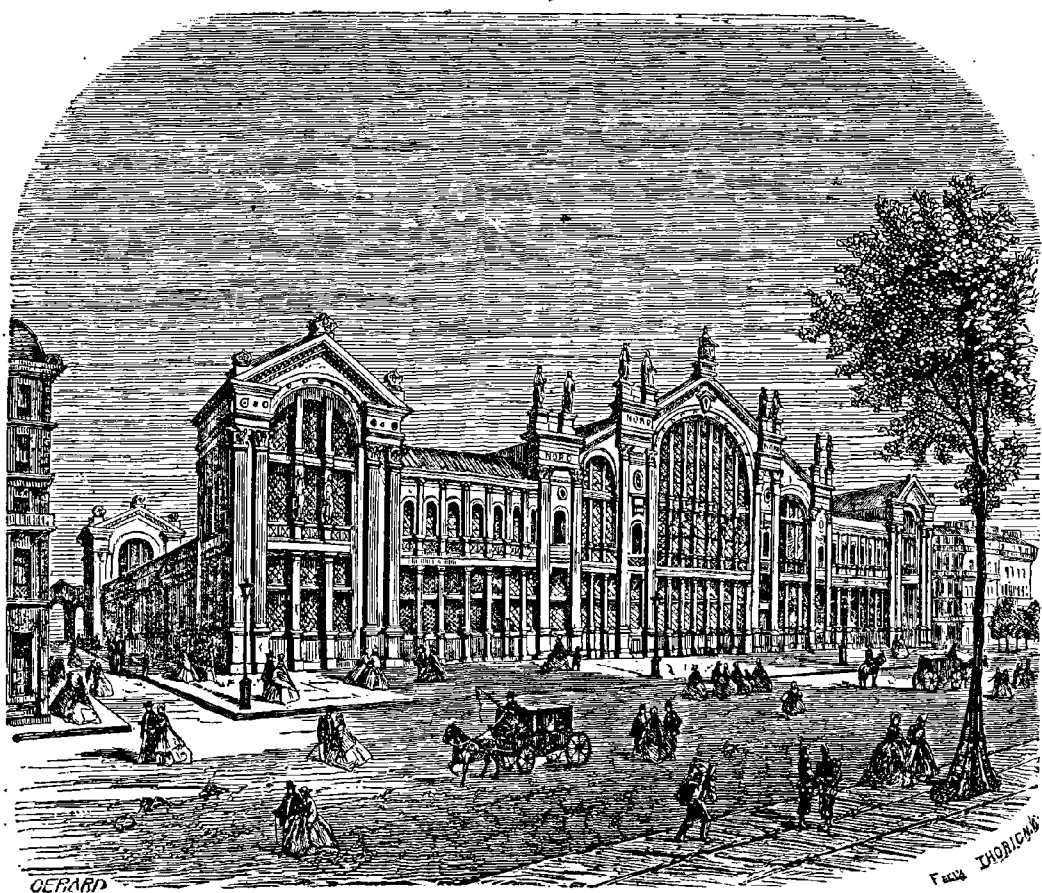
D'abord, ce qui est inappréciable pour le public, les voyageurs n'y sont pas parqués dans des salles d'attente où quelquefois ils perdent à attendre l'ouverture des portes, un grand quart d'heure qu'ils auraient pu consacrer aux parents et aux amis qui les ont accompagnés.

Une demi-heure avant le départ des trains (autant dire toute la journée, puisqu'il part des trains toutes les demi-heures), ils peuvent circuler sur les quais de départ, assister à la formation des trains, et choisir leurs places sitôt que les voitures sont attelées.

Cette liberté, dont nous ne relèverons point les avantages, on en jouit maintenant partout en Europe; partout la mère, qui se sépare de ses enfants, peut les mettre en quelque sorte en wagon, et leur serrer une dernière fois la main au moment où le train s'ébranle, il n'y a qu'en France (dans une

partie seulement puisque tout le réseau de Lyon est excepté), où le voyageur est considéré comme un bétail qu'il faut enfermer avant le départ, ou comme un être inepte qu'il faut protéger contre les locomotives.

Je sais bien que dans certaines gares,

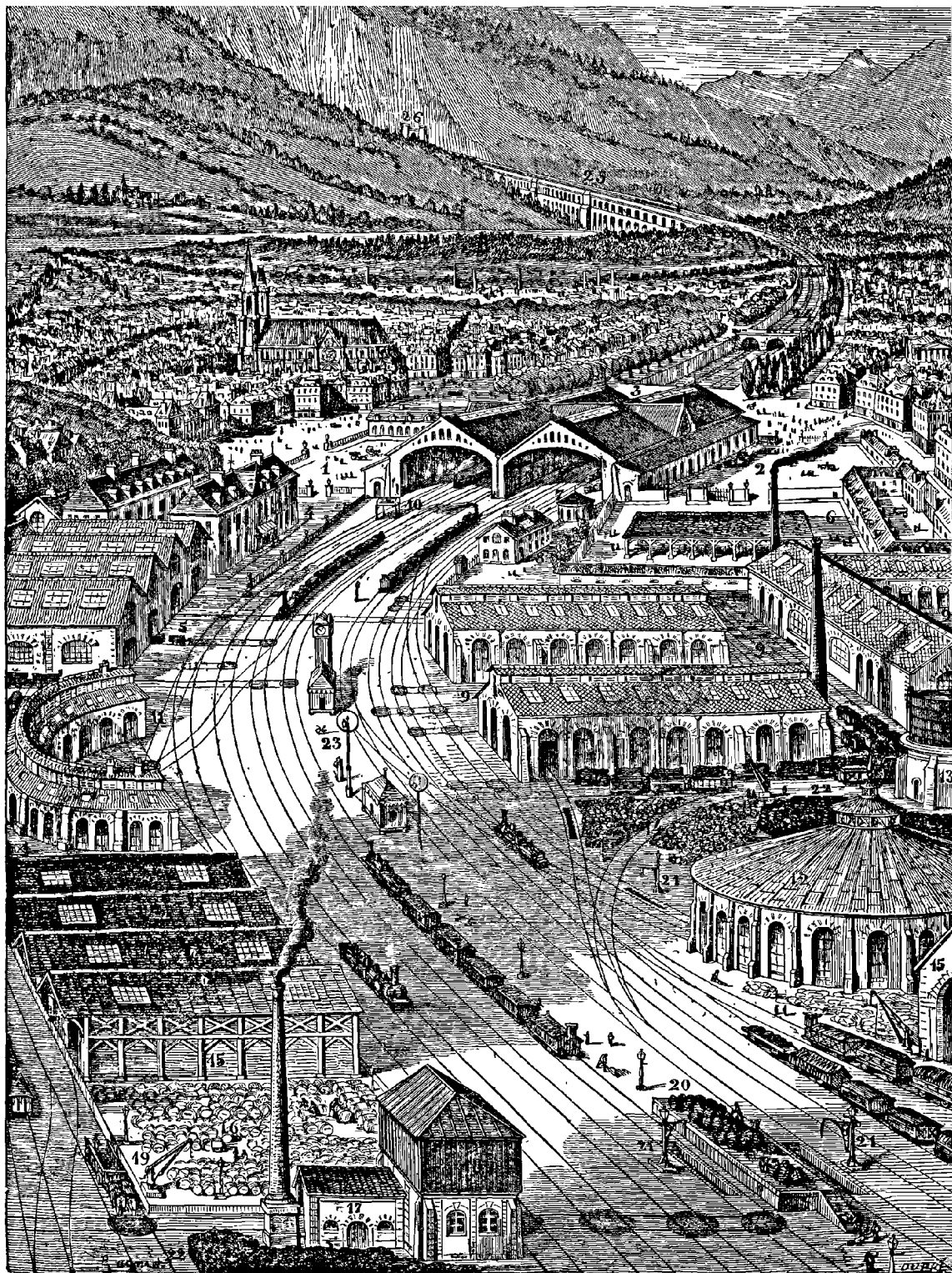


La gare du Nord à Paris.

pour les trains de banlieue notamment, il serait difficile, peut-être même impossible à cause de l'exiguïté de l'emplacement et de la fréquence des trains, de laisser circuler les voyageurs sur les quais avant les cinq minutes qui précèdent l'heure du départ.

Mais qui empêche pour les trains de grandes lignes d'ouvrir les portes des salles d'attente?

La routine, parbleu; la routine, qu'on ne devrait pourtant jamais rencontrer quand il s'agit de chemin de fer, puisque ce mot est synonyme de progrès.



Vue à vol d'oiseau d'une gare de premier ordre et de ses accessoires.

ACCESSOIRES DES GARES

Les gares se divisent d'abord selon leur destination en trois catégories ; gares de voyageurs, gares de marchandises et gares mixtes, réunissant dans le même local les services des voyageurs et des marchandises.

Au point de vue de l'importance elles forment quatre classes.

La première, comprenant les gares têtes de ligne.

La seconde, les points de bifurcation et les grands centres, en un mot toutes les gares où s'arrêtent les trains rapides.

La troisième comprend celles des villes secondaires et la dernière les points intermédiaires qui ne sont pas desservis par les trains express.

Les gares intermédiaires des chemins de fer de banlieue, s'appellent plus communément stations.

Maintenant si l'on voulait donner au mot gare une autre acception, il y aurait encore une nouvelle catégorie, les gares d'évitement, qui sont disposées sur les chemins à voie unique, afin de permettre aux trains montants de se garer pour laisser passer les trains descendants.

Mais ce n'est point là ce que nous entendons par gare, et pour nous faire mieux comprendre, nous renvoyons le lecteur à notre grande gravure qui donne une vue d'ensemble (mais idéale) d'une gare de premier ordre avec ses accessoires, que nous allons expliquer en détail à l'aide des numéros portés sur la gravure.

Le n° 1 désigne la cour de départ, donnant accès sur la galerie où se distribuent les billets, où s'enregistrent les bagages et où se trouvent aussi les salles d'attente.

2. Est la cour d'arrivée. Les bâtiments contiennent intérieurement : les salles de délivrance des bagages, la consigne et les bureaux des employés de l'octroi ou de la douane, selon les localités.

3. Est la halle où stationnent les trains. Elle est bordée de chaque côté par un vaste trottoir sur lequel s'ouvrent : du côté du départ les salles d'attente des différentes classes, le buffet, la buvette, les lavabos et water closet, la lampisterie : et du côté de l'arrivée, les divers bureaux du chef de gare, du sous-chef, du commissaire spécial, les postes des facteurs et employés dont le service est utile à l'arrivée des trains et notamment, en hiver, la chaufferie de l'eau pour les bouillottes que l'on met sous les pieds des voyageurs de première et de seconde classe; ceux de troisième n'inspirant pas assez d'intérêt aux compagnies pour que l'on prenne la peine de les réveiller pour cela.

4. Est le bâtiment de l'administration, où sont installés tous les services relevant de la direction.

5. Remise pour les wagons à voyageurs, qui sont toujours en assez grand nombre d'abord pour désencombrer les gares tête de ligne, ensuite pour pouvoir composer immédiatement des trains supplémentaires si les besoins du service l'exigeaient.

6. Est la messagerie à grande et petite vitesse, au milieu est la halle servant au dépôt et à la manutention des marchandises, autour sont les écuries et remises pour le camionnage.

7. Petit bâtiment en rotonde qui sert de poste aux mécaniciens et aux chauffeurs de service.

8. Bureaux des ingénieurs et dessinateurs chargés des études pour les ateliers de construction et de réparation.

9. Ateliers de construction et de réparation. Il ne faudrait cependant prendre le mot construction au pied de la lettre, car s'il est des compagnies qui fabriquent elles-mêmes la plus grande partie de leur matériel (et elles ont dans ce cas des ateliers spéciaux); dans la plupart des gares, même de premier ordre on ne fait que les réparations, dans beaucoup même, il n'y a qu'un atelier dit de *petit entretien* qui se compose d'une ou plu-

sieurs forges, d'une halle où l'on remplace les pièces usées, d'un atelier pour les tapisiers, et de magasins pour les huiles, les graisses et les pièces de rechange.

11 et 12. Sont des remises à locomotives, nous avons représenté les deux sortes qui sont les plus usitées; il y en a cependant de polygonales, et de rectangulaires; toutes présentent des avantages particuliers mais ont naturellement aussi leurs inconvénients.

Car il ne suffit pas seulement de remiser le plus grand nombre de machines, dans un espace déterminé; il faut que l'accès de la remise soit facile, que la manœuvre puisse se faire commodément, c'est-à-dire qu'on puisse entrer ou sortir une locomotive, sans déranger les ouvriers occupés au nettoyage, ou à la réparation des autres.

Les formes circulaire et polygonale sont peut-être celles qui demandent le moins d'emplacement, aussi sont-elles adoptées de préférence dans les gares importantes, mais il est à craindre que la plaque tournante qui en occupe le centre, et qui commande toutes les voies rayonnantes, ne vienne à manquer; et dans ce cas toutes les locomotives sous remise se trouveraient immobilisées à la fois jusqu'à ce que la plaque soit réparée.

Les remises en forme de fer à cheval sont celles qui offrent le logement à meilleur marché, mais elles ont l'inconvénient de n'être pas couvertes au centre et de n'offrir l'abri aux locomotives que lorsqu'elles sont en place.

Les remises rectangulaires sont surtout adoptées dans les gares de second ordre, où le nombre des machines à remiser est peu considérable, dans ce cas la manœuvre n'est pas faite au moyen de plaques tournantes, très coûteuses à établir, dans de grandes proportions, mais à l'aide des chariots de service.

Dans toutes les remises, du reste, des fosses sont pratiquées sous les voies où

stationnent les locomotives, pour faciliter les petites réparations et les travaux de nettoyage, indispensables après chaque voyage.

On estime qu'en moyenne, le remisage coûte de 8 à 9,000 francs par locomotive, sans compter l'entretien.

13. Réservoir d'eau pour alimenter les machines des ateliers.

Ces réservoirs qui varient de forme et de grandeur puisque, selon les gares, il en est qui contiennent jusqu'à 300 mètres cubes, se composent d'un bâti ou piédestal qui supporte le réservoir proprement dit, quelquefois quadrangulaire ou polygonal, le plus souvent circulaire mais toujours construit avec des plaques de tôle bouillonnée, et recouvert en zinc.

À côté du réservoir est un petit bâtiment renfermant une machine à vapeur fixe, ayant pour mission d'actionner les pompes aspirantes, qui prennent le liquide à la prise d'eau et le conduisent dans le récipient; d'où naturellement d'autres conduits le distribuent selon les besoins du service.

14. Chantier des roues de rechange.

15. Hangards pour les marchandises, ceux-ci sont placés dans une direction perpendiculaire à la voie, ce que l'on évite le plus possible aujourd'hui, car cette disposition nécessite l'emploi de plaques tournantes d'autant plus nombreuses que la gare est plus importante, ce qui occasionne des manœuvres multipliées, une grande perte de temps et partant des frais considérables d'emménagement.

Aussi, toutes les fois qu'on le peut, construit-on maintenant les hangards à marchandises parallèlement à la voie.

16. Quai de déchargement des marchandises.

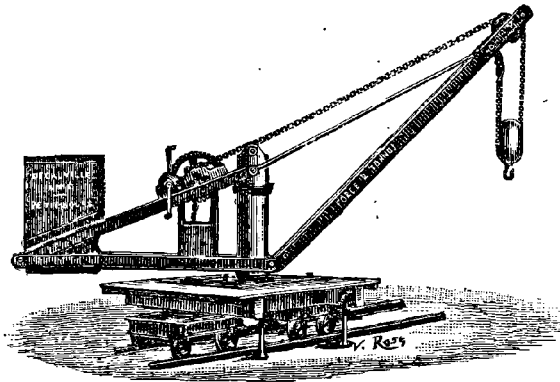
17. Machine à vapeur faisant marcher les pompes qui servent à remplir le réservoir placé à côté et portant le n° 18.

Ce réservoir est destiné spécialement au service des locomotives, qu'il alimente par

l'intermédiaire des grues hydrauliques dont nous parlerons tout à l'heure.

19. Grues tournantes pour charger ou décharger des wagons de marchandises.

Ces machines, très nombreuses dans les gares importantes et dont tout le monde connaît le fonctionnement, sont de plusieurs sortes, selon les usages auxquels on les destine, celles qui n'ont à donner qu'un travail inter-

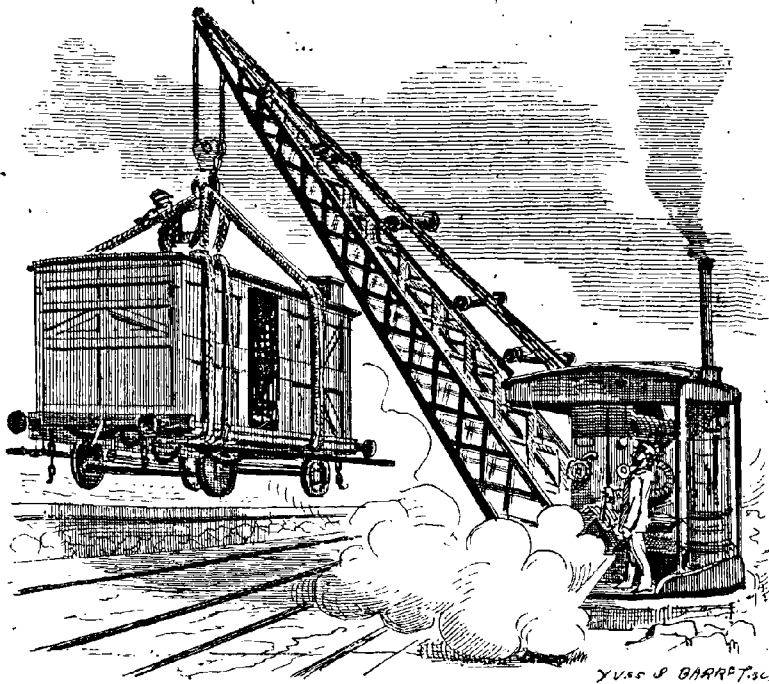


Grue Decanville.

mittent ou qu'ine doivent pas enlever de grands fardeaux sont mues à la main au moyen d'un treuil, celles au contraire qui ont un fonctionnement continu ou qui sont appelées par occasion à déplacer des wagons tout char-

gés sont actionnées par la vapeur.

Les types les plus perfectionnés en ces genres, sont la petite grue roulante de M. Decanville et la grande grue fixe de M. Voruz.



Grue Voruz.

La petite grue roulante construite dans les ateliers de Petit-Bourg est aussi simple qu'ingénieuse. Montée sur un truc articulé à huit roues qui lui permet toutes sortes

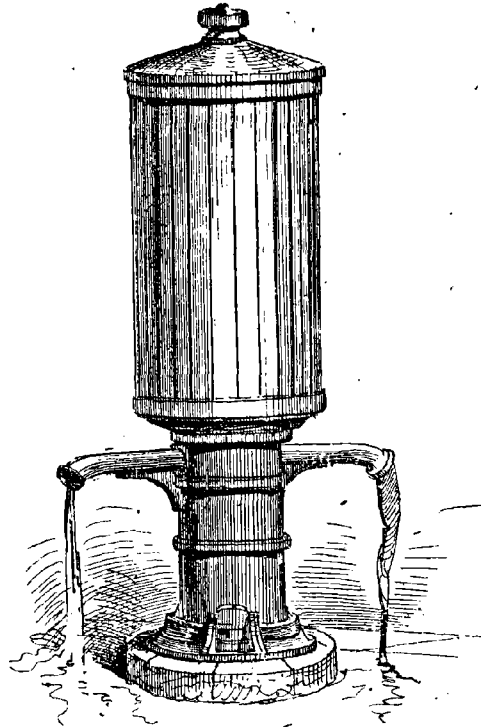
d'évolutions, puisqu'elle peut changer de direction au moyen des plaques tournantes, elle est munie de quatre verins qui la calent en place au moment du levage.

Mais son perfectionnement consiste surtout dans l'application d'un treuil moteur du système Mégy-Etcheverria, grâce auquel on n'a plus à redouter le danger qui provient, dans les grues ordinaires, du mouvement rapide des manivelles au moment de la descente du fardeau.

Avec ce treuil, pourvu d'un régulateur automatique, on tourne la manivelle pour monter le fardeau et quand on veut arrêter il suffit de lâcher la manivelle qui ne tourne plus. Si l'on veut descendre le fardeau, on appuie sur la manivelle comme si

l'on voulait tourner à l'envers et cet effort, qui ne fait pas osciller la manivelle de plus d'un centimètre, imprime au fardeau le mouvement de descente qu'on peut arrêter à volonté, rien qu'en lâchant la manivelle.

Cette machine n'a encore été construite que pour enlever des fardeaux de deux tonnes, mais on comprend qu'il est bien



Grue hydraulique.

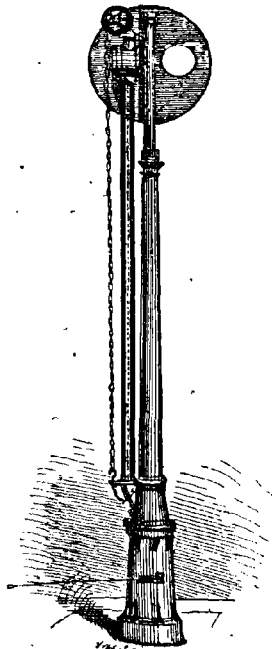
facile d'en augmenter la puissance.

La grue Voruz qui figurait à l'Exposition de 1878 est au contraire un appareil colossal qui ne pèse pas moins de 30 tonnes.

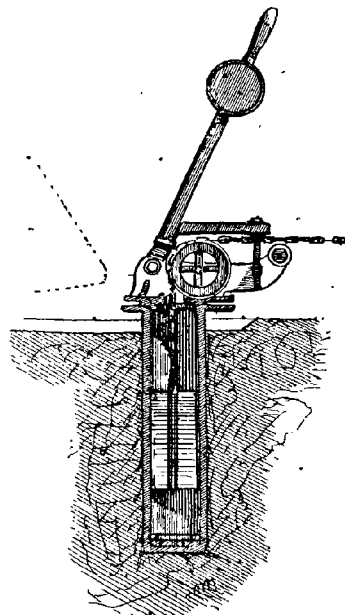
Elle se compose d'un pivot central (de 9,000 kilog.) enfoncé de cinq mètres de profondeur dans un massif de maçonnerie, et terminé à sa sortie du sol par une plaque assez spacieuse pour supporter : d'un côté la chaudière d'une machine à vapeur verticale ; de l'autre le levier et au centre, le treuil dont l'arbre est mis en mouvement par une double manivelle,

actionnée par deux pistons, renfermés dans des cylindres ; le tout couvert par un bâti qui met à l'abri le mécanicien, ainsi que tous les appareils qu'il gouverne.

Sauf pourtant la flèche de levage qui a 7^m,50 de portée, et le long de laquelle sont disposés des cylindres poulies sur lesquels passe la chaîne qui s'enroule sur



Disque signal.



Manœuvre du disque.

le treuil. Cette grue peut donc mouvoir, dans un rayon de 7^m,50, un wagon complet aussi chargé que possible, et remplacer avantageusement ces grands échafaudages encombrants munis de treuils, dont on se sert encore sur quelques lignes pour charger et décharger les voitures de démèagements sur des trucs roulants.

20. Est l'estacade à coke... c'est là que les locomotives viennent renouveler leur approvisionnement de combustible pendant les quelques minutes d'arrêt de chaque train; l'eau s'emmagasine au même endroit, aussi de chaque côté de l'estacade, voit-on des grues hydrauliques, désignées par le n° 21

Ces grues sont tout simplement des colonnes en fonte, terminées en potence par un boyau en cuir, qui sert à diriger dans le compartiment du tender, destiné à cet usage, l'eau qui arrive du réservoir.

Ce système a été modifié, car il était défectueux, d'abord, en hiver l'eau gelaît dans les conduits, ensuite, il fallait au moins cinq à six minutes pour approvisionner une locomotive; ce qui les rendait impraticables pour le service des trains express ou rapides qui n'ont que des temps d'arrêt très courts.

On a donc remplacé, au moins dans les gares de premier et de second ordre, les grues hydrauliques à colonnes par des grues à réservoirs.

Ces réservoirs, de forme cylindrique, contiennent cinq à six mètres cubes d'eau, c'est-à-dire la capacité nécessaire au remplissage des tenders, ils communiquent intérieurement avec le ou les becs (car on en place souvent un de chaque côté), par une soupape que l'on fait mouvoir en tirant sur la chaîne adaptée latéralement à chaque tuyau de conduite; la soupape levée, l'eau s'écoule et pénètre dans le tender par le boyau de cuir qui termine chaque tuyau.

De plus, pour remédier à l'inconvénient de la gelée, la base de la grue est munie d'un calorifère, dont le tuyau traverse le

réservoir, de sorte que non seulement l'eau ne gèle pas, mais elle est encore chauffée d'avance et très économiquement, puisqu'on ne brûle dans le calorifère que du combustible de rebut.

22. Approvisionnement de charbon.

23. Disque signal.

24, 25 et 26, désignent les différents travaux d'art; pont, viaduc et tunnel, dont nous avons suffisamment parlé; occupons-nous maintenant des signaux; qui ont une importance si capitale pour la sécurité des voyageurs, qu'il ne faut pas les considérer seulement comme des accessoires.

LES SIGNAUX

Les signaux, qui ont pour objet d'assurer la marche des trains, et de prévenir le mécanicien des obstacles ou des circonstances qui doivent lui faire diminuer ou augmenter sa vitesse, ou même s'arrêter tout à fait, — sont de plusieurs sortes, on les distingue en signaux fixes appartenant à la voie, et en signaux d'exploitation, comprenant les signaux mobiles, et les signaux télégraphiques, qui, bien que fixes, n'en sont pas moins d'une nature toute particulière.

Les signaux fixes consistent dans les disques, qui sont placés réglementairement à 800 mètres en avant de toute station et dans ceux, non moins réglementaires, et encore plus indispensables, qui précèdent toutes les bifurcations

Ils se composent d'une colonne en bois ou en fonte surmontée d'un disque circulaire, quelquefois d'une palette carrée, mais en tous cas, peinte en rouge d'un côté et en blanc de l'autre.

Si le plan du disque est parallèle à la voie, le mécanicien, conduisant un train, sait que la route est libre et continue son chemin.

Si, au contraire, la face rouge se présente devant lui, perpendiculairement à l'axe de la ligne, c'est que la voie est embarrassée, et alors il doit arrêter son train.

Ceci soit dit pour le jour, bien entendu, car la nuit le disque ne serait pas aperçu d'assez loin, mais il est alors éclairé d'une lanterne qui a un verre rouge d'un côté, un verre blanc de l'autre, et comme le disque est percé d'un trou rond, bouché par la lanterne, si le mécanicien aperçoit un feu blanc, c'est que le disque est parallèle à la voie, et que la voie est libre ; si, au contraire, il voit le feu rouge, c'est que le disque est tourné et qu'il faut s'arrêter.

Cette nécessité s'impose toutes les fois qu'un train est engagé sur la voie, à une distance moindre de cinq minutes, s'il est de même vitesse.

Le disque n'a donc que deux mouvements à faire : le mouvement de rotation qui le fait se présenter de face, et le contre mouvement qui lui redonne sa position normale.

Cela s'obtient à distance, au moyen d'un levier analogue à ceux qui font mouvoir les aiguilles.

A l'arbre du disque est attaché un fil de fer, soutenu le long de la voie par des petits poteaux de 3 centimètres de hauteur et qui court ainsi jusqu'au levier, placé à portée de l'aiguilleur ; près d'y arriver, ce fil de fer est continué par une chaîne, qui s'enroule sur la gorge d'une poulie et reste toujours tendue au moyen du contre poids qu'elle supporte et qui descend verticalement dans un petit puits, creusé au pied du levier.

Quand le disque est tourné parallèlement à la ligne, c'est-à-dire quand la voie est libre, le levier se tient presque verticalement et le petit bras dont il est muni, près de la poulie, laisse la chaînise mouvoir librement dans le sens horizontal ; mais si l'on fait décrire au levier un quart de cercle, l'anneau de la chaîne, qui se trouve en face de l'extrémité du petit bras disposé à cet effet, s'embraye dans cette extrémité ; ce qui détermine la traction du fil de fer et partant le mouvement de rotation du disque, qui présente alors sa face rouge.

Ramener le disque à sa position première, est d'autant plus facile qu'au pied du levier se trouve un contre-poids à équerre qui fait, en quelque sorte, la besogne tout seul.

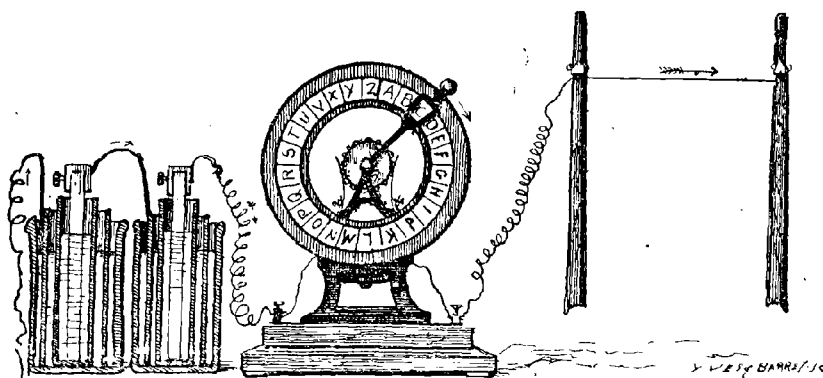
Naguère encore, la lanterne était fixée après le disque, mais on a renoncé presque partout à ce système, parce qu'on a constaté que quelquefois, par le brusque mouvement de rotation, l'huile montait précipitamment et éteignait la lumière ; aujourd'hui la lanterne, indépendante du disque est fixée après le montant et on la hisse à son sommet par une espèce de monte-charge à rainures. Dans ce cas, il n'est pas besoin de la munir de verres de couleur, il suffit que le trou percé dans le disque soit bouché avec un verre rouge, pour que le signal soit le même ; en effet si le disque est parallèle à la voie la lanterne est découverte et le mécanicien aperçoit sa lumière blanche ; si au contraire le disque est tourné, la lanterne est masquée et on ne voit plus alors que le feu rouge qui passe au travers du carreau du disque.

Sur certaines lignes, notamment sur celle de Paris-Lyon, la manœuvre du disque est contrôlée par un trembleur électrique. Ce n'est rien comme installation et c'est énorme comme sécurité.

Le disque de station, en se tournant à l'arrêt, met en mouvement une sonnerie électrique, dont le carillon continue à la station voisine tant que le disque ne change pas de position ; c'est-à-dire cinq minutes après le départ du train qu'il s'était agi de couvrir.

Avec ce système, qui devrait être adopté partout, on sait, sans se déranger, par les brouillards les plus intenses, par la neige la plus épaisse, si la manœuvre du disque se fait régulièrement ; sinon, on peut, au besoin, y remédier à temps.

On a essayé, on essaye tous les jours d'autres systèmes de signaux, on s'est surtout préoccupé de signaux automoteurs. (c'est-à-dire se mouvant sans l'intmédiaire d'employés) et qui présentent d'autant plus de sécurité que c'est la locomotive



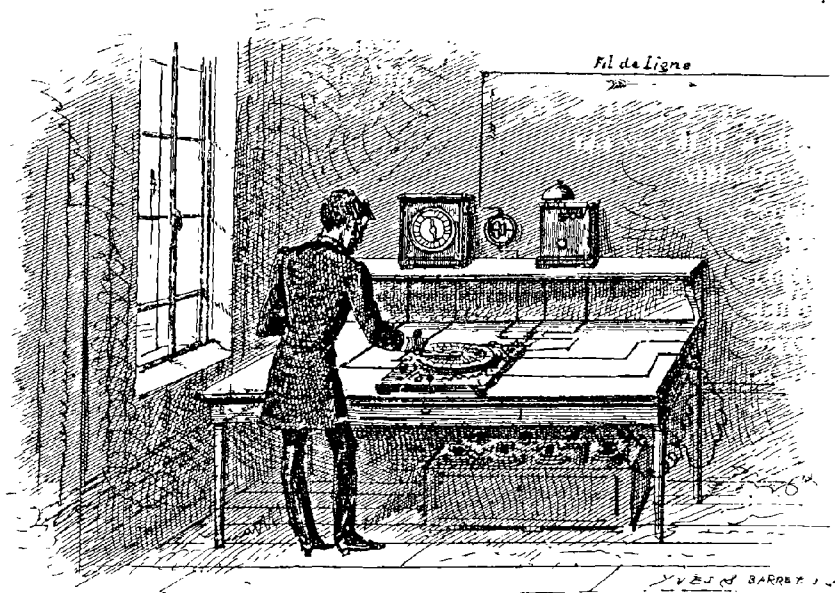
Télégraphe à cadran. — Manipulateur.

elle-même qui les met en mouvement, en passant sur une pédale remplaçant le levier ordinaire, et couvre ainsi le train qu'elle remorque, en mettant le disque à l'arrêt.

Malheureusement l'opération est incomplète, car il faut bien rendre la voie libre

cinq minutes après le passage du train qui l'a fermée.

Et puis, inconvénient plus grave encore, il peut arriver que l'appareil automoteur se déränge, et comme il n'y a personne sur place pour voir si le disque a obéi, per-



Télégraphie de chemin de fer. — Gare tête de ligne.

sonne ne se trouve prévenu et le train passé peut être en grand péril, sans même que l'on s'en doute.

C'est pourquoi, l'on est revenu au système des signaux actionnés par les aiguilleurs qui, en cas de mauvais fonctionnement du

disque, peuvent le suppléer par des signaux mobiles qu'on appelle signaux à la main.

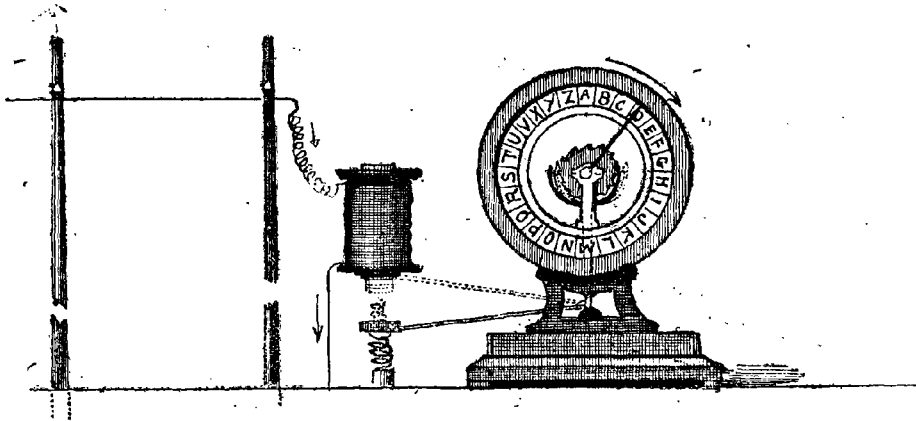
Il y en a de plusieurs sortes : le drapeau pour le jour, la lanterne pour la nuit; tout aiguilleur, garde barrière et la plupart des

cantonniers sont munis de ces deux instruments.

Roulé et présenté horizontalement le dra-

peau indique que la voie est libre, quelle que soit du reste sa couleur.

Un drapeau vert déployé invite le méca-

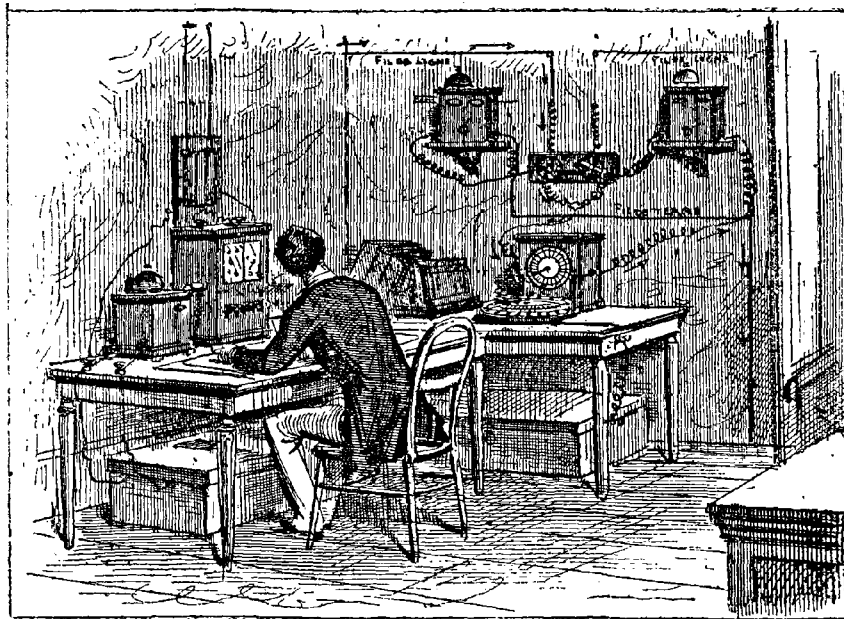


Télégraphe à cadran. — Récepteur.

nicien à ralentir la marche du train ; ce qui arrive surtout aux abords des parties de voie en réparation.

Un drapeau rouge déployé, indique l'arrêt

aussi immédiat que possible, presque toujours pour laisser à un train attardé, le temps de reprendre l'avance réglementaire qu'il doit avoir.



Télégraphie de chemin de fer. — Station intermédiaire.

La nuit, c'est avec une lanterne qu'on remplace le drapeau, que le mécanicien ne pourrait pas voir suffisamment. Cette lan-

Liv. 45.

terne, carrée, est munie sur trois côtés de verres de couleurs ; l'un blanc, l'autre vert et le troisième rouge.

Le feu blanc, présenté au mécanicien, dit que la voie est libre, le feu vert invite au ralentissement et le feu rouge à l'arrêt complet.

Outre ces signaux, il y a encore, et notamment pour les temps de brouillard intense, qui empêchent de distinguer les feux à une distance suffisante, les pétards et boîtes détonantes qu'on place sur les rails et que les roues de la locomotive font éclater en passant dessus.

S'il ne s'agit que de recommander la prudence aux mécaniciens, les pétards se placent partout aux abords des voies de bifurcation, où il est susceptible de se trouver des trains ou des machines; s'ils doivent signaler un obstacle, il est important qu'ils soient placés à 7 ou 800 mètres en avant, autrement le mécanicien ne serait pas en mesure de profiter de l'avertissement qu'ils lui donnent.

En principe, sitôt qu'un pétard éclate sous les roues d'une locomotive, le mécanicien qui la gouverne doit serrer ses freins, fermer son régulateur, ne s'avancer qu'avec la plus grande précaution et ne reprendre sa marche ordinaire que, si au bout de quelques minutes, il n'a distingué aucun obstacle; ce qui arrive d'autant plus souvent qu'alors la raison qui avait motivé son arrêt n'existe plus.

Tous les signaux dont nous venons de parler sont donnés aux trains. Mais il en est d'autres que les trains donnent eux-mêmes; outre les feux qu'ils portent réglementairement la nuit: blanc à l'avant, rouge à l'arrière, ils arborent quelquefois des drapeaux, notamment lorsqu'ils précèdent un train extraordinaire.

Ainsi, un train de marchandises, trop pesant, a-t-il été obligé de se doubler, il porte un drapeau vert le jour, un feu vert la nuit, qui indiquent que sa seconde moitié le suit à dix minutes d'intervalle.

Si le drapeau ou le feu (également verts) sont placés à la droite du train, dans le

sens de sa marche, c'est qu'il précède un train supplémentaire, annoncé déjà d'ailleurs à toutes les stations de la ligne, et surtout aux gares où il doit s'arrêter, par des signaux ou des avis télégraphiques.

Quant à la locomotive elle n'est pas avare de signaux; qui tous se donnent par des coups de sifflets stridents qui déchirent quelquefois les oreilles des voyageurs.

Un train en rencontre-t-il un autre, il le salue d'un coup de sifflet; s'engage-t-il sous un tunnel, coup de sifflet prolongé, qui annonce aux employés alors dans le souterrain, qu'ils doivent se garer.

Passe-t-il sur un viaduc, devant une station où il ne s'arrête pas, même coup de sifflet, du moins le croit-on, car les modulations stridentes ne sont pas toujours les mêmes, le sifflet des locomotives a son langage que tous les initiés connaissent.

Un seul coup prolongé indique l'attention, c'est une espèce de *gard'a vos* général.

Deux coups saccadés invitent le chauffeur et les vigies à serrer les freins. Et c'est pourquoi le sifflet retentit surtout à l'arrivée et au départ des stations, à l'entrée et à la sortie des tunnels, ou des tranchées courbes; ce qui ne l'empêche pas de se faire entendre encore souvent le reste du chemin (il est, du reste, recommandé aux mécaniciens de s'en servir fréquemment en temps de brouillard pour avertir les cantonniers et employés de la ligne de l'approche du train.

Outre cela, le sifflet du mécanicien lui sert aussi aux approches des bifurcations et croisements de lignes pour demander la voie qu'il veut prendre.

S'il donne un long coup de sifflet d'attention l'aiguilleur, qui comprend, ouvre la voie de gauche; s'il répète trois fois son signal c'est la voie de droite qu'il faut lui ouvrir.

C'est encore à l'aide de son sifflet, que le mécanicien, lorsqu'il est dans le voisinage d'un dépôt peut demander, s'il en a besoin, une locomotive de renfort: il n'a pour cela

qu'à répéter des coups de sifflets longs et prolongés d'une façon spéciale pour que le chef du dépôt fasse disposer d'avance l'aide qu'il réclame, tant il est vrai que tous les services sont admirablement organisés sur nos lignes de chemin de fer, où chacun sachant ce qu'il doit faire, le fait avec d'autant plus de ponctualité que la moindre négligence pourrait avoir les conséquences les plus graves.

SIGNAUX TÉLÉGRAPHIQUES.

Nous ne parlerons point ici du télégraphe électrique, qui a sa place marquée dans un des chapitres les plus intéressants de ce livre, nous ne nous occuperons de cette merveilleuse invention, dont chacun connaît, d'ailleurs, les effets et les causes, qu'en ce qui concerne l'exploitation des chemins de fer à laquelle elle a rendu de tels services qu'on peut presque dire, sans se montrer excessif, que sans le télégraphe dont les fils bordent la ligne, il n'y aurait point de sécurité pour les voyageurs.

En effet, c'est le télégraphe qui porte, pour ainsi dire instantanément, dans toutes les stations d'un réseau, les avis nécessaires au libre passage des trains supplémentaires, au garage des trains de marchandises et de ballast et tous les signaux qu'il serait impossible autrement de transmettre à des distances de plus d'un kilomètre.

Ce n'est qu'un auxiliaire, si l'on veut, mais c'est un auxiliaire aussi utile, plus utile même, que le balancier ne l'est au danseur de corde.

Grâce à ses perfectionnements, un train en détresse peut demander des secours, de n'importe quel point de la voie, au moyen d'un appareil mobile mis immédiatement en communication avec le dépôt le plus proche.

On peut signaler aux stations intéressées la position exacte d'un train sur la ligne et même, à l'aide d'appareils spéciaux

qu'on perfectionne et qu'on expérimente tous les jours, transmettre directement des ordres au conducteur d'un train en marche; ce qui permet, en cas d'accident imminent, de prévenir à temps le chef du train dont la rencontre est à craindre.

Outre ces sortes de communications électriques, qui ne sont que des en cas, il en est de régulières qu'on peut classer en deux catégories : la première comprenant les dépêches administratives adressées à tout ou partie des stations de la ligne, ou échangées entre des stations intermédiaires et transmettant les ordres de toute espèce, les réclamations, vérifications, etc.

La seconde, bien plus importante au point de vue de la sécurité des voyageurs, comprend le service des trains, elle relate d'une façon continue et, de station à station, leur nombre, le sens de leur marche, l'heure précise de leur passage, de leur avance ou de leur retard sur l'heure réglementaire; ce qui permet aux chefs de stations avisés de prendre, si besoin est, pour la sécurité de la circulation, les dispositions utiles à la modification de la marche des trains.

Malgré les progrès réalisés dans les appareils électriques, c'est toujours le télégraphe à cadran qui est adopté sur toutes les lignes. Nous décrirons ce système, parce qu'il n'est plus guère employé que sur les chemins de fer; il repose, d'ailleurs, sur le même principe que tous les autres (un fil métallique, conducteur d'un courant électrique émané d'une pile de Bunsen) et n'en diffère que par les appareils.

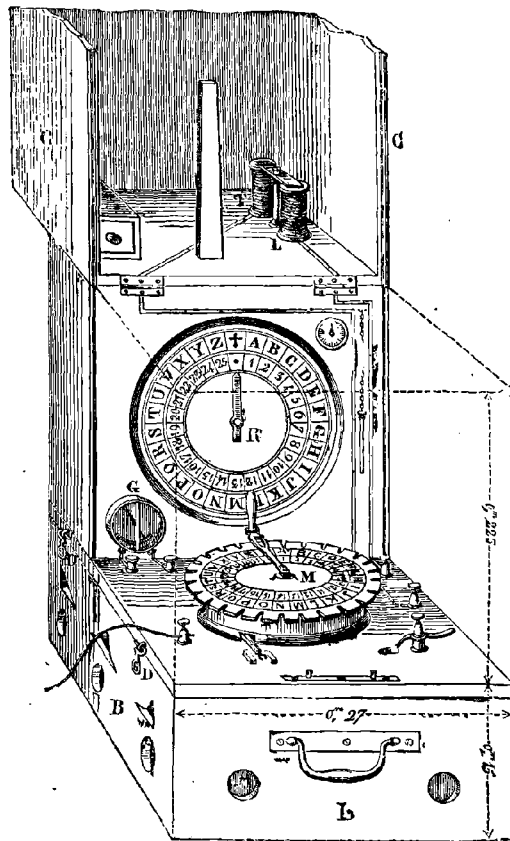
Ces appareils sont au nombre de deux, le manipulateur, qui sert à expédier les dépêches et le récepteur, à l'aide duquel on les reçoit, chacun d'eux se trouvant à une extrémité du fil, c'est-à-dire l'un à la station du départ, l'autre à celle de l'arrivée.

Le manipulateur, destiné à interrompre ou à rétablir le courant électrique, se compose d'une roue métallique, qui se meut à l'aide d'une manette. Une languette,

placée à gauche, appuie constamment sur le contour de la roue, tandis qu'une autre, placée à droite et terminée par une dent, n'est en contact avec la roue crénelée que quand elle rencontre une de ses treize dents. Ces deux languettes étant en communication avec le fil de la ligne, chaque fois que celle de droite touche la roue, le courant électri-

que s'établit dans le fil conducteur et arrive dans l'électro-aimant placé à la station d'arrivée, le contact, monté sur un ressort à boudin, est alors attiré et prend la position indiquée par la ligne pointée.

Chaque fois, au contraire, que la languette ne touche pas la roue, il n'y a pas transmission de courant et le contact re-



Appareil télégraphique de secours.

prend sa position normale, d'où il s'ensuit que, pendant que la roue fait un tour complet, le courant est rétabli et interrompu treize fois, et le contact fait vingt-six mouvements de haut en bas ou de bas en haut, qui correspondent aux vingt-six cases du cadran établi autour de la roue du manipulateur aussi bien que de celle du récep-

teur, et qui contiennent les vingt-cinq lettres de l'alphabet et le signe +, considéré comme point d'arrêt.

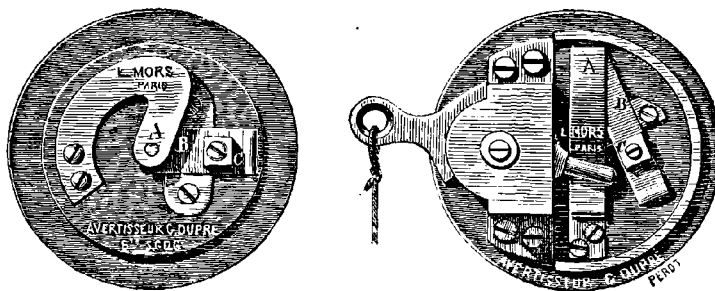
On comprend facilement, que pour transmettre une dépêche, il suffise de poser la manette du manipulateur, successivement sur toutes les lettres qui la composent, en faisant un tour de cadran entre chaque let-

tre; voyons, maintenant, comment elle parvient à destination.

Le récepteur est composé de la même façon que le manipulateur: d'un cadran, au centre duquel est une roue d'échappement

portant une aiguille qui répète les mouvements imprimés à la manette du manipulateur et indique sur le cadran les lettres touchées par la manette.

Et voici pourquoi :

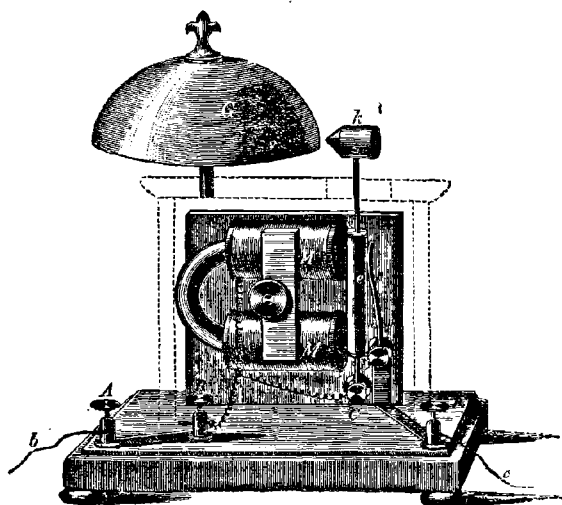


Avertisseur d'incendie, système Dupré.

La roue d'échappement, crénelée à treize dents, est entourée d'une ancre qui termine un levier coudé, dont l'angle varie, selon les cas, puisqu'il est mobile autour du point central.

Chaque fois que le contact se soulèvera,

comme nous l'avons dit déjà, pour le passage du courant électrique, l'ancre se portera de droite à gauche, et le contraire se produira quand le contact se rabaissera, de sorte qu'à chaque mouvement de l'ancre la roue tourne de l'intervalle d'une demi dent



Sonnerie électrique.

et l'aiguille parcourt une division du cadran. Donc l'aiguille marque automatiquement tous les temps d'arrêts indiqués par la manette du manipulateur; et pour recevoir une dépêche il suffit de transcrire succes-

sivement toutes les lettres sur lesquelles elle s'arrête, étant convenu que le signe + indique la fin des mots, et en quelque sorte la ponctuation.

Tel est le mécanisme primitif de la télé-

graphie électrique, auquel il convient pourtant d'ajouter l'emploi de la sonnerie d'avertissement.

Le mécanisme est des plus simples : il consiste en un mouvement d'horlogerie dont le ressort maintient un petit marteau qui frapperait constamment sur un timbre s'il n'était retenu par un arrêt.

Lorsque le courant électrique passe, cet arrêt se dégage, le mouvement d'horlogerie agit librement et le marteau frappe sur le timbre, jusqu'à ce que l'employé de la station d'arrivée, prévenu par cette sonnerie qu'on va lui transmettre une dépêche, ait fait avec son manipulateur le tour du cadran qui indique qu'il est présent.

Si, par hasard, il est momentanément éloigné du bureau, la sonnerie continue jusqu'à ce que le mouvement d'horlogerie ait besoin d'être remonté, mais en ce cas il sera néanmoins prévenu, car l'arrêt du mouvement d'horlogerie fait mouvoir une tige, qui dégage un petit écriteau sur lequel est écrit le mot : RÉPONDEZ.

Inutile de dire que ce système de sonnerie a été, comme tous les appareils de télégraphie, modifié et perfectionné, nous aurons à en parler.

Naturellement, chaque station doit posséder manipulateur et récepteur, beaucoup même les ont en double et en triple; car il y a trois sortes de stations télégraphiques sur les chemins de fer.

Les postes tête de ligne, les postes intermédiaires de bifurcation et les postes intermédiaires qui n'ont à correspondre qu'avec les stations voisines.

Mais tous les postes intermédiaires sont outillés pour savoir à l'instant même quelle est la position des trains en marche sur la ligne.

Au milieu de la table où sont placés les appareils télégraphiques, se trouve un indicateur spécial de la situation du poste vis-à-vis des trains qui s'en approchent.

La première station du côté montant et la première du côté descendant, sont repré-

sentées là, chacune par une aiguille qui garde la position verticale tant que la voie est libre, et qui s'incline dans la direction de la marche du train qui est entre les deux stations, jusqu'au moment où le chef de la station d'où le train vient de partir annoncera télégraphiquement son arrivée.

En dehors des stations il y a aussi sur les voies ferrées des appareils placés de quatre en quatre kilomètres, soit dans les guérites des gardes-voies, soit fixés à des poteaux sur le bord de la ligne, pour servir en cas de besoin à transmettre les demandes de secours.

Ces appareils, dont tout l'ensemble tient dans une boîte de peu de volume, comme on peut le voir dans notre dessin, se composent d'un manipulateur M, et d'un récepteur R; ce qui constitue un télégraphe à cadran complet, moins les piles.

Il n'en est pas besoin du reste, l'appareil étant installé à demeure au fond d'une guérite C, sur une table solide où sont fixés les boutons où aboutissent les fils, installés d'avance pour mettre le télégraphe en communication avec la ligne.

Du reste, le chef d'un train en détresse n'a point de dépêche à recevoir, l'important est qu'il puisse en transmettre une, et qu'il soit certain qu'elle arrive à destination.

La boussole G est là pour cela, car elle indique par le mouvement de son aiguille le passage du courant électrique; si elle ne bouge pas pendant l'émission de chaque lettre par le mouvement du manipulateur, c'est que la dépêche ne parvient pas, le fil se trouvant momentanément traversé par un courant en sens contraire, auquel cas il faut recommencer.

Quant au cadran récepteur, il sert de contrôle au télégraphiste peu exercé, car il peut lire dessus la dépêche qu'il envoie.

Ces appareils étant susceptibles d'être manœuvrés par le premier venu, chaque boîte est pourvue d'une instruction indiquant le nom des stations auxquelles aboutit

de part et d'autre le fil télégraphique, et, sommairement, la manière de faire fonctionner l'appareil.

En somme, le service de la télégraphie des chemins de fer emploie cinq fils : un pour la transmission des dépêches entre les stations extrêmes, un pour les dépêches de gare en gare, un pour les demandes de secours, et les deux autres servant à l'indication de la marche des trains et reliant entre elles toutes les stations de la ligne.

Comme on le voit, s'il arrive des accidents ce n'est pas faute de moyens préventifs.

Parmi les signaux télégraphiques n'oublions pas, bien qu'il ne soit pas spécial aux chemins de fer, l'avertisseur d'incendie du système Dupré, d'autant qu'adapté, comme il l'est maintenant par M. Mors, aux boutons d'appels électriques que l'on place dans les compartiments de chemin de fer, sur certaines lignes du moins, à la portée des voyageurs, il peut rendre de grands services.

Tout le monde connaît ces boutons d'appel qu'il suffit de toucher pour provoquer une sonnerie, qui se prolonge jusqu'à ce que l'on retire son doigt, eh bien ! M. Mors a eu l'idée d'y adapter l'avertisseur Dupré, grâce auquel ils préviennent automatiquement de tout commencement d'incendie.

Et voici comment : au-dessus de la lame de contact inférieure du bouton, se trouve une petite pièce de butée munie d'une pastille d'alliage fusible, assez épais pour empêcher en temps normal le contact des deux ressorts de l'interrompteur ; dans ces conditions le bouton de sonnerie fonctionne comme à l'ordinaire, mais si un incendie se déclare, la température du compartiment augmente naturellement, et la pastille qui est préparée pour se fondre à 37° disparaît ; alors le ressort inférieur, dégagé de l'obstacle qui l'empêchait de se soulever, se relève et se met en contact continu avec le ressort, ce qui fait que la sonnerie tinte

sans interruption, prévenant ainsi le conducteur qu'un échauffement de 37° s'est produit dans le compartiment où est placé le bouton.

Nos gravures feront mieux comprendre le mécanisme.

Dans la première, qui représente l'intérieur d'un bouton de sonnerie ordinaire, A est le ressort supérieur, B la lame inférieure recourbée à angle aigu pour faire ressort et qui se mettrait en contact avec A, si elle n'en était séparée par la pastille de métal fusible C, appliquée sur le ressort par une vis qui traverse la lame B.

Dans la seconde, qui montre un bouton de sonnerie actionné par un cordon de tirage, comme celui qu'on voit dans les voitures du chemin de fer du Nord, la disposition est à peu près la même, si ce n'est que le ressort supérieur A est recourbé en forme d'S, pour pouvoir subir les effets de la traction du cordon de tirage, par l'intermédiaire d'un doigt logé dans la partie creuse du ressort et qui frotte sur sa partie bombée, quand le cordon est abaissé, pour produire le contact et faire retentir momentanément la sonnerie correspondante.

Le même effet se produit automatiquement, mais d'une façon continue, le cordon de tirage restant fixe, et par conséquent le doigt n'agissant pas sur le ressort A, si la pastille d'alliage vient à fondre ; car la lame B, n'étant plus retenue, vient toucher le ressort A et leur contact continu provoque la sonnerie d'alarme.

Comme on le voit, il était difficile de trouver rien de plus simple et à la fois plus ingénieux.

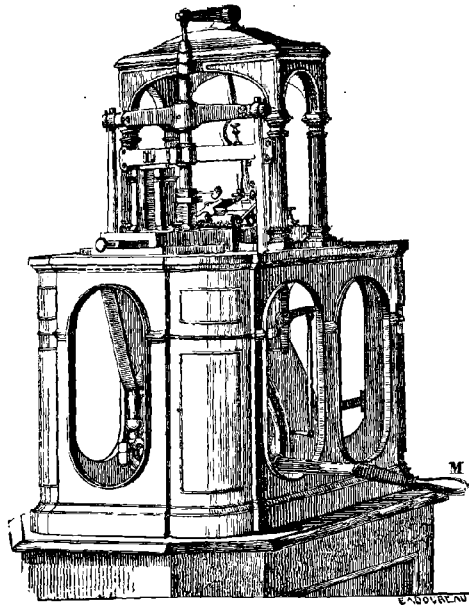
LES BILLETS

Puisque nous en sommes aux accessoires administratifs des gares, n'est-ce pas le moment de parler des billets de chemin de fer et des ingénieuses machines qu'ils nécessitent.

Car ce sont les Compagnies qui fabriquent

elles-mêmes leurs billets, sur de petits cartons dont la couleur varie selon les classes.

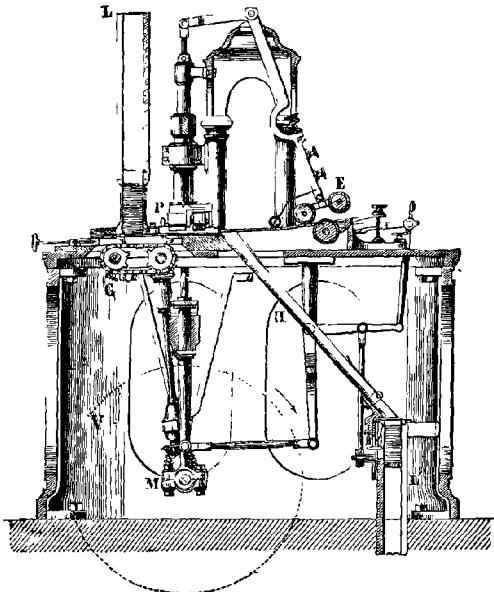
Les machines sont de trois sortes : machines à imprimer et à numéroté, machines



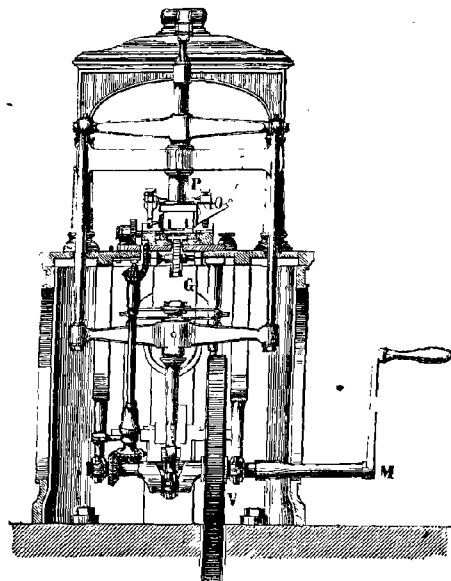
Machine à imprimer et numéroté les billets.

à compter, et machine à dater au timbre sec.

La machine à imprimer et à numéroté, qui peut livrer 70,000 billets par journée



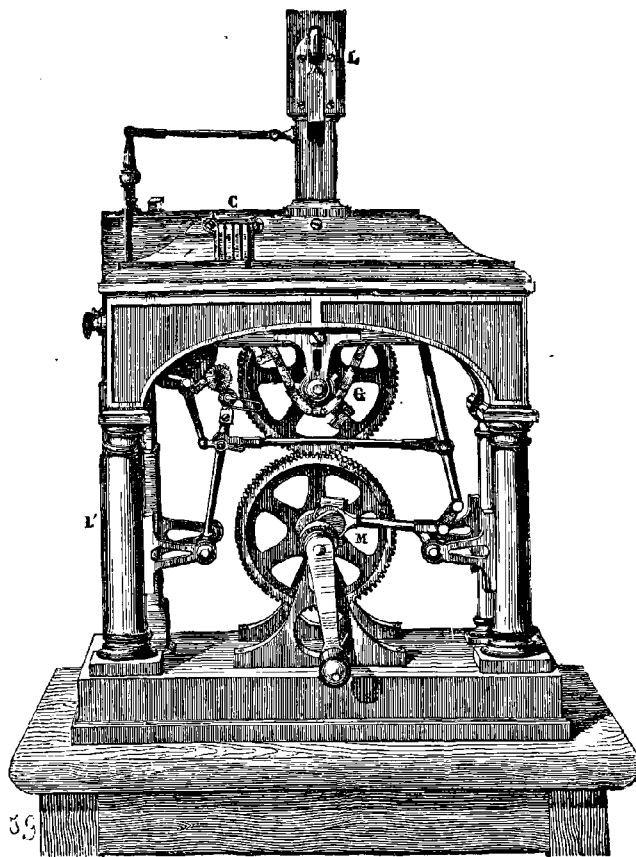
Coupe longitudinale.



Coupe transversale.

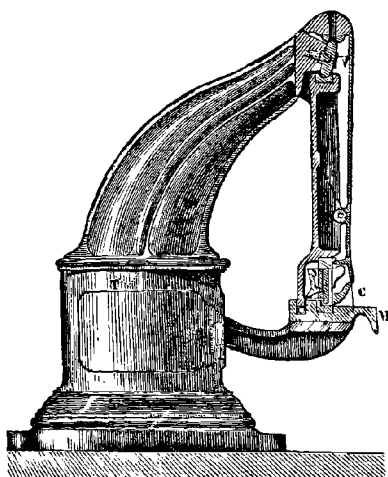
de travail, est à double effet, puisqu'il y a deux parties distinctes dans l'impression du

billet : la partie invariable qui se compose des indications identiques pour tous les



Machioe à compter les billets de chemin de fer.

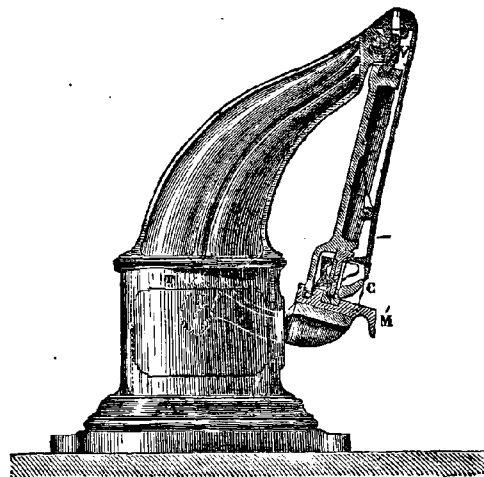
bulletins d'une même série, comme par exemple, *Paris Fontainebleau, première* | *classe! place entière, etc.*, et la partie mobile qui est le numéro d'ordre du billet et doit



Au repos.

Liv. 46.

Machioe à dater au timbre sec.



En action.

46

par conséquent augmenter d'un à chaque billet imprimé.

Tout cela s'opère automatiquement, grâce à la machine que M. Lecoq a inventée et perfectionnée, et l'ouvrier qui la conduit n'a pas autre chose à faire que d'entasser d'une main les cartons, découpés d'avance, dans une coulisse verticale, indiquée par la lettre L, tandis que de l'autre il tourne la manivelle M.

Cette manivelle, au moyen d'une chaîne sans fin G, dont le mouvement est régularisé par un volant V, entraîne l'un après l'autre, par le jeu de chaque maille de la chaîne, les cartons entassés dans la coulisse et les amène successivement dans une rainure horizontale au-dessous du poinçon imprimeur P, qui appuie dessus, après s'être humecté sur un feutre constamment enduit d'encre d'imprimerie par les rouleaux encres D qui, par un mouvement de bascule, viennent passer sous le poinçon chaque fois que celui-ci se relève après avoir imprimé un carton.

Ce poinçon, nous l'avons dit déjà, ne contient dans le composteur qui le termine que les indications invariables. Le billet n'est donc pas terminé quand il sort de sous le poinçon; poussé par le carton qui vient prendre sa place, il se trouve alors sous le compteur qui va le numéroter; après quoi, poussé encore d'un cran et à chaque mouvement de la chaîne sans fin, de la longueur d'un billet, il tombe par le conduit incliné H dans une seconde coulisse L' où tous les cartons imprimés viennent s'empiler régulièrement.

Mais nous n'avons pas dit comment s'opérerait ce numérotage; notre troisième dessin le fera comprendre en montrant le compteur placé à côté du poinçon imprimeur.

Il se compose de quatre petites roues montées sur un axe fixe, autour duquel chacune peut se mouvoir librement et indépendamment des autres; sur la circonférence de chacune de ces roues sont gravés en relief sur dix dents, espacées réguliè-

ment, les chiffres de 0 à 9 de façon qu'en faisant mouvoir à son gré ces quatre roues, on pourrait composer tous les nombres entre 1 et 9,999, étant admis que les zéros placés à gauche ne comptent point.

Telle est l'idée du compteur, il ne s'agit plus que de le faire mouvoir automatiquement, à l'aide d'un mécanisme plus expéditif et plus régulier que la main.

Cet appareil est une petite fourchette dont les quatre doigts sont inégaux (le premier plus court et les autres augmentant progressivement) et qui reçoit un mouvement de va et vient, transmis par la manivelle.

Pour commencer le travail, le premier doigt fonctionne seul, et à chaque mouvement qu'il fait, c'est-à-dire à chaque billet qui se présente au numérotage, il fait avancer la roue d'une dent, et par conséquent fait paraître un nouveau chiffre ce qui donne successivement (les trois autres roues étant toujours à zéro) 0001, 0002, 0003, 0004, 0005, et de même jusqu'à 9.

Alors, la première roue ayant fait un tour complet, le premier doigt entre dans une entaille, pratiquée exprès pour que le second puisse s'approcher et entrer en communication avec la seconde roue qu'il fait tourner d'une dent, faisant ainsi apparaître le chiffre 1 sur lequel il restera pendant tout le temps que la première roue mettra à faire un nouveau tour sous l'action du premier doigt, qui produira successivement tous les nombres de 1 à 19. Là, le même jeu se renouvelle; le second doigt fait un mouvement qui amène le chiffre 2 et le premier doigt continue à faire tourner la première roue pour faire apparaître successivement toutes les unités.

Et ainsi de suite jusqu'à 99. Maintenant c'est au tour du troisième doigt à agir; ce qui s'explique puisque la troisième roue est installée de façon à s'avancer d'une dent, lorsque la deuxième a fait son tour complet.

La quatrième ne se mouvant non plus que

lorsque la troisième a accompli toute sa révolution ; on comprend alors comment les billets seront numérotés régulièrement de 1 jusqu'à 9999, nombre que l'on pourrait augmenter en ajoutant une cinquième roue au système, mais qui est suffisant, puisque l'usage des compagnies de chemin de fer est de fabriquer leurs billets par séries de 10000.

Les billets imprimés, numérotés, il faut les compter pour les envoyer aux différents bureaux. Ce travail pourrait se faire par un employé, mais une machine est bien plus expéditive, et surtout bien plus exacte, puisqu'un employé est susceptible de se tromper, tandis que la machine que représente notre dessin, et qui est capable de compter jusqu'à 250,000 billets par jour, ne le peut pas.

Et voici pourquoi.

Les billets, entassés dans la glissière verticale L, passent l'un après l'autre, par le même mécanisme que dans la machine à imprimer, sous un compteur, également du même système, qui les inscrit sur ses roues au fur et à mesure qu'ils s'en échappent pour aller s'empiler dans la coulisse L'. Il s'en suit donc qu'aucune erreur n'est possible, et qu'on n'a qu'à consulter le compteur pour connaître le nombre des billets qui sont passés d'une glissière dans l'autre.

Un avertisseur peut d'ailleurs être fixé au compteur à chaque centaine, comme cela se fait dans les machines à imprimer les journaux.

Avant d'être remis au public, les billets ont encore une opération à subir, il faut qu'ils soient datés, etc'est ce que font les buralistes, au fur et à mesure qu'ils les distribuent, au moyen d'un timbre sec, fort ingénieux, dû encore à M. Lecoq, et dont nous donnons deux dessins.

Le timbre proprement dit est un composant mobile dans lequel le buraliste introduit tous les jours des caractères d'acier un peu tranchants, pour mieux entrer dans le

carton et représentant, selon les lignes : soit la date en lettres, soit plus ordinairement le numéro d'ordre du jour et le millésime de l'année ; ces deux nombres étant séparés par un espace.

Cette ligne doit être imprimée à sec sur chacun des billets distribués ; à cet effet, la machine possède au-dessous du poinçon timbreur, entre ce poinçon et une pièce plate, un intervalle suffisant C pour y introduire le billet.

Au moment où il fait cette opération, l'employé pousse devant lui, par M, la partie mobile de la machine, de façon à lui faire prendre d'un choc rapide la position indiquée dans notre deuxième dessin.

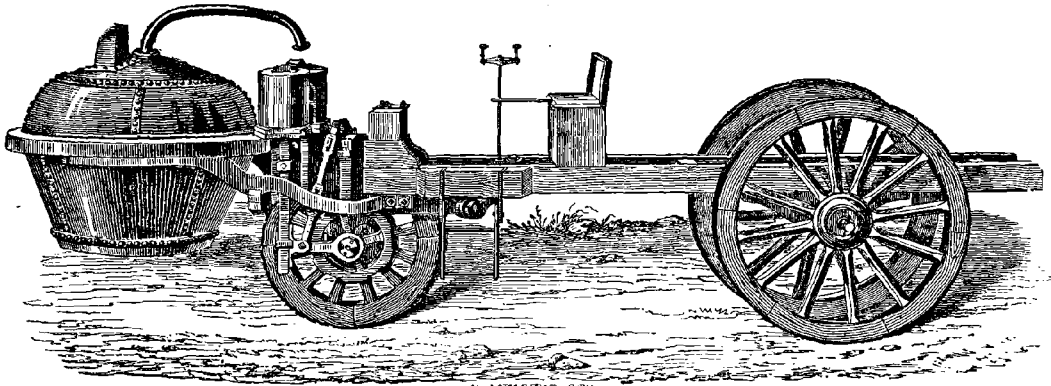
Alors, le poinçon, donnant sur le billet une pression équivalente à 300 kilogrammes environ, qu'il reçoit du changement de position de la vis V, le billet est daté et on n'a qu'à laisser revenir la partie mobile de la machine à sa position première pour le reprendre.

L'opération se fait du reste plus vite qu'on ne saurait le décrire, et nous ne la décrivons précisément parce qu'elle se fait si vite, qu'on n'a pas le temps de se l'expliquer.

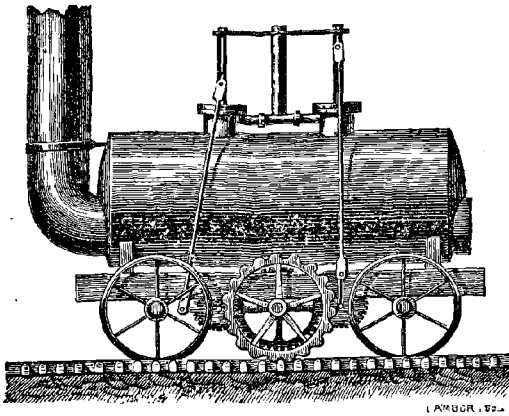
LA LOCOMOTIVE

Bien que nous ne voulions ici qu'effleurer une matière, que nous traiterons en détail lorsque nous nous occuperons des machines à vapeur ; il nous est à peu près impossible de ne pas remonter au moins succinctement jusqu'à l'origine de la locomotive, ce merveilleux moteur dont la puissance s'accroît tous les jours si bien qu'on pourrait croire qu'elle est à peu près sans limite.

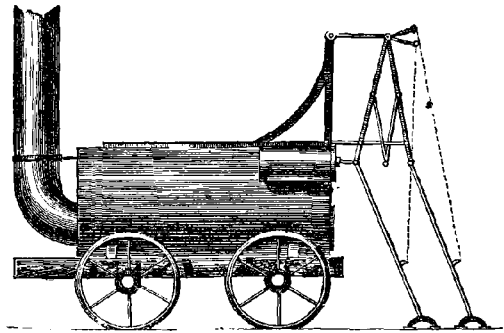
Mais aussi, que de progrès réalisés dans sa fabrication depuis un siècle, plus d'un siècle même, si l'on compte parmi les ancêtres de la locomotive, la voiture à vapeur que Cugnot expérimentait sur les routes ordinaires dès 1769.



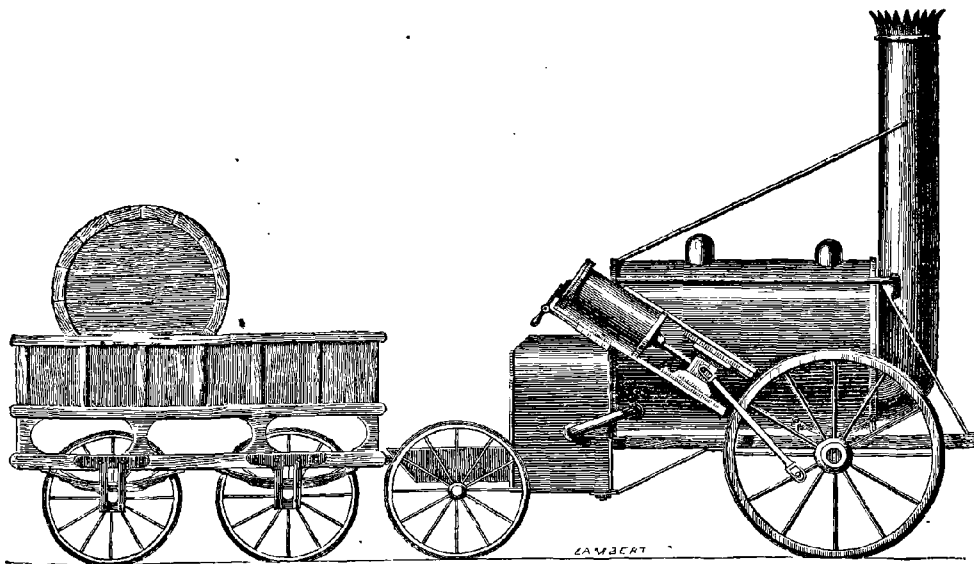
Voiture à vapeur de Cugnot.



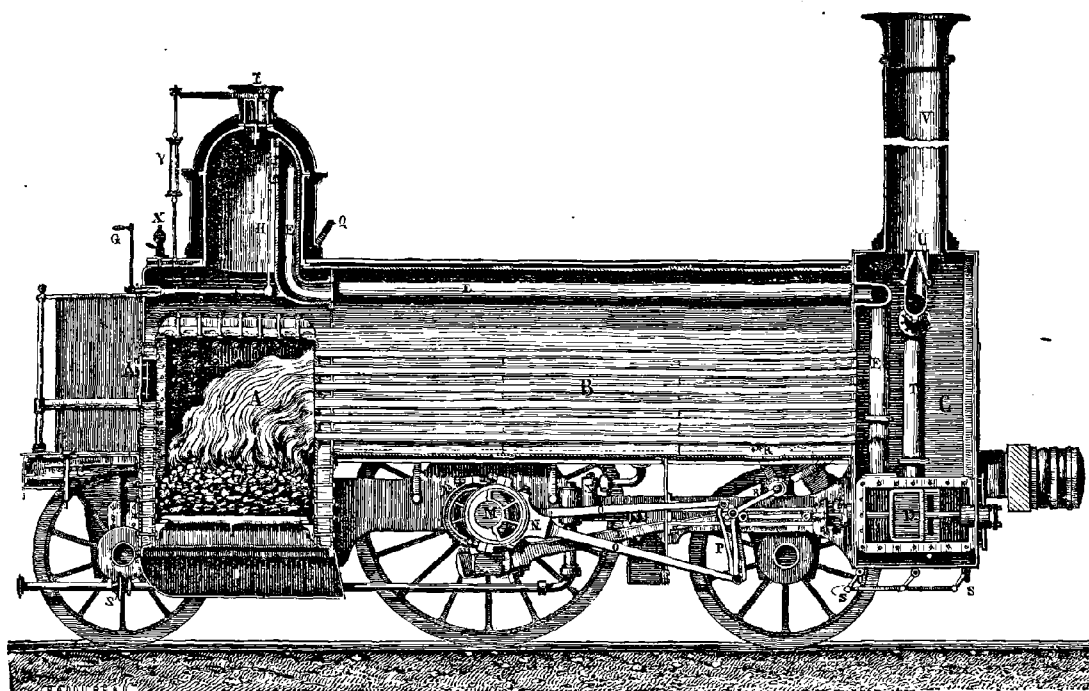
Locomotive à roues dentées de Blenkinsop.



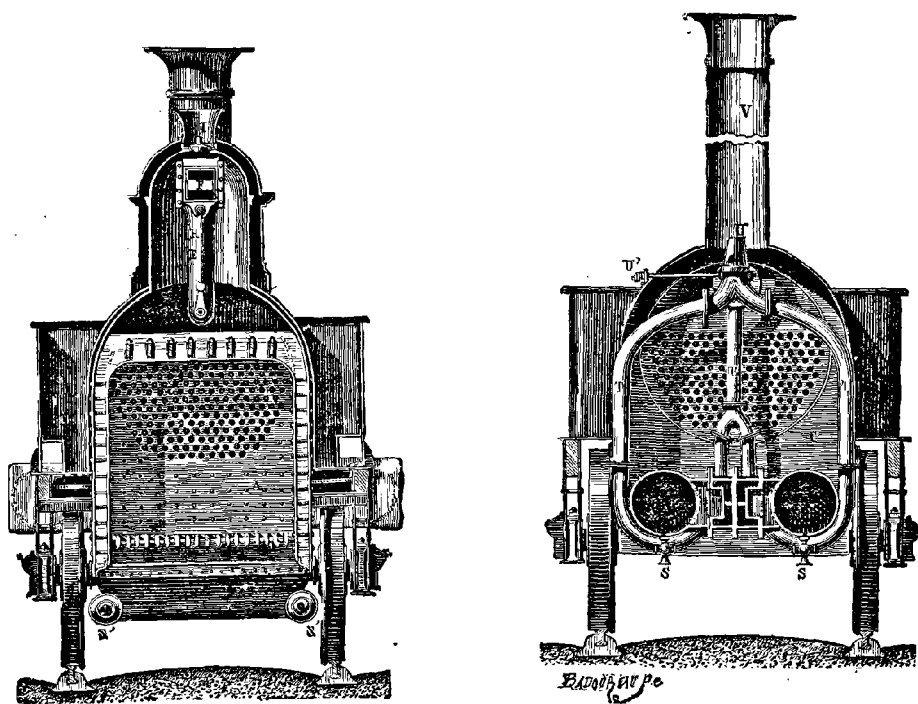
Locomotive à jambes de Brunton.



La Fusée. — Locomotive de George Stephenson.



Locomotive. — Coupe longitudinale



par la boîte à feu.

Locomotive. — Coupes transversales

par la boîte à fumée.

Certes, cette machine que tout le monde peut voir encore au Conservatoire des arts et métiers, était bien informe, mais elle portait la chaudière qui lui communiquait le mouvement et elle fut l'idée première de celles qui lui succédèrent, à savoir : la machine de Trewithick et Vivian qui circula en Angleterre sur le chemin de fer de Merthyr Tydvil et celle d'Olivier Evans qui apparaissait en Amérique à la même époque, c'est-à-dire en 1804.

Les voies ferrées, adoptées généralement pour le service des charbonnages importants, nombre d'inventeurs surgirent : mais leurs efforts furent enrayés par une difficulté, qui leur paraissait d'autant plus insurmontable qu'elle était imaginaire.

On avait admis alors comme un principe que les roues de la locomotive, portant sur les rails polis, n'y trouveraient pas un point d'appui suffisant pour faire avancer la machine et le train qu'elle doit remorquer, et à l'exemple de Trewithick et Vivian, qui avaient recommandé de rendre les jantes des roues suffisamment raboteuses pour qu'elles ne glissent pas sur les rails, tous les constructeurs s'ingénierent à enchérir sur ce système, sans s'apercevoir qu'ils créaient des obstacles à leurs locomotives.

C'est ainsi, qu'en 1811, Blenkinsop crut avoir trouvé la solution du problème en imaginant des rails dentés en crémaillères, s'engrenant avec les roues également dentées de la locomotive.

Vers la même époque, Brunton, ne voulant pas changer les rails, modifia son moteur, il ne chercha plus à lui donner son point d'appui sur les roues qui le portaient, mais sur des espèces de béquilles, placées à l'arrière de la machine et qui s'appuyaient sur le sol et se relevaient alternativement à peu près comme les jambes d'un cheval.

En 1813, Blackett, mieux avisé, termina par où l'on aurait dû commencer, c'est-à-dire par des expériences répétées, qui démontrèrent que le poids de la locomotive

donnait aux roues assez d'adhérence sur les rails pour les empêcher de tourner sur place.

La fausseté de la théorie primitive démontrée, il n'y avait plus qu'à aller de l'avant, c'est ce que fit Georges Stephenson en construisant, en 1825, une locomotive à roues couplées, aussi supérieure aux précédentes que devait l'être sur celle-ci, la *Fusée*, sortie en 1829 des ateliers de Georges et Robert Stephenson, et justement célèbre par la révolution qu'elle fit dans la locomotion sur les chemins de fer, grâce à sa chaudière tubulaire et au système de tirage produit par l'injection de la vapeur dans la cheminée; toutes choses très perfectibles d'ailleurs et qu'on ne s'est pas fait faute de perfectionner depuis.

Car c'est là le vrai point de la locomotive d'aujourd'hui, que nous allons essayer de décrire aussi succinctement et aussi clairement que possible, à l'aide de nombreuses gravures.

Toute locomotive, quel que soit son genre de construction, comprend trois parties essentielles qui se distinguent au premier coup d'œil :

L'appareil producteur de la vapeur, chaudière, foyer, etc.

L'appareil récepteur, c'est-à-dire les pistons auxquels la vapeur imprime un mouvement de va et vient.

Et l'appareil moteur qui transmet le mouvement aux roues de la locomotive.

Examinons chacun en détail, en nous reportant aux trois figures de la page 365, qui donnent une coupe longitudinale de la locomotive et deux coupes transversales : côté de l'avant, côté de l'arrière.

L'appareil producteur se compose de trois parties principales : le foyer A, qu'on appelle aussi la boîte à feu ; le corps cylindrique B qui est la chaudière proprement dite et la boîte à fumée C, couronnée par la cheminée de la locomotive.

La boîte à feu, de forme rectangulaire et

entourée d'eau sur quatre de ses faces, est divisée en deux parties très inégales par la grille, destinée à supporter le coke ou le charbon de terre, que le chauffeur y jette par la porte A.

Cette grille est horizontale lorsque le combustible adopté est le coke, et à gradins inclinés si l'on brûle de la houille, mais dans tous les cas ses barreaux doivent être mobiles et disposés de façon à ce que le chauffeur puisse les enlever promptement quand besoin est d'éteindre son feu.

Au-dessous de la grille est le cendrier, caisse en tôle, dans laquelle tombent les fragments de coke enflammé, et l'amas des escarbilles qui interceptent bientôt l'air que le cendrier devrait donner au foyer et nuisent ainsi un peu au tirage.

La chaudière, ou corps cylindrique, se compose d'un certain nombre de tubes en laiton de 4 à 5 centimètres de diamètre, qui varie entre 100 et 300 selon les machines.

Ces tubes ne sont pas posés immédiatement les uns sur les autres, il faut au contraire que l'eau circule autour d'eux dans la chaudière, qu'ils ne font d'ailleurs que traverser, étant fixés aux deux bouts du corps cylindrique et s'ouvrant d'un côté sur la boîte à feu et de l'autre sur la boîte à fumée.

Le but de ces tubes, inventés par l'ingénieur français Marc Seguin, vers 1825, et adoptés depuis par Stephenson, est d'augmenter considérablement la surface de chauffe ; en effet, l'air chaud, la fumée qui se dégagent du foyer, sont obligés de passer par ces tubes qui communiquent leur chaleur à l'eau qui se trouve logée entre leurs intervalles, et la mettent promptement en ébullition, ce qui explique la quantité de vapeur prodigieuse pour l'étroit espace qui lui est réservé, que développe la chaudière des locomotives.

Ce système, outre l'immense avantage que nous venons de faire ressortir, en a encore un autre non moins appréciable : c'est qu'avec lui l'explosion de la chaudière

est impossible, et cela s'explique facilement, car en supposant que la vapeur mal réglée vienne à acquérir une pression dangereuse, qui cédera d'abord ? ce n'est pas l'enveloppe extérieure de la chaudière, mais bien les tubes d'une épaisseur beaucoup moindre et d'ailleurs infiniment plus exposés. Or, si les tubes crèvent, qu'arrive-t-il ? l'eau pénètre dans le foyer et éteint le feu, ce qui localise l'accident et prévient tout danger subséquent.

Nous avons dit que l'air chaud et la fumée traversaient les tubes de la chaudière, on a compris naturellement que ces produits de la combustion se rendaient dans la boîte à fumée C, et de là s'échappaient par la cheminée V, mais on a dû remarquer que cette cheminée était bien courte pour donner le tirage nécessaire.

Le remède à cet inconvénient a été trouvé par Stephenson, qui a utilisé la vapeur perdue à produire un tirage assez énergique, non seulement pour pousser la fumée au dehors, mais encore pour activer la combustion du foyer, à telles enseignes qu'on est souvent obligé de modérer ce tirage au moyen d'un régulateur composé de deux valves qui peuvent se rapprocher ou s'élargir à volonté par le jeu d'une tige U placée extérieurement.

A cet effet, la vapeur qui a déjà servi à mettre en mouvement la locomotive est amenée dans la cheminée par deux tuyaux TT, qui se réunissent en un seul au point U pour se précipiter par la cheminée.

Occupons-nous maintenant des différents organes de la chaudière.

Le premier, le plus important de tous, est le tuyau de prise de vapeur ; il est représenté dans notre dessin par E. E. E.

La vapeur qui se forme en-dessus du niveau de l'eau, dans la chaudière, niveau qui ne dépasse que de quelques centimètres le tube le plus élevé, s'emmagasine d'abord dans une espèce de dôme situé au-dessus du foyer, et à une assez grande distance du

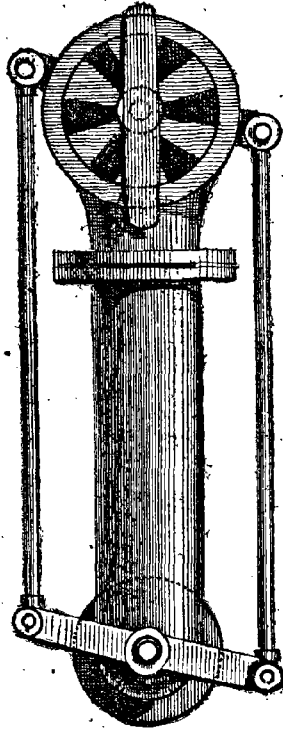
niveau de l'eau pour que la vapeur soit sèche, c'est-à-dire qu'elle ne renferme pas de gouttelettes d'eau en suspension.

C'est dans ce dôme, qu'on appelle réservoir de vapeur, que s'alimente le tuyau E pour distribuer la force motrice comme nous le verrons tout à l'heure.

Au moyen d'une manivelle G, placée sous sa main, le mécanicien peut régler à son gré la prise de vapeur, car la manivelle agit à l'aide d'un levier de renvoi H, sur un registre F qui ouvre ou ferme à volonté l'ouverture du tuyau E.

C'est ce qu'on appelle le *régulateur*, il y en a naturellement de plusieurs sortes, les plus connus sont : le régulateur à papillon et le régulateur à tiroirs.

Le premier adapté à l'orifice du tuyau de prise de vapeur se compose d'un disque circulaire, percé d'ouvertures et tournant devant un autre disque percé d'ouvertures de même grandeur.



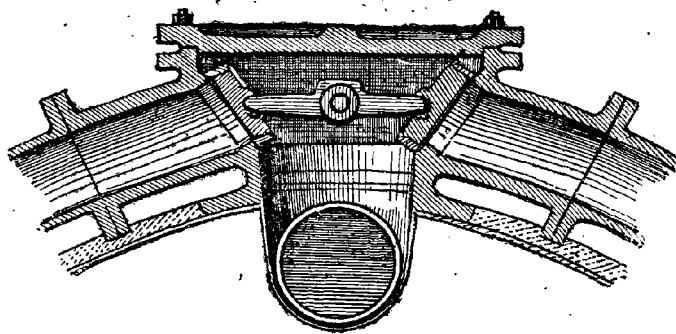
Régulateur à papillon.

Si les ouvertures se correspondent, le tuyau de vapeur est ouvert en grand, sinon il est plus ou moins fermé, selon que les deux disques laissent des ouvertures plus ou moins grandes.

Le mécanisme de cet appareil se meut au moyen de deux bielles latérales articulées à la tige, qui est sous la main du mécanicien.

Le régulateur à tiroirs, adapté seulement aux machines qui ont deux tuyaux pour conduire la vapeur aux cylindres, est placé à leur point d'intersection, c'est-à-dire presque au sommet du réservoir de vapeur, l'orifice du tuyau de prise est un peu en dessous ; la tringle que commande le mécanicien met en mouvement deux tiroirs obliques percés de lumières et reliés par une tige, qui glissent dans le sens de la longueur de la locomotive ; la

position de ces tiroirs, par rapport aux orifices des tuyaux d'échappement, règle l'admission plus ou moins complète de la vapeur dans ces tuyaux.



Régulateur à tiroirs.

En somme, c'est toujours le même principe, il n'y a que les moyens qui diffèrent.

Ils diffèrent encore bien plus dans les machines nouvelles qui ont plus ou moins

abandonné la disposition en dôme des réservoirs de vapeur.

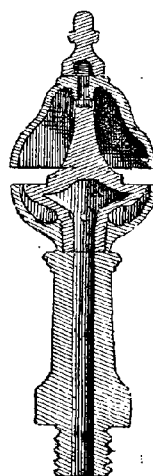


Le sifflet à vapeur.

Parmi les autres organes de la chaudière il faut remarquer :

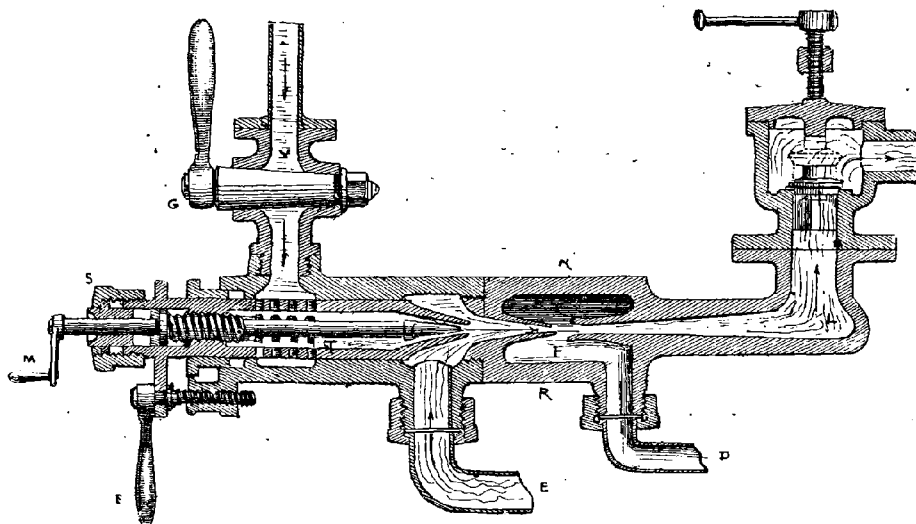
1° Les *soupapes* de sûreté, elles sont quelquefois au nombre de deux, placées au sommet du réservoir de vapeur, et mues par le même mécanisme, indiqué sur notre dessin par les lettres I et Y.

I est la soupape chargée par un levier dont l'extrémité coudée agit sur un ressort



Coupe du sifflet.

à boudin placé dans la boîte Y et le fait fléchir plus ou moins selon la pression de la vapeur. On comprend alors le rôle de la soupape, car si la pression passait les limites voulues, le levier se soulèverait entraînant avec lui la soupape, et le surcroît de vapeur s'échapperait par l'ouverture.



L'injecteur Giffard.

2° Le *manomètre*. — La pression est indiquée au levier de la soupape, par une ai-
Liv. 47.

guille, mais le mécanicien a mieux que cela sous les yeux, pour juger de l'état de cette

pression; c'est-à-dire un manomètre à air comprimé.

Cet instrument se compose d'un tube à deux branches dont une extrémité ouverte communique avec la vapeur, et dont l'extrémité fermée est remplie d'air comprimé qui agit sur une colonne de mercure, en raison inverse de la pression qu'il supporte.

D'où il s'ensuit que le mercure indique exactement cette pression, exprimée en atmosphères, sur l'échelle graduée qui accompagne le tube, dans lequel il est renfermé.

3° *Le sifflet.* — Le sifflet à vapeur, dont le bruit strident est si agaçant pour le voyageur, mais dont les signaux sont si utiles au service, est indiqué sur notre dessin par la lettre X.

Il se compose d'une sorte de timbre en bronze, ne s'ajustant pas exactement sur une coupe qui, lorsque le mécanicien tourne le robinet, laisse échapper la vapeur par une fente circulaire.

Le jet de vapeur frappe alors le timbre et produit, en sifflant, les différentes modulations que le mécanicien peut régler, selon la façon dont il fait mouvoir le levier, qui ouvre ou ferme, à sa volonté, le conduit vertical communiquant avec le réservoir à vapeur.

4° *La pompe alimentaire,* dont les tuyaux sont indiqués sur notre dessin par les lettres Z' Z.

Cet appareil, actionné par le mouvement même de la machine, comme nous le verrons plus loin, a pour objet de puiser dans le tender et d'amener de l'eau dans la chaudière, et ses dimensions sont calculées pour que le liquide amené dans un temps donné, soit en quantité égale à celui qui disparaît sous forme de vapeur.

Ce qui permet de maintenir dans la chaudière le niveau de l'eau à une hauteur à peu près constante, mais il est facile de rectifier le travail de la pompe, si besoin est, car au moyen d'un tube de verre qui communique avec la chaudière, le mécanicien peut

constater à chaque instant la position du niveau.

Outre ce tube indicateur, le mécanicien a encore sous la main deux robinets qui ne manqueraient pas de le renseigner et qu'il consulte d'ailleurs la nuit; le premier, placé au-dessous du niveau, doit toujours donner de l'eau, le second, qui est au-dessus, doit toujours laisser échapper de la vapeur.

Nous ne nous appesantirons pas sur le mécanisme, d'ailleurs assez simple des pompes alimentaires, car il n'en existe presque plus; elles ont été remplacées sur presque toutes les locomotives par un appareil fort ingénieux, qui a fait la fortune et la réputation de M. Henri Giffard, et qu'on appelle *injecteur Giffard.*

Cet appareil automoteur, qui repose sur le principe de la communication latérale du mouvement des fluides, se compose d'un tube en cuivre S, dans lequel on peut faire mouvoir un autre tube T, terminé en cône en face du tuyau E, qui amène l'eau dans l'appareil.

Cette eau est chassée par l'effet de la vapeur, arrivant par les petits trous dont le conduit est percé, et s'injecte dans la chaudière par l'extrémité du cylindre coudé en L... non seulement seule, mais encore avec la vapeur qui s'est condensée à son contact.

L'opération peut être suivie au moyen des regards R et R', pratiqués de chaque côté du cylindre, par lesquels on constate que l'eau d'alimentation coule bien par le conduit L, et les petites quantités qui s'en échappent s'accumulent dans les cavités F. F'; d'où il est facile de les chasser en ouvrant le robinet de purge D.

Rien de plus aisé, du reste, que l'emploi de cet injecteur; au moyen du robinet G et de la manivelle M, agissant sur une tringle fixe contenue dans le tube T, on règle l'arrivée et la sortie de la vapeur.

Les deux poignées à vis E et M servent à rapprocher, plus ou moins, l'extrémité conique du tube T de l'orifice du tuyau E pour

réglér la quantité d'eau qu'on veut injecter dans la chaudière.

Passons maintenant à la deuxième partie de la locomotive.

APPAREIL RECEPTEUR

L'appareil recepteur se trouve placé à l'avant de la locomotive, il se compose, de chaque côté de la machine, d'un cylindre contenant un piston moteur.

Nous savons déjà que la vapeur est prise dans le réservoir par le tuyau E E E dont on peut suivre le développement sur notre coupe longitudinale.

Comme on le voit, ce tuyau, qui se bifurque à droite et à gauche, aboutit de chaque côté, au bas de la boîte à fumée, dans un récipient nommé cylindre, qui contient l'organe de distribution qu'on appelle le tiroir, lequel est indiqué par la lettre D.

C'est la cheville ouvrière de la machine; c'est lui qui permet d'introduire la vapeur tantôt à droite et tantôt à gauche du piston et conséquemment de le faire mouvoir dans un sens ou dans l'autre.

Deux dessins feront mieux comprendre le jeu du tiroir, qu'il faut d'abord se représenter comme une caisse rectangulaire s'appliquant sur sa base renversée, exactement sur le côté du cylindre à vapeur, mais mobile sur ce plan au moyen d'une tige qui lui communique un mouvement de va et vient nécessaire à l'introduction de la vapeur, dont la direction dans nos deux dessins est indiquée par des flèches.

Examinons d'abord la première position: A indique le tuyau de prise de vapeur, qui dans notre dessin d'ensemble est appelé E E E; la vapeur arrivant par ce tuyau remplit la boîte B qui contient le tiroir F, mais, ne pouvant pénétrer dans l'intérieur du tiroir, elle s'échappe par le conduit recourbé E et pénètre dans le cylindre D en poussant devant elle le piston P, qui s'achemine alors de la gauche vers la droite.

Naturellement, la vapeur qui se trouvait

à droite du piston, est repoussée du même coup et n'ayant pas d'autre issue, s'échappe par le conduit C, d'où elle pénètre dans le tiroir, puis dans le conduit G qui, se recourbant au-dessous du cylindre rejoint le tuyau H, par où la vapeur perdue s'élanche dans la cheminée.

Mais pendant la seconde partie du mouvement du piston, le tiroir J, dont la course est juste moitié moindre et qui fait par conséquent deux mouvements contre un du piston, s'est placé à sa seconde position.

Alors le mécanisme est le même en sens contraire; c'est-à-dire que la vapeur arrivant dans le cylindre par le tuyau A s'échappe à droite par le conduit C et pénétrant dans le cylindre D oblige le piston P à un mouvement de la droite vers la gauche.

On comprend alors que ces oscillations répétées, puissent communiquer le mouvement à la machine, d'autant qu'on sait qu'il y a un appareil recepteur de chaque côté, et que le mouvement des tiroirs est réglé de façon que les deux pistons marchent toujours en sens contraire; c'est-à-dire que l'un marche de la droite vers la gauche, tandis que l'autre va de la gauche vers la droite, ce qui permet au mouvement d'être continu; comme nous allons le voir tout à l'heure, mais avant, disons un mot des accessoires du recepteur.

Il n'y a guère à citer que les robinets purgeurs, indiqués sur nos dessins d'ensemble par les lettres S S.

Ils servent à faire écouler l'eau provenant de la condensation de la vapeur, qui s'accumule toujours dans les cylindres lorsqu'ils ne sont pas encore échauffés; c'est-à-dire au commencement de la mise en marche.

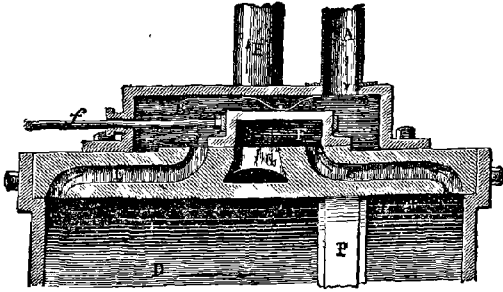
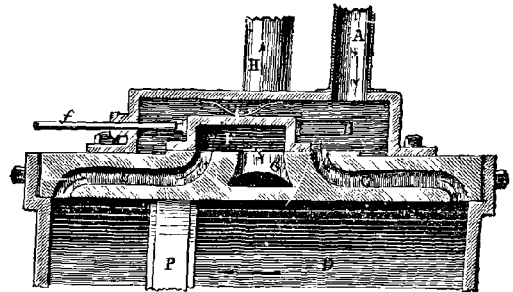
C'est une précaution utile; on n'en saurait trop prendre avec un instrument aussi délicat que la locomotive.

APPAREIL MOTEUR

Si l'on a suivi notre description, la trans-

mission du mouvement est maintenant bien facile à comprendre, puisqu'on connaît le jeu des pistons.

En effet, il ne s'agit plus que de mettre les pistons en communication avec l'essieu M, qui porte les roues motrices, et de transfor-

1^{er} Position.2^e Position.

Mécanisme du tiroir.

mer leur mouvement de va et vient en un mouvement circulaire continu, ce qui n'est une chose ni difficile ni neuve, puisque l'application en est faite tous les jours sous nos yeux par la meule du remouleur, le rouet à pédale et la machine à coudre.

Pour les locomotives il fallait faire plus parfait, aussi l'essieu M porte-t-il deux coudes qui sont en sens contraire et entourés à leur extrémité par un anneau terminant une tige de fer, qu'on appelle *bielle* et qui reçoit le mouvement de va et vient de l'un des pistons.

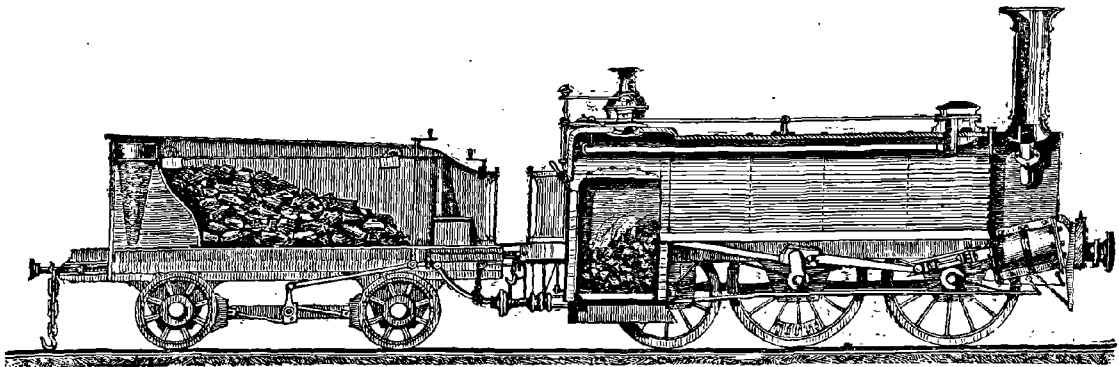
Comme il y a deux pistons, qui marchent

toujours en sens contraire, l'essieu courbé reçoit un mouvement continu, sans temps d'arrêt, et tourne en entraînant avec lui les roues motrices qui le portent.

Ces roues, adhérant d'autant plus aux rails que la machine est plus pesante, se développent sur la voie ferrée, de façon que chacune de leur rotation imprime à la locomotive une marche en avant, égale à leur circonférence.

D'où il s'ensuit que plus les roues motrices sont grandes, plus la locomotive peut acquérir de vitesse.

Maintenant, veut-on quelques détails sur



Locomotive mixte et son tender.

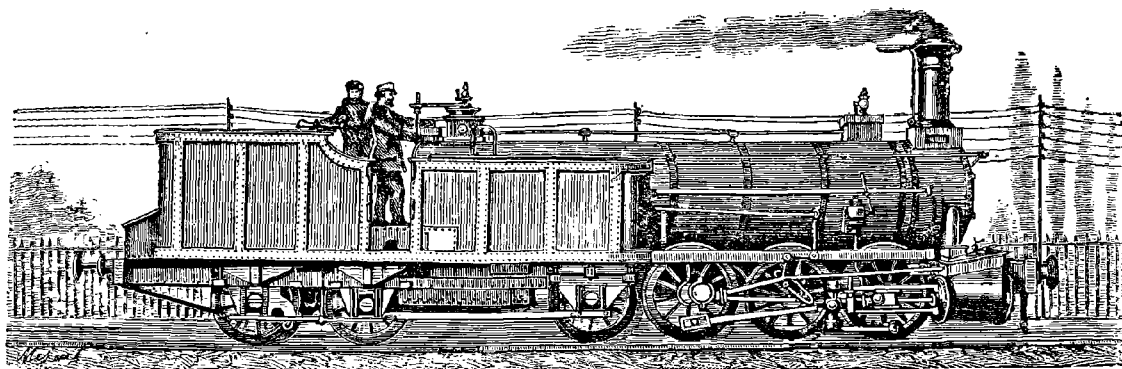
le fonctionnement des bielles, rien de plus simple à l'aide de notre coupe longitudinale.

Les deux bielles L s'articulent avec la tige de chaque piston, encastrée dans une

sorte de cadre métallique qu'on appelle *glissière*, elles en reçoivent naturellement le mouvement, qu'elles communiquent à l'es-

sieu par son coude formant manivelle.

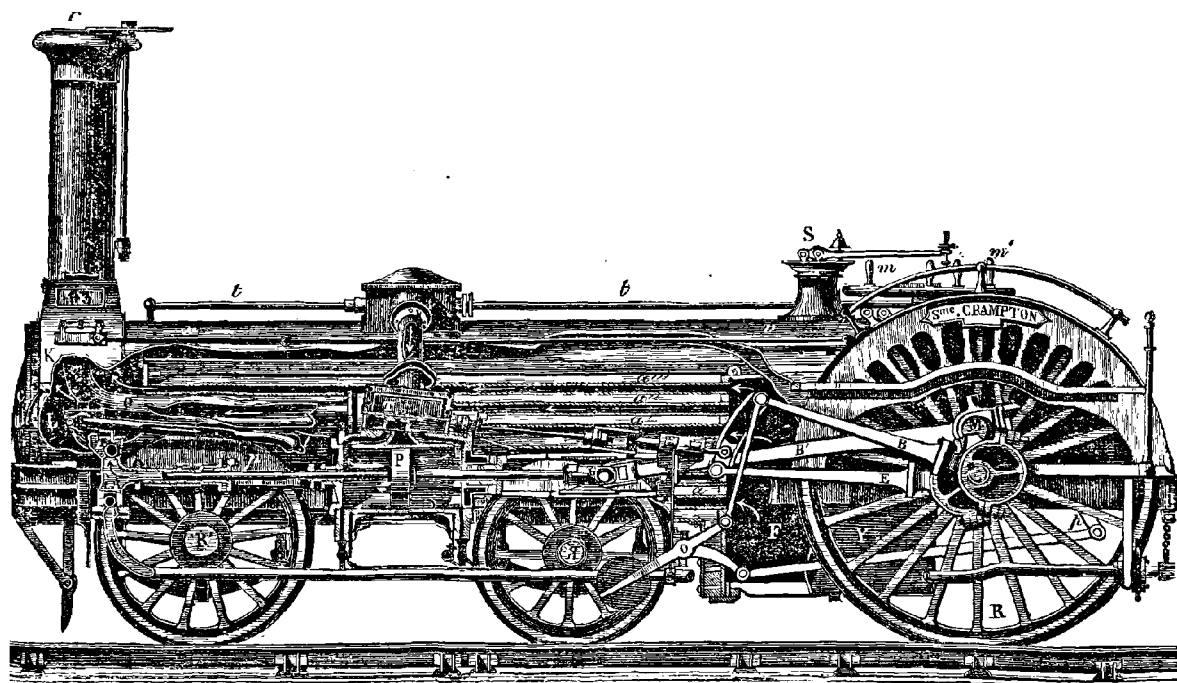
Ces deux manivelles sont disposées à angle droit, l'une sur l'autre, de façon à ce que



Locomotive tender (système Egerth)

des deux bielles qui y sont fixées, l'une se trouve toujours au point le plus avantageux

de sa course, tandis que l'autre est au point le plus faible qu'on appelle le *point mort*,



Locomotive Crampton.

ce qui fait qu'il est impossible que le mouvement ne soit pas continu.

En somme, l'action de la vapeur ne s'exerce que sur les roues motrices, les au-

tres sont tout bonnement entraînées par le mouvement et n'ont d'autre but que d'équilibrer la machine.

Fort bien, dira-t-on, les roues motrices sont actionnées par l'essieu, l'essieu par les bielles, les bielles par les pistons, les pistons par les tiroirs, mais qui communique le mouvement aux tiroirs ?

La vapeur d'abord, qui a une action directe suffisante sur les pistons pour mettre la machine en action, et l'essieu coudé ensuite.

A cet effet, il porte deux *excentriques* N N, qui, au moyen de deux bielles O O, qu'on appelle *barres d'excentrique*, transmettent le mouvement qu'ils reçoivent de l'essieu à la tige du tiroir par l'intermédiaire d'un organe spécial P qu'on appelle *coulisse*.

C'est la fameuse coulisse de Stephenson, sans laquelle on ne pouvait que se porter en avant, sans avoir la faculté de renverser la vapeur pour faire ce qu'on appelle machine en arrière.

Et c'est pour obtenir ce résultat qu'il faut deux excentriques et deux bielles de chaque côté, l'une produisant le mouvement du tiroir, l'autre permettant de le changer, en faisant passer brusquement le tiroir à la position inverse de celle qu'il devrait occuper normalement; ce qui est rendu très facile au mécanicien au moyen des leviers de renvoi RR, qui se terminent par la manette Q placée à sa portée, à côté du réservoir de vapeur.

La coulisse de Stephenson ne sert pas seulement à changer la marche de la locomotive (ce qui s'explique très facilement si l'on se rappelle le jeu des tiroirs), elle est aussi utilisée à modifier la longueur de course des tiroirs, précaution souvent nécessaire pour équilibrer, selon les besoins de la marche, la prise et le renvoi de vapeur dans les cylindres et réaliser ainsi des économies importantes, soit en diminuant la dépense de vapeur, soit en augmentant la puissance de locomotion.

Mais ce n'est là qu'une application, que l'expérience seule du mécanicien peut mettre à profit; revenons à notre description générale, en nous occupant du tender qui n'est pas simplement un accessoire, sa présence après la locomotive est de première nécessité, car il porte l'eau et le combustible qu'il faut pour l'alimenter.

Le tender est un wagon, construit spécialement, monté comme la locomotive (comme toutes les autres voitures du reste) sur un châssis portant sur des ressorts. Il se compose d'abord, d'un réservoir en tôle contenant de 5 à 8,000 litres d'eau, selon la puissance de la locomotive qu'il doit desservir.

Ce réservoir entoure, en forme de fer à cheval, un espace où l'on emmagasine de mille à trois mille kilogrammes de coke ou de charbon de terre, à la disposition du chauffeur.

Ces deux charges, qui diminuent au fur et à mesure de la consommation de la locomotive, mais qu'on renouvelle en route, se trouvent aussi réparties également sur la surface du wagon.

N'oublions pas que, pour introduire l'eau dans la caisse d'où partent les tuyaux d'aspiration des pompes d'alimentation, on se sert d'une espèce d'entonnoir conique percé de trous, qui plonge dans l'arrière de la caisse.

Cet entonnoir, dans lequel on introduit le boyau de cuir de la grue hydraulique, a pour but de filtrer en quelque sorte l'eau d'approvisionnement et d'empêcher les débris et les impuretés qu'elle pourrait contenir, de pénétrer dans la chaudière par les tuyaux d'aspiration.

Outre l'eau et le combustible, le tender porte, dans des boîtes, divers ustensiles et pièces de rechange, dont on peut avoir besoin en route, aussi bien qu'un assortiment de ficelles, de graisse, de chiffons, toujours utile.

Muni d'un frein, il est ordinairement

relié à la locomotive par une barre d'attelage et deux chaînes de sûreté, et ouvert à son avant, pour que la communication soit facile.

Ceci soit dit pour les tenders indépendants, car beaucoup maintenant ne font qu'un corps avec les machines que l'on appelle des locomotives tenders..

Nous allons d'ailleurs étudier, dans le chapitre suivant, les différents types de locomotives en usage sur nos chemins de fer.

VARIÉTÉS DE LOCOMOTIVES

La forme des locomotives varie selon l'usage auquel on les destine et selon le génie des inventeurs.

Sous le premier point de vue, on peut les classer, en France du moins, dans trois catégories principales.

Les machines à voyageurs, qu'on appelle aussi machines à grande vitesse, affectées spécialement au service des trains postes et express;

Les machines à marchandises, destinées exclusivement à la petite vitesse.

Les machines mixtes qui s'attellent indifféremment sur les trains omnibus et sur les trains de marchandises.

Naturellement dans ces catégories il y a des subdivisions; ainsi, par exemple, si les lignes du Nord, de l'Est et de Lyon, se servent pour leurs trains express des locomotives Crampton, celle d'Orléans emploie les machines Polonceau, tandis que celle de l'Ouest se trouve très bien des machines Buddicom.

Les locomotives à voyageurs ont une vitesse minima de 40 kilomètres à l'heure qu'elles peuvent doubler, et qu'elles doublent du reste quand elles remorquent des trains rapides, composés d'un petit nombre de voitures, car on comprend facilement qu'elles ne puissent entraîner avec la même rapidité une file de quinze à vingt wagons chargés de voyageurs, dont le développement, plus

encore que le poids, oppose une résistance à sa marche.

Ce résultat, magnifique d'ailleurs, n'est obtenu que depuis que l'ingénieur anglais Crampton eut l'idée, vers 1848, de placer les roues motrices non plus au-dessous, mais à l'arrière de la chaudière, ce qui lui permit de leur donner un diamètre de 2^m, 10, 2^m, 30, il y en a même en Angleterre qui ont jusqu'à 2^m, 60.

Certes, tous les constructeurs savaient bien qu'on ne pouvait augmenter la vitesse des locomotives qu'en agrandissant les roues motrices, mais elles étaient déjà aussi hautes que possible pour ne pas compromettre la stabilité de la machine, étant accepté comme une nécessité l'usage où l'on était de placer ces roues sous la chaudière.

Crampton résolut le problème en les reportant à l'arrière.

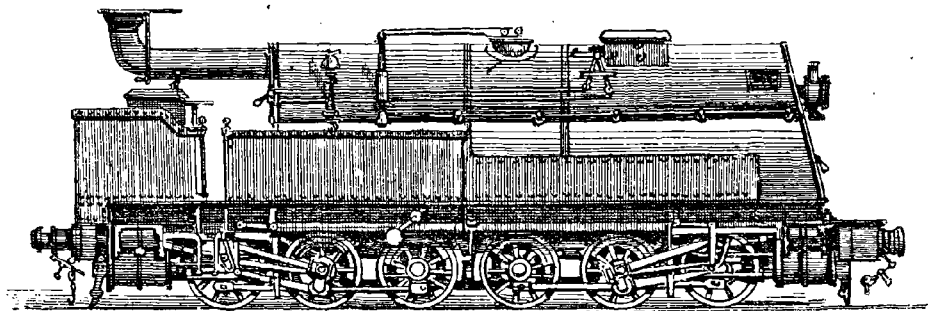
Ce n'est pas là, du reste, le seul perfectionnement de sa locomotive, qui se recommande aussi par une grande stabilité, obtenue d'abord par l'abaissement du centre de gravité général, et ensuite par l'écartement des essieux, la machine n'ayant que six roues pour une longueur beaucoup plus grande. Nous donnons, du reste, un dessin en coupe qui fait voir tous les organes et montre la disposition de cette machine qui, ayant une grande puissance de vaporisation, puisque la surface de chauffe de la chaudière équivaut à plus de cent mètres carrés et un foyer et un réservoir de vapeur, de dimensions considérables, peut se passer du dôme des locomotives ordinaires.

Les roues motrices, placées à l'arrière tournent dans des gaines qui encastrent la place du mécanicien et la boîte à feu, les deux autres paires de roues ont des diamètres inégaux, ce qui ne les empêche pas d'être couplées pour se communiquer réciproquement leur mouvement de rotation, par une tige de fer en communication avec les barres d'excentrique; elles sont placées l'une vers le milieu de la chaudière et

l'autre un peu en arrière de la boîte à feu.

Les organes de cette machine sont exactement ceux que nous avons déjà décrits,

tout au plus en différent-ils par leur position. Ainsi les cylindres, de même que le piston P, sont horizontaux, et placés dans



Locomotive à petite vitesse (système Petiet).

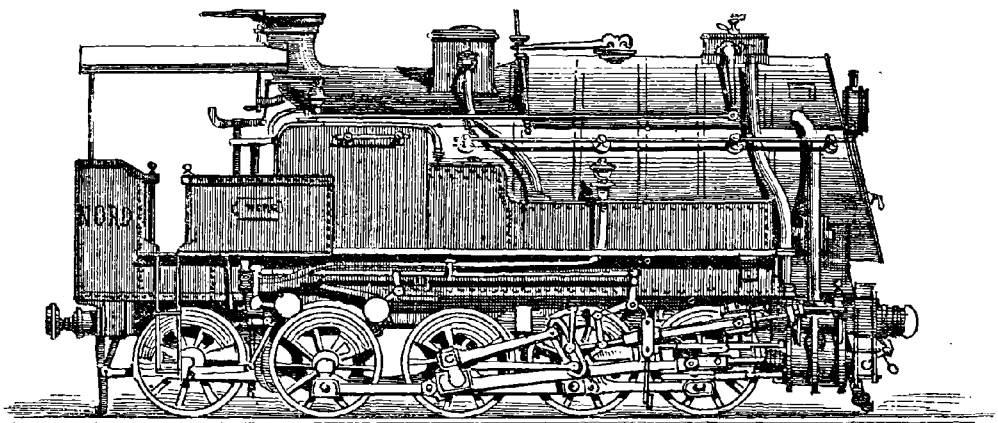
l'intérieur du châssis, tandis que les tiroirs T, sont obliques ; c'est avec la disposition de la prise de vapeur, qui arrive plus directement dans le tiroir en descendant du réservoir, et celle du tuyau d'échappement O, qui s'en va presque tout droit dans la cheminée, les seules modifications à signaler.

La locomotive Polonceau, qui a autant de vitesse, mais peut-être un peu moins de puissance que la machine Crampton, a comme elle ses cylindres horizontaux, seu-

lement ils sont placés à l'intérieur du châssis ; elle se distingue aussi par l'élévation de ses roues et par l'absence du dôme comme réservoir de vapeur, remplacé du reste par une capacité suffisante au-dessus du niveau de l'eau dans la chaudière.

La machine Buddicom est remarquable par sa légèreté et la simplicité de sa construction ; elle a encore le classique réservoir en forme de dôme, et ses cylindres sont extérieurs et inclinés.

On peut citer encore parmi les types

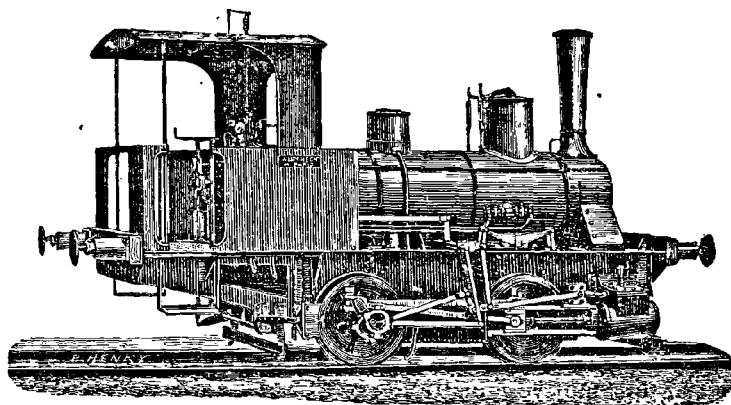


Locomotive mixte (système Petiet).

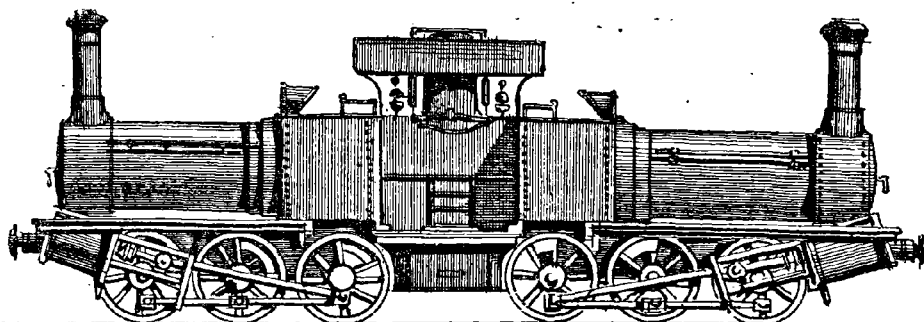
étrangers : la machine Crampton à train articulé, employée sur les chemins de fer badois, et pouvant remorquer des trains de

voyageurs à grandes vitesses dans des courbes de petit rayon ; la machine Stephenson à trois cylindres, et d'autres

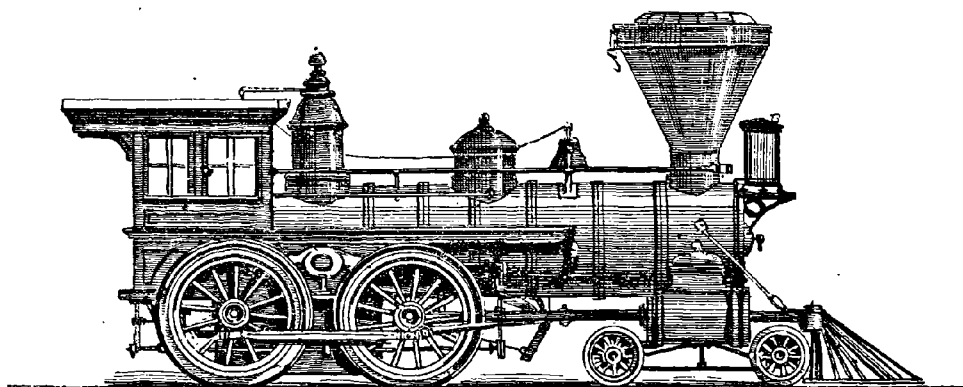
machines anglaises des systèmes Mac Connil et Sturrock, dont on parle surtout | pour les dimensions extraordinaires de leurs foyers.



Locomotive tender (système Weidknecht).



Locomotive à quatre cylindres (système Fairlie).



Locomotive américaine.

Les machines à marchandises, dont la vitesse maxima n'est que de 30 kilomètres à l'heure, reposent sur un principe tout différent que les locomotives à grande
Liv. 48. 48

vitesse; elles demandent à des roues motrices, qui varient entre 1^m,10 et 1^m,50 de diamètre, les moyens de traction extraordinaires qu'il leur faut pour remorquer des trains composés quelquefois de quarante-cinq wagons chargés de dix tonnes de marchandises, et non seulement sur les surfaces planes, mais sur les rampes, qu'on évite de moins en moins maintenant dans la construction des voies ferrées, précisément par ce qu'on possède des machines d'une puissance exceptionnelle, dérivant plus ou moins du type créé par l'ingénieur autrichien Engerth, lequel dérivait lui-même de la *Bavaria*, locomotive construite à Munich, dans les ateliers de Maffei, spécialement pour monter les fortes pentes du chemin de fer du Sömmering et qui, bien que fort incomplète, remporta le prix au concours ouvert en 1854, par le gouvernement autrichien.

La locomotive Engerth, qui date de 1853, est le meilleur perfectionnement de cette machine, aussi a-t-elle été adoptée presque partout pour les transports à petite vitesse.

Elle diffère des autres : d'abord en ce que le tender en fait partie intégrante; mais, ce qui est bien plus important au point de vue de la puissance, parce que sa chaudière étant plus développée, sa surface de chauffe est bien plus considérable.

Le corps cylindrique repose sur quatre paires de roues, dont trois sont couplées ensemble, pour recevoir par des bielles le mouvement imprimé aux roues motrices par les pistons des cylindres, ce qui augmente sinon la force, du moins l'assiette de la traction.

De plus, et pour le même effet, des deux paires de roues qui supportent le tender la première reçoit, au moyen de roues dentées placées au-dessous de la chaudière, le mouvement moteur de la dernière paire de roues de la locomotive.

Quant au reste, ce sont les mêmes organes que dans les machines ordinaires.

Inutile de dire que le système Engerth a été modifié pour son adaptation sur les chemins de fer français, où les pentes sont moins raides que dans les montagnes du Sömmering.

C'est ainsi qu'on peut voir sur la ligne de l'Est, notamment, des machines Engerth indépendantes de leur tender.

Sur la ligne du Nord, où le tender ne fait qu'un corps avec la chaudière, il y a des locomotives à huit, à dix et à douze roues, (le système Beugnot en comportait même quatorze).

Ces locomotives à douze roues, construites par M. Petiet sont à quatre cylindres, les deux premiers commandant les trois paires de roues couplées de l'avant, et les deux autres les trois paires de l'arrière.

La chaudière, extraordinairement vaste pour augmenter d'autant la surface de chauffe, est couchée horizontalement sur les six essieux, et surmontée elle-même d'un dessiccateur cylindrique qui se termine à l'arrière par le tuyau coudé de la cheminée.

Autour du corps cylindrique est placé le tender avec son réservoir à eau et son approvisionnement de combustible.

Ce système, repartissant la charge, qui n'est pas moindre de 60 tonnes, augmente l'adhérence des roues sur les rails et facilite le démarrage des trains pesamment chargés.

Ce sont des machines de ce genre que la compagnie de Lyon emploie pour remorquer les trains de son chemin de fer de montagne, la ligne du Dauphiné (Grenoble à Gap) dont les innombrables travaux d'art dénoncent presque tous un progrès accompli, une difficulté vaincue.

On voit aussi des locomotives d'une puissance exceptionnelle sur la ligne de Clermont-Ferrand à Tulle, qui peut passer aussi pour un chemin de fer de montagne.

Les machines mixtes, comme leur nom l'indique, sont un compromis entre les deux extrêmes; elles ont besoin d'une partie de la

vitesse des Crampton et d'une partie de la puissance des Engerth, mais nous n'avons guère à y revenir, car c'est une locomotive de ce genre que nous avons décrite avec détails.

Nous mentionnerons pourtant quelques variétés de l'espèce, les machines mixtes étant aujourd'hui préférées en France, non seulement pour le service des trains de voyageurs d'une vitesse moyenne de 40 kilomètres, mais aussi pour remorquer les convois de marchandises.

Il y a, sur la ligne du nord notamment, une machine du système Petiet à cinq paires de roues et à quatre cylindres, qu'on emploie même au service des trains express.

Dans cette locomotive les roues motrices de l'avant et de l'arrière n'ont que 1^m,60 de diamètre, qui serait insuffisant pour obtenir de grandes vitesses, si le jeu des pistons n'était plus précipité que dans les autres machines.

Il y a le système Meyer, qui vise plus particulièrement le service dans les courbes de petit rayon.

Cette locomotive est à douze roues montées par six sur deux trucs indépendants l'un de l'autre et supportant la chaudière, la vapeur est distribuée dans les quatre cylindres par des tuyaux articulés qui servent aussi à son échappement dans la cheminée.

Le même problème a été résolu d'une autre façon par la machine Queensland qui n'est qu'une modification du système Fairlie.

Dans cette locomotive, en usage dans l'Inde anglaise, il y a deux chaudières supportées chacune par trois paires de roues montées sur un truc indépendant. Les quatre cylindres sont aux deux extrémités ainsi que les boîtes à fumée et le centre de la machine est occupé par un double tender au milieu duquel le mécanicien et le chauffeur trouvent leur place.

Il y a aussi la machine Duplex, construite par M. Haswell, peu usitée, d'ailleurs, mais qui a cela de particulier que ses quatre cy-

lindres sont superposés deux par deux et agissent sur une manivelle à deux bras qui évite ainsi l'emploi des contre-poids.

Une locomotive plus pratique, peut-être, pour les services de longue durée, est celle du système Compound, employée sur le petit chemin de fer de Bayonne à Biarritz, c'est du reste une application du système à haute pression des machines motrices de la marine.

La vapeur agit à pleine pression dans un premier cylindre, puis, par sa détente, dans un autre cylindre de dimension plus grande.

Cette locomotive donne de très bons résultats, mais elle fait de si courts trajets que l'expérience n'est pas très concluante.

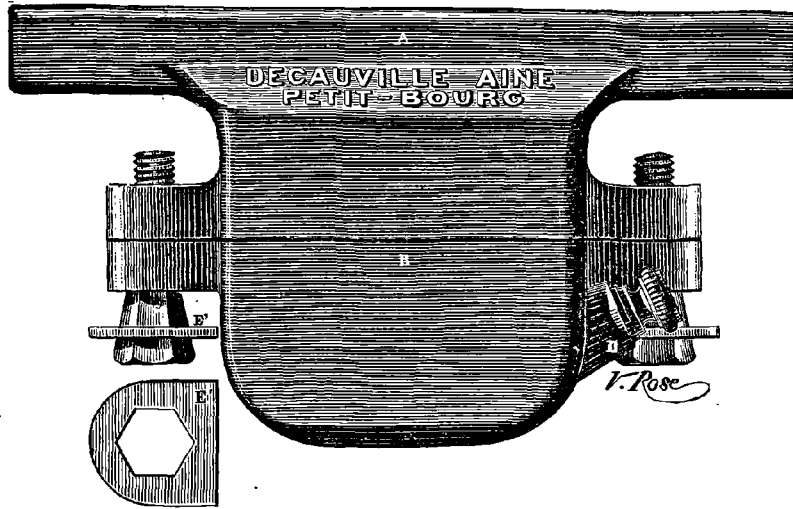
Il y a bien encore un autre type de locomotive mixte. Ce sont celles qui desservent les trains de banlieue et qu'on emploie dans les gares pour ranger les trains arrivés ou aller chercher, sous remise, les voitures nécessaires à la composition des trains à former.

Ce sont des machines tenders, de dimensions assez restreintes pour pouvoir circuler sur les plaques tournantes ordinaires, mais dont la construction n'a rien d'assez particulier pour les faire sortir des catégories auxquelles elles appartiennent par leur provenance, car si elles partent toutes du même principe, elles diffèrent plus ou moins d'aspect selon les constructeurs qui les ont établies.

Celle que représente notre gravure sort des ateliers de M. Weidknecht qui les fabrique de toutes les grandeurs, aussi bien pour les exploitations de chemins de fer à voyageurs que pour les chemins de fer industriels.

Elle se recommande par sa légèreté relative et la simplification de ses organes.

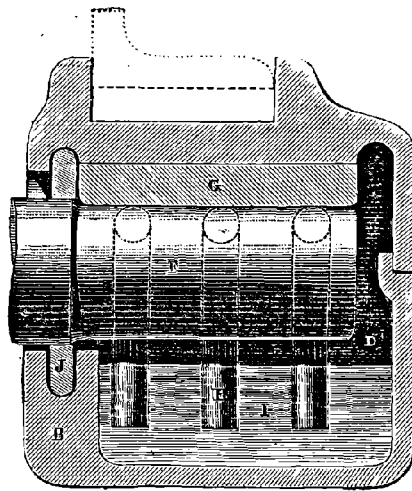
Un mot maintenant des machines américaines, qui diffèrent surtout des nôtres par la forme évasée de la cheminée, forme adoptée, d'ailleurs, sur tous les chemins de fer étrangers où l'économie fait préférer comme



Boîte Panama (système Decauville). — Élévation.

combustible, le bois ou la tourbe à la houille et au coke.

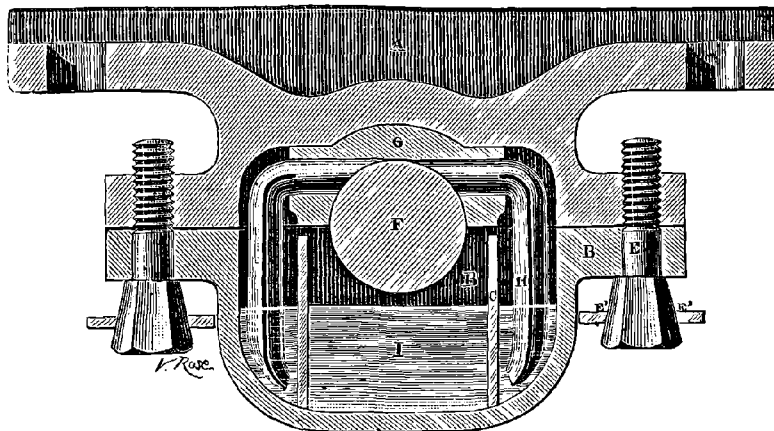
Le feu de bois exige cette cheminée en entonnoir, de proportions considérables et, comme il produit beaucoup de fumée et, surtout, beaucoup d'étincelles qui pourraient être dangereuses, l'orifice de la cheminée est recouvert d'un tamis métallique qui laisse échapper la fumée, mais empêche les étin-



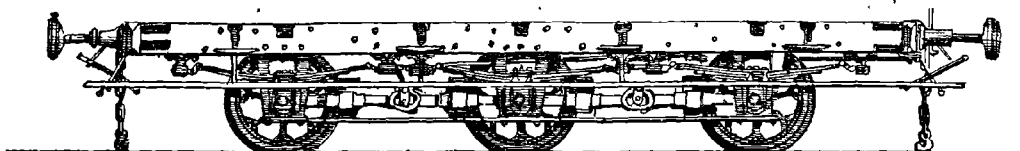
Coupe transversale.

celles d'aller incendier les forêts voisines.

Cette différence d'aspect n'est pas la seule à signaler, ainsi les deux paires de roues de l'avant sont indépendantes des roues couplées de l'arrière, d'ailleurs d'un diamètre beaucoup plus considérable; placées de chaque côté des pistons, leurs essieux peuvent prendre, selon les sinuosités du chemin, une direction oblique par rap-



Boîte à huile (dite Panama) (système Decauville). — Coupe longitudinale.



Matériel roulant. — Train d'un véhicule, vue de profil.

port aux essieux des autres roues, précaution excellente pour les courbes à petit diamètre.

En avant de la première paire de ces petites roues est le *cow-catcher* (chasse-bœuf) appareil inutile en Europe, en France surtout, où les lignes étant bordées de palissades il n'y a jamais de bœufs à chasser de sur la voie... mais qui a sa raison d'être en Amérique, où les rails sont posés en pleine campagne et traversent des prairies où les troupeaux de bisons ne sont pas rares.

Pour la même raison, mais plus spécialement contre les éléphants, le *cow-catcher* qui est, en somme, une grande claie en fer de forme triangulaire, est adapté aux locomotives des chemins de fer de l'Inde anglaise, qui sont, du reste, construites d'après le système américain.

MATÉRIEL ROULANT.

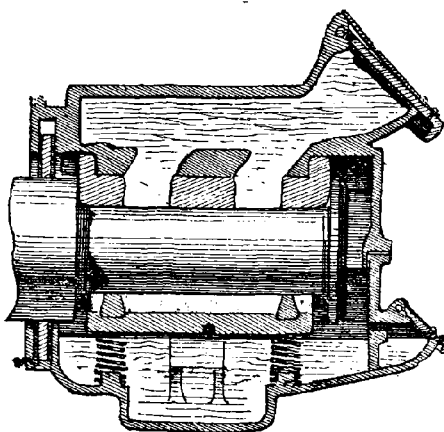
Tout le monde connaît le matériel roulant des chemins de fer, aussi n'est-ce point la partie apparente des wagons que nous voulons décrire mais bien celle que l'on ne voit pas.

Quelle que soit sa destination, un wagon ou une voiture — car on ne donne guère le nom de wagon qu'aux véhicules à marchandises — se compose de trois parties principales :

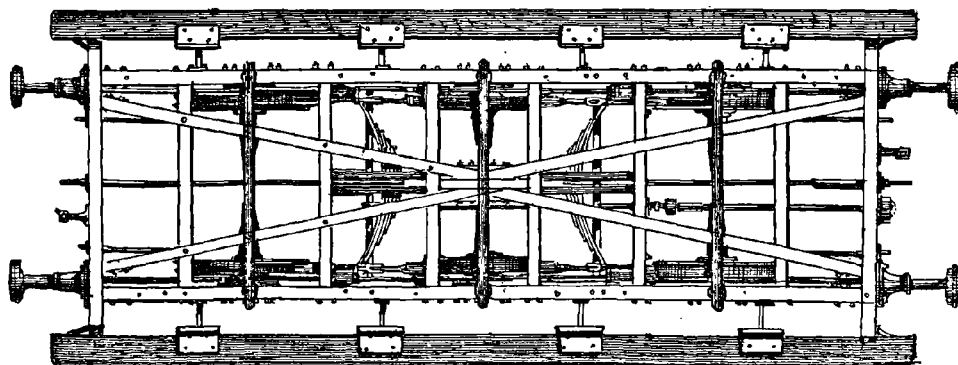
Les roues, le train, et la caisse.

Les roues ne sont point, comme dans les voitures ordinaires, in-

dépendantes autour de l'essieu qui en accouple deux ; elles sont, au contraire, solitaires et font corps avec l'essieu, qui tourne dans des boîtes fixées au bâti ou aux ressorts, de plus, les différents essieux



Boîte à huile et à graisse.



Châssis d'une voiture à voyageurs (plan).

d'une voiture sont strictement parallèles.

Cela est indispensable pour éviter les déraillements qui se produiraient infailliblement, s'il en était autrement, malgré les rebords dont les roues sont munies pour se maintenir sur les rails.

En effet, que la roue de droite vienne se heurter contre une pierre, un obstacle quelconque, sa jumelle, si elle était indépendante, continuerait à tourner et comme elle serait imitée par toutes les roues du même côté, entraînerait le corps de la voiture. Ce serait bien pis encore si les essieux n'étaient pas parallèles car, à la première courbe un peu prononcée, l'essieu de devant prendrait une direction oblique et, en raison de la vitesse acquise, la voiture aurait bien des chances pour verser.

Ce n'est donc pas sans raison qu'on a adopté le système actuel.

Les wagons sont ordinairement à quatre roues fixées à deux essieux; il y en a cependant à six et même à huit, mais, dans ce dernier cas, c'est exactement la même chose, car les roues ne sont couplées que deux à deux et la voiture est alors portée sur deux trains distincts, qui ont chacun quatre roues et peuvent se mouvoir indépendamment l'un de l'autre autour d'une cheville ouvrière.

Les roues, munies d'un rebord qui a pour objet de les maintenir sur les rails, sont de plusieurs sortes; il y en a de pleines et d'évidées.

Les roues pleines sont généralement en fonte, cerclées d'un bandage de fer; sur quelques lignes, cependant, on en voit qui sont composées de secteurs en bois reliés autour du moyeu en fonte par des bandages en fer forgé,

Les roues évidées sont, presque toujours, tout en fer forgé, il en est néanmoins dont le moyeu est en fonte.

Mais, dans tous les cas, comme nous l'avons dit déjà, elles ne font qu'un corps avec l'essieu dont les extrémités, qu'on appelle

fusées, supportent les boîtes à graisse, et voici comment :

Autour de la fusée se trouvent deux capacités; celle de dessus est remplie de graisse qu'on y introduit en soulevant un couvercle extérieur, celle de dessous est pleine d'huile qui, par le moyen de mèches, humecte continuellement une brosse sur laquelle repose la fusée de l'essieu.

C'est là le mode de graissage ordinaire, la graisse proprement dite n'est qu'un en cas et n'intervient que si l'huile, devenue plus fluide par suite de l'échauffement, n'humecte plus la surface frottante; alors il arriverait ceci, que le métal se gripperait et que la fusée pourrait se couper sans qu'on s'en aperçût, mais la graisse vient automatiquement empêcher cet accident car, communiquant avec la fusée par des conduits bouchés avec du métal très fusible, si la chaleur augmente dans la boîte, elle fait fondre les bouchons et la graisse, s'écoulant progressivement, enduit les surfaces frottantes et les empêche de gripper.

Comme on le voit, ce système, indispensable d'ailleurs, en raison de la vitesse des trains et du poids considérable des wagons, est ingénieux; ce qui ne veut pas dire qu'il soit économique puisqu'une boîte à graisse ainsi établie coûte de 18 à 27 francs; mais la sécurité de la traction doit passer avant la question de dépense.

À cet égard, du reste, on expérimente maintenant sur presque toutes les grandes lignes un nouvel appareil que M. Decauville a inventé pour les wagons de terrassement, qu'il a construits pour les travaux de l'isthme de Panama et que, pour cette raison, il appelle « *Boîtes Panama*. »

Cette boîte, à alimentation pneumatique, se compose, ainsi qu'on le voit par nos dessins :

1° — Du chapeau A, dessus de boîte en fonte, dans lequel s'encastre le coussinet de bronze fixé au longeron du wagon au moyen de deux boulons.

2° — Du coussinet en bronze G, dont la forme spéciale est calculée pour laisser passer les têtes des six bouts de jonc H.H.H, et qui s'encastre dans le chapeau en forçant légèrement,

3° — Du réservoir à huile B, dessous de boîte qui est fixé au chapeau A par deux vis à tête hexagonale E.E, qui unissent le dessus et le dessous de la boîte d'une façon hermétique au moyen d'une garniture de cuir ou de toile suiffée.

Pour empêcher, du reste, les vis de se desserrer pendant les parcours continuels du wagon, la tête de la vis est pourvue d'une rondelle frein E' que l'on soulève d'une main lorsque l'on serre ou desserre la vis, de l'autre, avec une clef anglaise.

La fermeture hermétique est également assurée à l'entrée de l'essieu, par une forte rondelle en feutre gras J, contre laquelle s'arrêtent les plus petits grains de poussière.

Au moment de mettre un wagon en service il faut emplir le réservoir aux deux tiers avec de bonne huile à graisser les machines, qui s'introduit par un bouchon à vis D, dont le filet de 15 millimètres de longueur ne peut, par conséquent, se desserrer tout seul.

Les extrémités des jons H plongent alors dans l'huile I et se remplissent assez rapidement pour que le wagon puisse circuler deux minutes après que la boîte a été garnie.

Il se produit alors une ascension continue de l'huile par les faisceaux capillaires des jons, dont le travail est augmenté par le mouvement de rotation de l'essieu formant succion par le vide. L'alimentation se ralentit si le wagon va doucement, elle augmente s'il va vite; en somme, elle est proportionnelle au travail de l'essieu et par conséquent l'usure de la fusée est absolument nulle.

Quant à l'usure de l'huile, elle est cent fois moindre que dans les boîtes ordinaires,

car aucune impureté ne peut s'introduire dans la boîte, et même si par impossible il s'en introduisait, elle ne pourrait être entraînée par le jonc qui ne met sur le dessus de l'essieu que de l'huile filtrée.

Ajoutons que des cloisons en tôle, figurées par C. C. dans notre coupe verticale, empêchent l'huile de barbotter pendant la marche du wagon.

Ce système, de tous points économique, sera vraisemblablement bientôt adopté partout.

La seconde partie des wagons, qui, comme la première, est identique pour toutes sortes de véhicules, est le train.

Le train se compose d'un châssis en charpente formé de deux longerons ou brancards, consolidé par des traverses, et par une croix de Saint-André, également en charpentes.

Ce châssis repose sur des ressorts d'acier plus ou moins nombreux, plus ou moins flexibles, selon la destination des voitures, qui sont eux-mêmes reliés avec les boîtes à graisse que portent les essieux, lesquelles sont maintenues par des feuilles de tôle solidement fixées au châssis et qu'on appelle : plaques de garde.

Outre les ressorts de suspensions, chaque train possède aussi des ressorts de traction qu'on appelle *tampons de choc*; ces tampons dont tout le monde connaît le fonctionnement, sont des rondelles de caoutchouc vulcanisé, fixées au bout d'une tige de fer mue par des ressorts en acier. Ils se touchent d'une voiture à l'autre, ce qui est indispensable pour qu'ils amortissent les secousses, au moment où le train se met en marche et quand il s'arrête.

La caisse, qui est la troisième partie du wagon, varie de forme et de construction selon la destination des voitures.

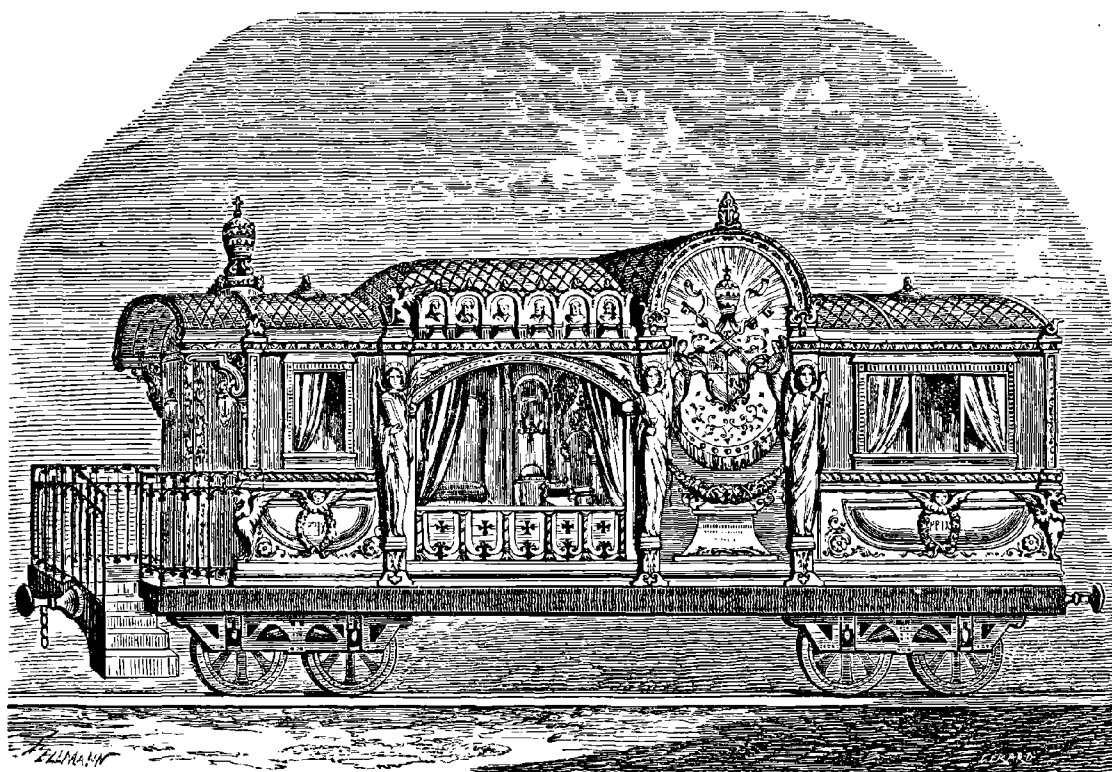
Chacun sait que les voitures à voyageurs se subdivisent en premières, deuxièmes et troisièmes classes; que les voitures de première sont plus confortables que celles de

seconde, qui elles-mêmes le sont plus que les troisièmes, lesquelles ne le sont point du tout, nous ne dirons donc rien de ces véhicules, et c'est seulement pour faire un travail complet que nous mentionnerons les autres.

Il y a les wagons-postes qui sont vastes, aérés, chauffés et disposés comme de véritables bureaux dans lesquels les employés

du service ambulant peuvent faire commodément le triage des lettres et des dépêches.

Il y a des wagons-ambulance qui, Dieu merci, sont d'un usage très restreint, mais comme il faut tout prévoir, même les malheurs de la guerre, chaque compagnie en possède un certain nombre qui sont admirablement appropriés à leur destination; on a même pour joindre à ces voitures, au cas



Wagon construit à Paris pour le pape Pie IX.

où l'on aurait à former des trains complets de blessés, des wagons-cuisine, et des wagons pharmacie que l'on peut faire communiquer les uns avec les autres au moyen de passerelles.

Il y a, pour l'usage des voyageurs qui peuvent s'octroyer quelques douceurs, des voitures mixtes comprenant deux compartiments de première classe et, à chaque extrémité, deux coupés qui se subdivisent en

coupés-lits, et en coupés-fauteuils-lits, selon les lignes.

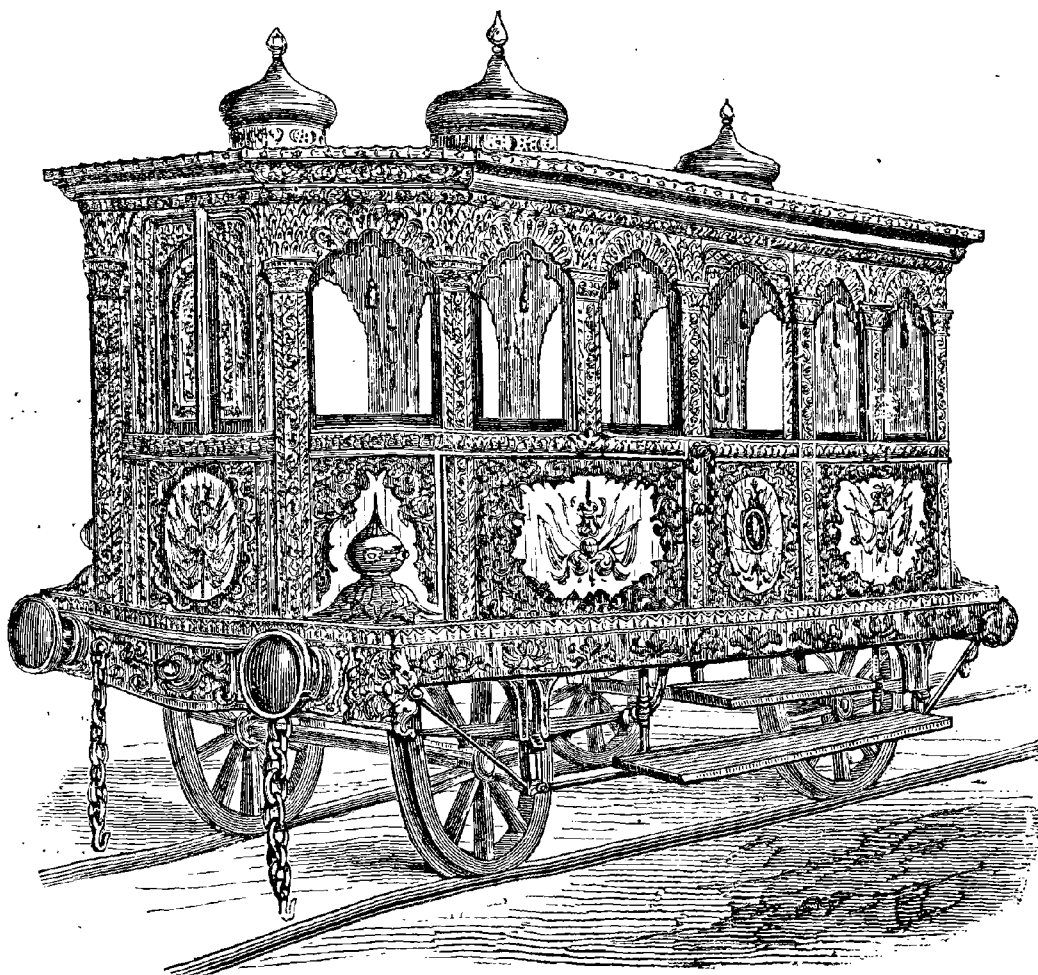
Il y a les wagons-salons, flanqués généralement de deux compartiments de deuxième classe, le milieu est une voiture assez vaste pour contenir 16 personnes, meublée, comme un salon, de canapés et de fauteuils, et quelquefois additionnée d'une terrasse pour les fumeurs et d'un autre petit compartiment plus indispensable encore, bien que les

compagnies de chemin de fer aient l'air de le considérer comme un objet de luxe.

Il y a aussi les wagons-lits, autrement dits *Sleeping-Car*, empruntés aux Américains qui sont nos maîtres en fait de confort en voyage.

Ils se composent de compartiments, dont

les moelleuses banquettes se convertissent, pour la nuit, en lits, munis de draps et de couvertures, dans lesquels on peut se coucher comme à l'hôtel, ou, pour être plus exact, comme dans une cabine de paquebot, en se déshabillant aussi complètement qu'on le veut, puisque, appartenant à cette chambre à



Wagon construit en Angleterre pour le vice-roi d'Égypte.

coucher roulante; il y a un cabinet de toilette, muni de tous les accessoires nécessaires.

C'est bien, sauf le prix de location, qui augmente considérablement celui du voyage; mais ce n'est rien en comparaison du con-

fort américain, où le sleeping-car n'est pas considéré comme compartiment de luxe, puisqu'il suffit de payer un dollar en sus du prix de la place pour avoir la jouissance d'un lit.

Aux États-Unis où les trajets sont longs,

du reste, le *sleeping car* est le véhicule ordinaire; immense, puisqu'il peut contenir cinquante personnes et qu'on y est parfaitement à l'aise, d'autant que si l'on s'y trouve trop gêné on peut chercher une place dans une autre voiture et se promener si l'on veut d'un bout à l'autre du train, au moyen des passerelles qui relient tous les wagons.

Comme voitures de luxe, mais toujours dans des conditions très abordables, les Américains ont des *state rooms*, qui sont des wagons salons, et des *palace cars*, où l'on peut voyager seul avec sa famille et s'y faire servir ses repas tout en voyageant, les trains de grandes lignes contenant tous des wagons restaurants, ou des wagons hôtels.

Sur la ligne du Pacifique, dont le trajet est d'une semaine, il y a même un wagon imprimerie où l'on édite un journal, paraissant tous les jours, avec les nouvelles reçues télégraphiquement aux stations de la route.

Il y a loin de là, avec ce qui se passe en Europe et surtout en France, dont le matériel est très perfectible.

Mon Dieu! ce n'est pas qu'on ne sache fabriquer des voitures de luxe, mais cela coûte si cher!

On en a fait sous l'empire, la ligne de l'Est, la ligne d'Orléans, la ligne de l'Ouest, probablement les autres aussi, ont construit leur train impérial dont chaque voiture coûtait cent mille francs.

C'était beau, c'était commode, mais cela ne servait guère, et aujourd'hui cela ne sert plus du tout.

Oh! pour le beau, on sait l'établir: la question est d'y mettre le prix.

Ainsi ce wagon, construit en France pour le pape Pie IX, était une merveille de confort, augmentée encore par les richesses de la sculpture et de la galvanoplastie.

Cet autre, que les Anglais ont fabriqué pour le vice-roi d'Égypte, n'était pas moins riche, mais moins complet, puisqu'il ne comprenait qu'un fumoir, tandis que l'au-

tre renfermait un appartement complet.

Sans doute, ce n'est pas ce luxe que nous demanderions aux compagnies françaises, il faut savoir proportionner ses désirs, mais nous trouverions tout simple et tous les voyageurs seraient de notre avis, qu'on supprimât définitivement les voitures de troisième classe où la bronchite règne en souveraine pendant l'hiver, et qu'on les remplaçât par les secondes; les voitures de premières deviendraient alors des secondes, et l'on pourrait suppléer avantageusement aux premières avec des voitures du système américain, où l'on peut respirer et se mouvoir à l'aise.

Seulement n'y comptons pas... d'ici longtemps du moins.

Il nous reste maintenant à parler des wagons à bestiaux et à marchandises.

Dans la première catégorie, il y en a de confortables: les wagons-écuries, créés à peu près spécialement pour les chevaux de course, les autres ne sont que des caisses carrées, sans séparation pour les grands animaux, comme chevaux, bœufs et vaches, et coupés en deux étages pour les porcs et les moutons.

Quant aux wagons à marchandises, il y en a de plusieurs sortes:

Fourgons pour les bagages, contenant armoires et tablettes pour les objets fragiles, mais où il ne faut pas trop compter qu'on les mettra.

Wagons fermés, pour les marchandises qui redoutent la pluie.

Wagons, couverts seulement d'une bâche, pour des colis moins délicats.

Wagons complètement découverts pour les houilles, matériaux et autres.

Wagons trucs pour placer les voitures et les chariots de déménagement.

Wagons à sucre, à boîtes au lait, et combien d'autres que tout le monde a vus plus ou moins et dont la nomenclature n'intéresserait personne.

Parlons plutôt des freins, qui sont une

nécessité de la locomotion, puisqu'ils servent à régler la vitesse et à précipiter les arrêts, et qui sont adaptés à un nombre de voitures assez considérable, puisque, réglementairement, un train doit posséder, outre le frein du tender, un frein pour sept voitures, c'est-à-dire deux pour quatorze et quatre pour vingt-quatre, qui est le maximum des véhicules composant un train de voyageurs.

Avant qu'on ne connaisse les freins automoteurs, qui, d'ailleurs, ne sont pas encore adoptés partout, il fallait un employé spécial pour manœuvrer le frein, d'où les voitures qui en sont munies portent à l'arrière une espèce de guérite destinée à abriter le garde-frein.

Rien ne paraît plus simple que le mécanisme du frein, et cependant aucun accessoire de chemin de fer n'a plus exercé le génie des inventeurs; car il ne s'agit pas seulement de pouvoir arrêter un train lancé à toute vitesse, il faut pouvoir l'arrêter à temps pour éviter des accidents, mais non pas instantanément, comme prétendent y être arrivés certains novateurs (puisque alors le remède serait pire que le mal¹, mais le plus vite possible, en tenant compte du choc terrible que les voitures ne manqueraient pas de se donner entre elles si elles étaient arrêtées trop brusquement.

Le principe du frein est celui du sabot des charrettes et voitures ordinaires qui, par l'effet d'un mécanisme, vient frotter sur la

1. Veut-on des chiffres? Voici ceux que M. Gentil, ingénieur des mines a établis en ramenant les vitesses normales des trains à celles qu'acquière le corps en tombant de diverses hauteurs.

Il en résulte que si un train faisant 25 kilomètres à l'heure s'arrêtait instantanément on éprouverait un choc équivalent à une chute faite de 2^m,45 de hauteur. Mais cette hauteur augmente, selon la vitesse des trains, avec une progression effrayante.

Ainsi la vitesse de 30 kilomètres, interrompue subitement produit sur le voyageur

le même effet que s'il tombait de . .	3,53
pour 40 kilomètres — —	6,29
pour 50 kilomètres — —	9,82
pour 60 kilomètres — —	14,15 etc.

jante des roues et fait ainsi une résistance qui modère progressivement le mouvement de rotation.

Dans les chemins de fer, où les sabots agissent intérieurement sur les deux roues d'un même wagon, ce mécanisme, mù par une manivelle placée sous la main du serre-frein, se compose d'un bras de levier, communiquant par des engrenages et des leviers coudés à une tige oblique qui, par l'intermédiaire d'un autre levier coudé, presse les sabots contre les roues, ou les éloigne si l'on tourne la manivelle dans le sens contraire.

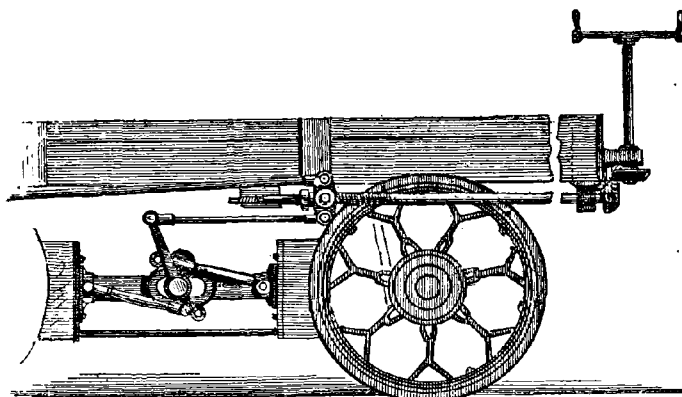
Cette même manivelle communique en même temps au moyen d'une bielle, un mouvement identique au second frein, qui serre le sabot placé au devant de la première roue.

Ce système est parfaitement suffisant pour les arrêts prévus aux stations, mais il ne peut pas empêcher un train d'une moyenne vitesse, de faire encore quelques centaines de mètres et souvent plus; c'est pourquoi on a cherché à le modifier, non dans sa forme, qui est toujours la même, mais en lui donnant des moteurs plus expéditifs.

C'est alors qu'apparurent en Angleterre le frein Newal, qui bien que manœuvré par un garde frein, agissait à la fois sur plusieurs voitures; en Allemagne le frein Lindner reposant à peu près sur les mêmes principes et en France, au moins sur les chemins de fer de l'ouest et de l'est; le frein Stilmant qui fut bientôt remplacé par le système de M. Bricogne et Guérin; lequel agit directement sous l'action du frein du tender, ce qui évite tout le temps perdu par le mécanicien à donner le signal d'arrêt et par le garde-frein à exécuter ses ordres; par ce système on peut arrêter un train à moins de deux cents mètres, distance trop grande encore, pour les temps de brouillards où l'on ne voit pas si loin devant soi: on l'a, du reste, considérablement diminuée par l'em-

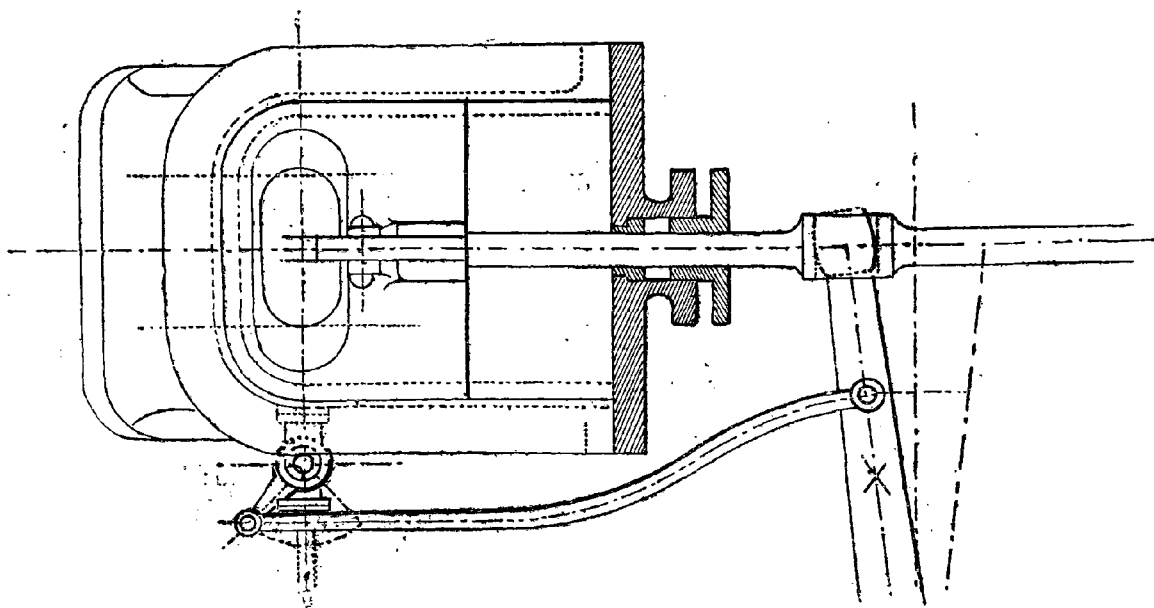
ploi du frein Achard, mû par un courant électro-magnétique, que le mécanicien peut interrompre ou rétablir à volonté, pour serrer ou desserrer d'un seul coup tous les freins du convoi.

Ce système des plus ingénieux, puisqu'il



Mécanisme du frein.

peut servir ou au ralentissement progressif, ou à l'arrêt complet du train, par le calage presque immédiat des roues, a ouvert la voie à tous les procédés automoteurs, expérimentés ou mis en application sur nos lignes de chemins de fer.



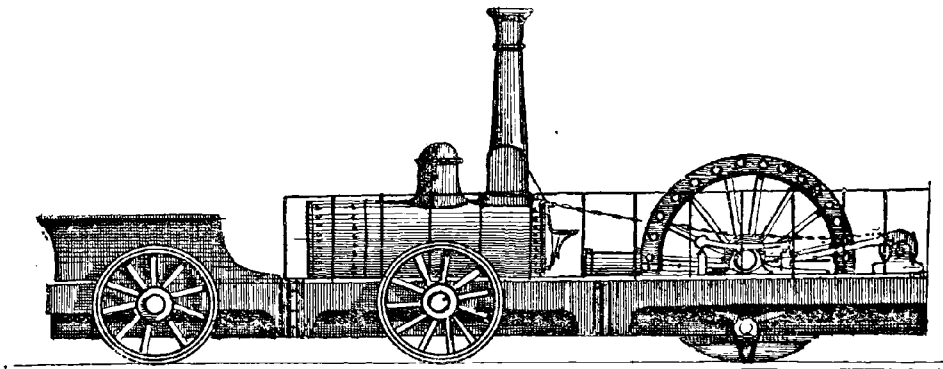
Frein à contre-vapeur (système Harmignies).

Les plus connus sont :

Le frein Smith, système pneumatique qui emploie le vide pour s'opposer au serrage des roues par les sabots ; naturellement, sitôt qu'on veut faire cesser ce travail continu, c'est-à-dire dès qu'on a besoin d'arrêter le

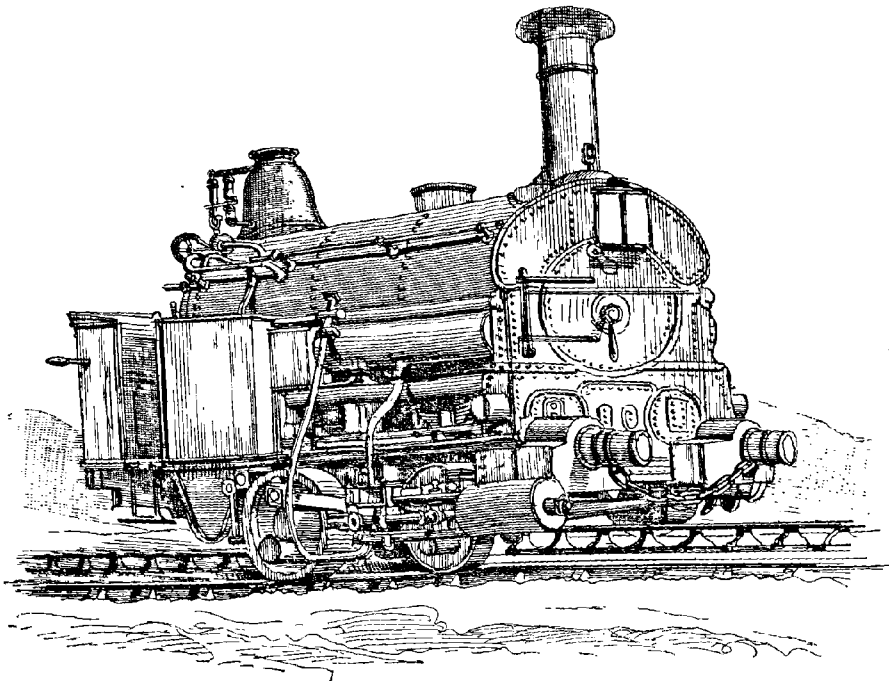
train, le mécanicien tourne un robinet, la pression pneumatique n'existe plus et le frein entre aussitôt en action.

Le frein Westinghouse, qui repose exactement sur le même système, mais qui emploie l'air comprimé comme moteur.



Locomotive Jouffroy.

Et le frein Sanders (le plus récent du reste) qui, bien que fonctionnant par le vide, fait des arrêts tout aussi prompts que le frein Westinghouse.



Locomotive Fell (chemin de fer du Mont-Cenis).

Il consiste en ceci : Au-dessous de chaque voiture sont placés des ballons élastiques dans lesquels le vide est maintenu d'une manière constante, soit par l'action d'un éjecteur d'air à jet de vapeur, soit par une pompe à air activée par la machine de la locomotive.

Tant que le vide existe dans les ballons les freins sont libres, mais sitôt que l'on détruit plus ou moins le vide, ce qui s'obtient en tournant un robinet placé sous la main du mécanicien, les freins sont plus ou moins serrés.

Un tuyau, placé le long des trains et qui relie entre eux tous les ballons, leur permet de recevoir instantanément le même degré de vide, degré que le mécanicien peut régler et contrôler sans se déranger, puisqu'il a devant lui un manomètre de vide, placé sur la locomotive.

Ce système, très employé d'ailleurs est peut être celui qui offre la sécurité de fonctionnement la plus absolue, car son installation ne nécessite aucune espèce de soupapes, en outre son action commence dès qu'il y a introduction d'air dans le tuyau de conduite et ne peut pas être assez brusque pour occasionner une secousse.

L'un et l'autre ont leurs partisans, mais l'on peut dire, en thèse générale, que le meilleur système est, outre celui qui est le plus pratique, celui qui arrête le train, sans secousses dangereuses, à la distance la plus réduite.

Mais, ce n'est pas seulement par le frottement des sabots sur les roues, qu'on a cherché à arrêter progressivement les trains en marche, on a essayé aussi, et avec succès, le principe de la contre-vapeur, qui apparut vers 1860, et que M. Baude, le savant ingénieur, décrivait ainsi, dans un compte rendu des séances de la société d'encouragement.

« On a pu tirer de ce principe, et faire du renversement du tiroir un frein énergique et utile, en évitant les conditions fâcheuses qu'entraînait son emploi sans préparations préalables¹.

« Pour cela, on a disposé la machine de manière à faire précéder ce renversement par l'arrivée de la vapeur de la chaudière à

1. Introduction dans le cylindre des gaz de la combustion et même de cendres capables de le détériorer.

l'entrée de l'orifice d'échappement du cylindre; cette vapeur refoule les gaz du foyer, et est seule aspirée dans le cylindre pendant la marche constante du piston. Elle y est comprimée et, dès lors, échauffée, et elle rentre ensuite dans la chaudière.

« Pour éviter un échauffement trop considérable, on a essayé d'injecter dans le cylindre, non pas de la vapeur seule, mais un mélange de vapeur et d'eau, et quelquefois on n'y a mis que de l'eau seule. C'est, en effet, l'échauffement des organes qu'on s'est appliqué à combattre, et une émulsion de vapeur et d'eau, telle qu'elle résulte de la projection d'une certaine quantité d'eau hors de la chaudière, est éminemment propre à enlever par la vaporisation de l'eau liquide, cet excès de chaleur provenant de la compression de l'air semi-gazeux qui est aspiré par le cylindre. »

L'application de cette théorie a été facile et a donné d'excellents résultats, puisque la contre-vapeur est employée maintenant dans tous les cas, même pour les arrêts aux stations; d'autant que depuis vingt ans les appareils ont été singulièrement perfectionnés.

Le meilleur, peut-être, disons l'un des meilleurs, pour ne décourager personne, est le système Harmignies, adopté d'abord par la compagnie des Dombes et du Sud-Est, qui l'a reconnu comme plus puissant, en même temps que plus pratique, que tous les autres procédés connus.

Il se compose d'un obturateur qui, au moment où l'on veut faire contre-vapeur, ferme les conduits d'échappement un peu au-dessus de leur jonction; en même temps se démasquent deux orifices de 2 millimètres carrés, qui amènent l'eau du tender et débouchent au-dessous de l'obturateur; puis, le régulateur étant ouvert en grand, on renverse la marche.

La manœuvre est extrêmement simple, puisque le même mouvement qui intercepte la communication entre l'échappement et la

boîte à fumée, démasque aussi les orifices d'arrivée d'eau froide, et sans nuire en quoi que ce soit au fonctionnement des injecteurs Giffard; il suffit au mécanicien d'un effort de traction modéré sur une tige guidée parallèle à l'axe de la chaudière et dont la course n'est que de quelques centimètres.

De plus, l'obturateur est muni d'un clapet, qui prévient tous les inconvénients qui pourraient se produire, si, par impossible, le mécanicien, en reprenant la marche normale, oubliait de rendre l'échappement libre, car la vapeur se dégage alors en soulevant le clapet avec un bruit particulier, qui attire forcément son attention.

Comme puissance, on a constaté un arrêt à moins de 400 mètres, avec train lourdement chargé, descendant à vitesse moyenne une rampe de 21 millimètres.

D'où il s'ensuit que la contre-vapeur est un auxiliaire excellent, mais qu'il ne faut cependant pas compter absolument sur elle pour remplacer les freins.

On doit pourtant se louer de son adoption sur toutes les locomotives; car, lorsqu'il s'agit de la vie des voyageurs, deux sûretés valent mieux qu'une.

CHEMINS DE FER DIVERS.

Notre travail serait incomplet si nous ne disions quelques mots des différents systèmes de chemins de fer qui se rattachent, de près ou de loin, à celui que nous avons largement décrit.

Ces systèmes sont nés presque tous de ce qu'on appelle les inconvénients des chemins de fer, inconvénients très réels du reste, malgré tous les mérites de l'invention, dont les plus apparents sont: le prix exorbitant de l'établissement de la voie et du service d'exploitation et le poids énorme de la locomotive, qui fait perdre à la traction la plus grande partie de la puissance développée par la vapeur.

C'est pour remédier à l'un ou l'autre de

ces inconvénients, le plus souvent aux deux, que les inventeurs ont multiplié leurs efforts.

Certains ont trouvé, ou cru trouver, des moyens nouveaux pour effectuer les transports sur voies ferrées avec plus de sécurité et d'économie; nous allons étudier brièvement leurs créations.

Le système Jouffroy, paru le premier, nécessite, entre les deux rails ordinaires, l'emploi d'un rail central strié peu profondément en crémaillère sur lequel circule une grande roue qui est la cheville ouvrière de la machine de traction.

Le moteur de cette machine est une chaudière, comme celle des locomotives, placée sur un châssis porté seulement par deux roues à jantes et reliée par des articulations: au train d'avant, qui porte les pistons et le mécanisme et soutient la roue matrice; et à un train d'arrière à deux roues seulement, qui porte le tender.

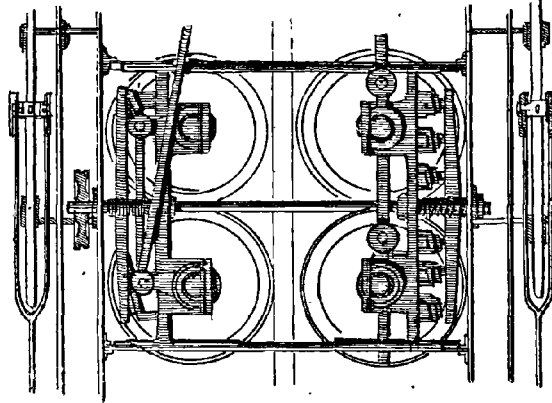
Les roues de la machine du tender, ainsi que celles de tous les wagons, sont libres autour de l'essieu, la roue d'avant ne fait qu'un corps avec son essieu, coudé de chaque côté pour recevoir son jeu des bielles, comme dans les locomotives ordinaires, mais les jantes de cette roue motrice sont en bois, pour obtenir plus d'adhérence sur le rail strié.

Ce moyen d'adhérence n'a pas paru sérieux aux ingénieurs officiels chargés de l'étudier et ce système, qui avait beaucoup de légèreté et de souplesse, n'a pas été perfectionné, après des essais d'ailleurs peu satisfaisants.

Mais le rail central était trouvé et d'autres inventeurs allaient essayer d'en tirer parti.

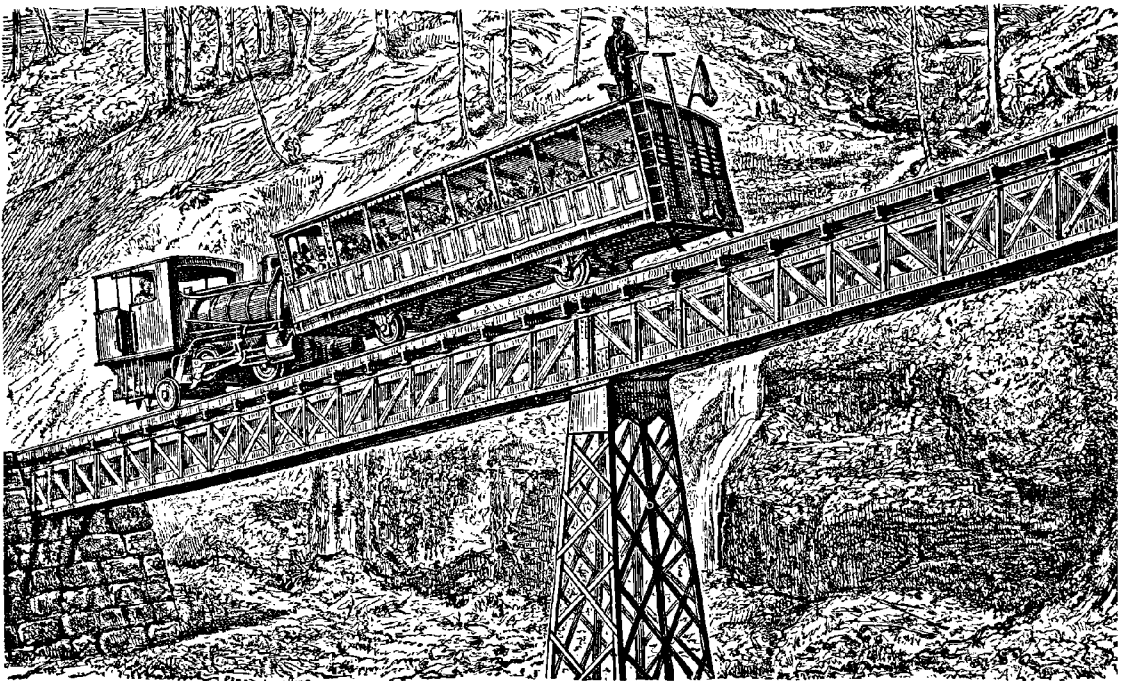
Ce fut le baron Seguiet qui commença, du moins en théorie, car son système, pour lequel il prit un brevet en 1846, ne fut appliqué que plus tard, avec des perfectionnements apportés successivement par MM. Dumery, Giraud et Fedit et surtout par M. Fell, qui ne se contenta pas de construire une

locomotive, mais l'employa au service du | Mont-Cenis, de Saint-Michel à Suze, pendant
chemin de fer spécial qui fonctionna sur le | le percement du tunnel.



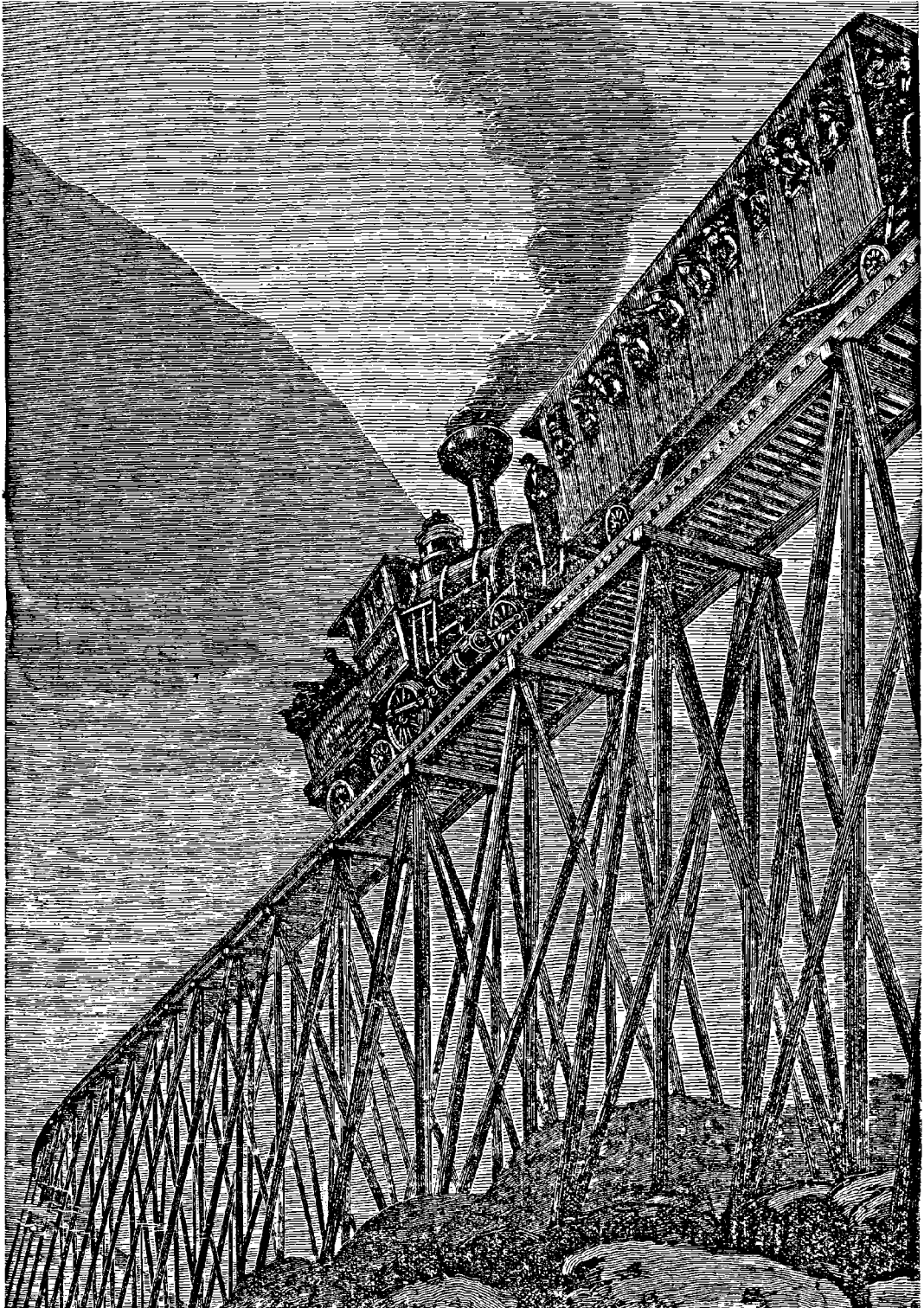
Système Fell (les roues horizontales).

C'est cette dernière que nous décrivons, au | ressemble à toutes les locomotives mixtes
moins dans ses organes nouveaux, car elle | à deux paires de roues couplées et cylindres



Le chemin de fer du Rigi.

moteurs, mais outre ces cylindres moteurs | sur les deux rails ordinaires de la voie, deux
il y en a, placés entre les roues qui courent | autres qui actionnent deux autres paires de



Liv. 50.

Chemin de fer du mont Washington, en Amérique.

roues, placées dans le sens horizontal et tournant sur les gorges d'un rail central posé sur un plan, plus élevé de 20 centimètres, que les rails qui portent les roues verticales.

Ce rail médian est lisse, ce qui ne l'empêche pas d'assurer une adhérence considérable à la machine, car les roues horizontales sont pressées dessus par des ressorts à boudins, actionnés par un sommier que le mécanicien peut mettre en mouvement à volonté.

Comme on sait que le poids énorme des locomotives n'a d'autre but que de donner plus d'adhérence aux roues sur les rails polis, il était donc permis d'espérer qu'avec le système Fell, on pourrait opérer une révolution dans la construction des machines.

Mais il paraît que cette espérance était prématurée, car l'addition d'un rail central, et des roues horizontales qu'il nécessite, au matériel roulant ne serait pas compensée par le bénéfice qu'on en retirerait en sécurité.

Peut-être si l'on construisait une ligne nouvelle pourrait-on l'établir plus économiquement, en employant des rails plus légers et des machines moins pesantes pouvant gravir les pentes les plus raides et franchir les courbes du plus petit rayon, mais sur les chemins déjà existants et pourvus d'un matériel colossal, il n'y avait rien à tenter.

Le système Fell n'en est pas moins sorti triomphant de la période expérimentale puisque le chemin de fer du Mont-Cenis qui avait 80 kilomètres de longueur, des rampes de 8 centimètres par mètre et des courbes de 40 mètres de rayon, a fonctionné pendant trois ans.

Il est vrai qu'il n'avait pas une grande vitesse, puisqu'il mettait cinq heures à faire le trajet, avec des trains minuscules de deux et trois wagons, mais comme chemin de fer de montagne c'est encore assez joli.

C'est d'ailleurs la véritable, sinon la seule application vraiment pratique du système Fell, qui a servi de type à celui du célèbre che-

min de fer du Rigi, qui transporte tous les étés des milliers de curieux et de touristes, aussi bien qu'à ceux du Kolkenberg, près de Vienne en Autriche, et du mont Washington aux États-Unis.

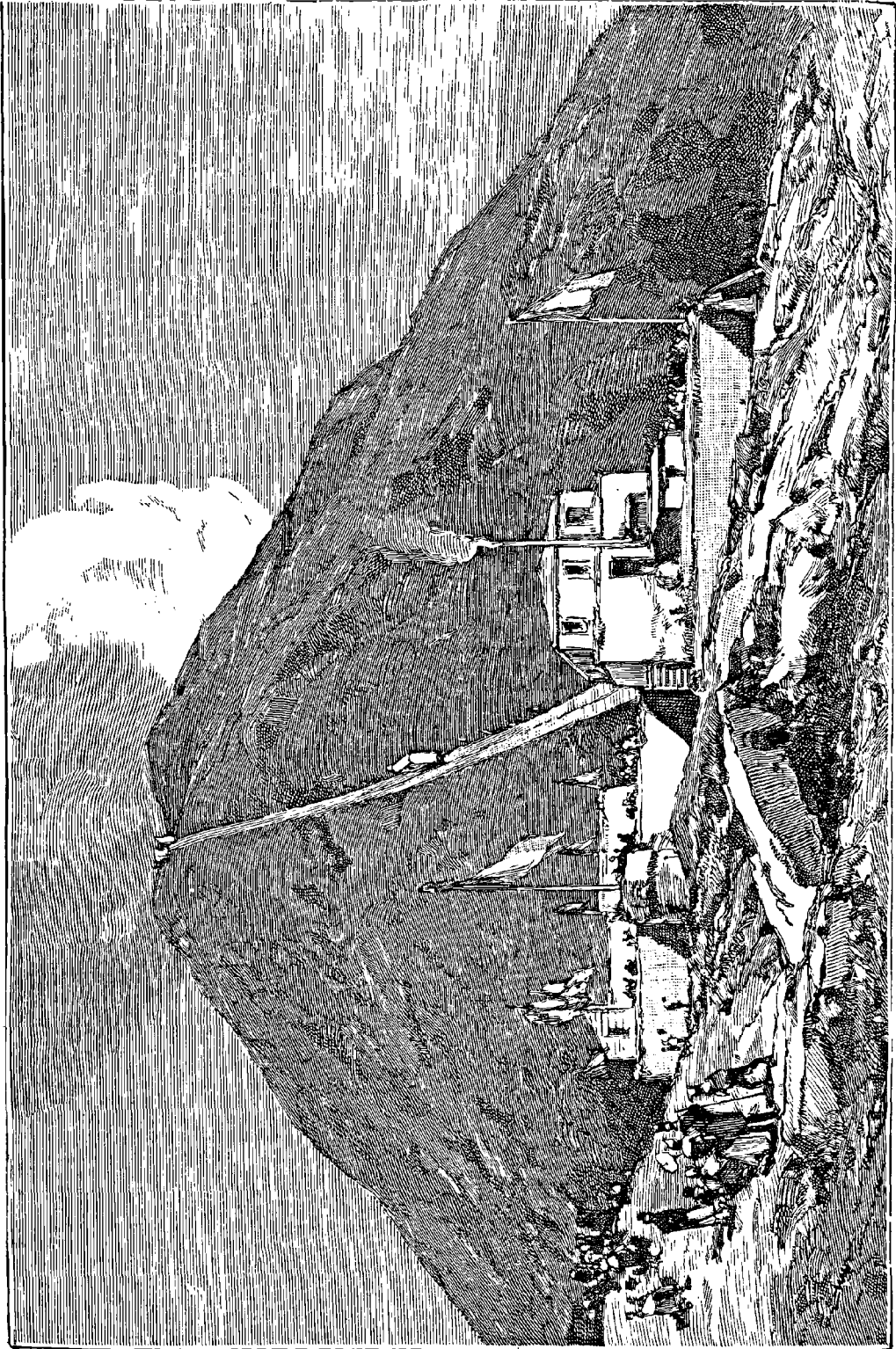
Sur ce dernier, qui monte d'ailleurs à une altitude de plus de deux mille mètres et qui à cet égard, aussi bien qu'à celui de la témérité toute américaine de sa construction — est le plus curieux de tous; la pente atteint jusqu'à 33 centimètres par mètre, tandis qu'au Rigi elle n'est que de 25 centimètres.

A des pentes plus fortes, il fallait opposer un système plus énergique c'est ce qu'a fait l'ingénieur Marsh, en Amérique et, après lui, l'ingénieur suisse Riggerbach, constructeur du chemin de fer du Rigi.

Leur troisième rail n'est pas seulement serré par les roues horizontales de la locomotive et du wagon qui la suit, il est encore denté en forme de crémaillère sur laquelle s'engrène un pignon, également denté, placé sous la machine; moyen qui augmente l'adhérence et la sécurité, mais qui diminue encore la vitesse (il faut près de deux heures au train pour monter au sommet du Rigi qui n'a que 1700 mètres d'altitude).

Aussi, nombre d'ingénieurs préfèrent-ils, pour l'ascension des montagnes, le système des machines fixes remorquant les trains, sur des plans inclinés à l'aide de chaînes sans fin ou de câbles, qui ont fait donner à ce système de traction le nom prosaïque de chemins de fer à la ficelle.

Dans le principe, le plan incliné se composait d'une machine à vapeur placée au sommet, et actionnant un câble dont chaque extrémité était fixée à un wagon, roulant sur des rails ordinaires, l'un montant la côte pendant que l'autre la descendait. C'est le premier système funiculaire, employé au petit chemin de fer de Lyon aux Brotteaux et au chemin de fer d'Ouchy à Lausanne pour ne citer que les plus connus: mais il a été notablement modifié depuis, surtout par M. Agudio, ingénieur italien dont les per-



10.

fectionnements ont été adoptés pour la construction du chemin de fer du Vésuve, d'ailleurs tellement peu incliné qu'il ressemble presque à un ascenseur.

Dans ce système, qui repose sur le principe de la chaîne des bateaux de touage, il y a d'abord un câble fixe qui va d'une extrémité à l'autre de la ligne; mais qui s'enroule deux fois sur les gorges de deux tambours, disposés sur un chariot placé à l'arrière du wagon.

Ces deux tambours sont mis en mouvement par un câble sans fin, qui tourne sur deux poulies placées à côté des tambours, lequel est lui-même mù par deux machines à vapeurs fixes, placées aux deux extrémités de la ligne et qui en tirent chacune un brin dans un sens opposé.

On comprend alors que le wagon locomoteur monte progressivement le long du câble toueur, en même temps que le wagon de contre-voie descend.

Ce câble, les freins puissants dont sont munis les wagons, sont d'une sécurité considérable; elle n'a pas paru encore suffisante à M. Agudio, car il a perfectionné son système en remplaçant son câble toueur par un rail central à crémaillère, analogue à celui du Rigi.

Dans ce cas, les poulies de transmission du locomoteur, au lieu d'être placées verticalement à la queue du wagon, sont disposées horizontalement dessous, de façon à étreindre fortement le rail, et à augmenter ainsi l'adhérence de l'appareil.

Le plus remarquable chemin de fer de ce genre, bien que moins connu que celui du Vésuve, est au Brésil, il sert à franchir la *Serra do Mar* sur près de dix kilomètres de longueur, de Santes à Jundiáhy.

Il est vrai que l'altitude à atteindre n'est que de 800 mètres; on n'en a pas moins divisé la montée en cinq tronçons, se terminant chacun par une plate-forme sur laquelle on a installé une machine à vapeur d'une puissance suffisante à remorquer avec

une vitesse de 16 kilomètres à l'heure, un train pesant cinquante tonnes.

Mais laissons les plans automoteurs, dont l'application n'est pas spéciale à la locomotion, pour revenir aux chemins de fer proprement dits, par le système Arnoux employé encore aujourd'hui sur la ligne de Paris à Sceaux.

Ce système, créé spécialement pour permettre la circulation des trains sur des courbes de très petits rayons, a une certaine parenté avec le système Fell (l'emploi des roues supplémentaires), mais elles sont disposées d'une autre façon.

Le wagon, aussi bien que le bâti qui porte la locomotive se compose de deux trains, le premier, mobile autour d'une cheville ouvrière, relié au second qui est fixe.

Le premier train, qui a beaucoup de rapport avec les avant-trains des voitures ordinaires, se compose d'un disque maintenu par des barres de soutènement, qui tourne autour de la cheville ouvrière, et entraîne par sa flexion l'essieu du train de derrière.

Mais pour que cet entraînement, d'autant plus fréquent qu'il y a plus de courbes (et on les avait prodiguées exprès sur la ligne d'expérimentation) n'amène pas un déraillement, le train antérieur est maintenu sur la voie au moyen de quatre roues obliques, fixées sur un disque en bois, qui frottent sur les rails et les pressent d'autant plus que la courbe est plus prononcée.

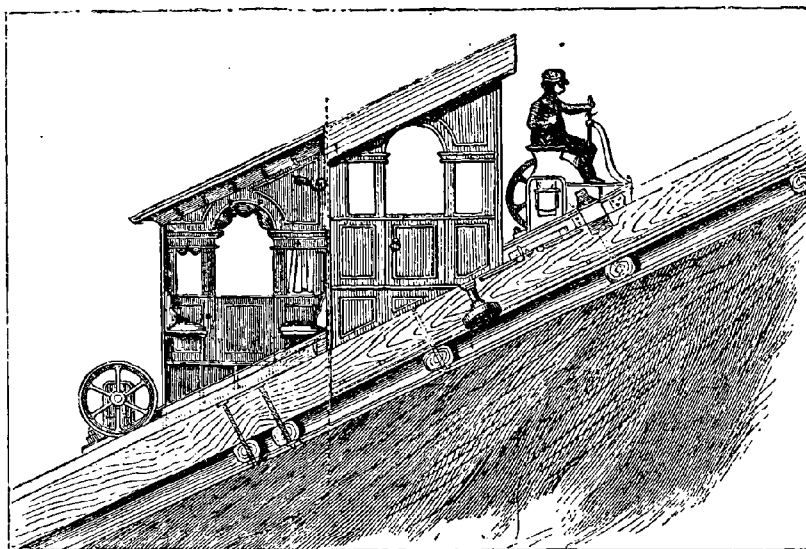
Ce système donne des résultats satisfaisants, mais il faut dire que le chemin de fer sur lequel on l'emploie n'a que des trains d'une pesanteur limitée, autrement il serait presque sans effet. C'est pourquoi on ne l'a pas adopté sur les grandes lignes, dont on aurait pu construire ainsi les tronçons nouveaux plus économiquement.

Cette question d'économie a donné naissance à d'autres systèmes plus récents.

Ainsi M. Larmanjat, puis M. Saint-Pierre et Goudal, ont imaginé des chemins de fer

à rail unique, pouvant s'établir sur l'acco-
tement des routes.

Dans le système Larmanjat les véhicules
ont quatre roues, deux sur l'axe longitudinal,



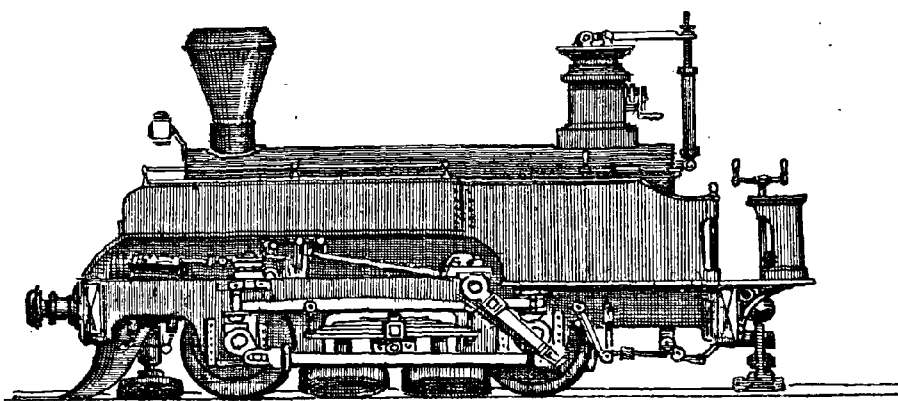
Chemin de fer du Vésuve. — La voiture, élévation et coupe.

qui portent sur le rail, et deux dans l'axe la-
téral roulant sur le sol et suffisantes à main-
tenir l'équilibre.

Un essai a été fait sur une longueur de
cinq kilomètres entre Montfermeil et le
Raincy, il a donné de bons résultats. Mais

pour que ce système soit pratique il faut que
la chaussée, parcourue par les trains, soit
parfaitement de niveau, autrement il y aurait
des cahots si précipités que le voyage serait
impossible.

Ce n'est du reste pas là une difficulté in-

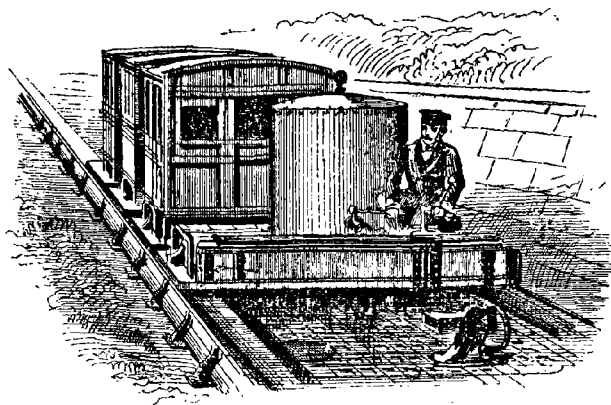


Locomotive de M. Saint-Pierre et Gondal.

surmontable. M. Larmanjat paraît pourtant
avoir abandonné son idée ; car, à l'exposition

de 1878, il présentait une locomotive des-
tinée à gravir, sur les chemins de fer ordi-

naires, les pentes les plus prononcées, et qui n'est, en somme, qu'un perfectionnement de la locomotive Fell, puisqu'il lui faut un rail central denté, sur lequel une roue spé-



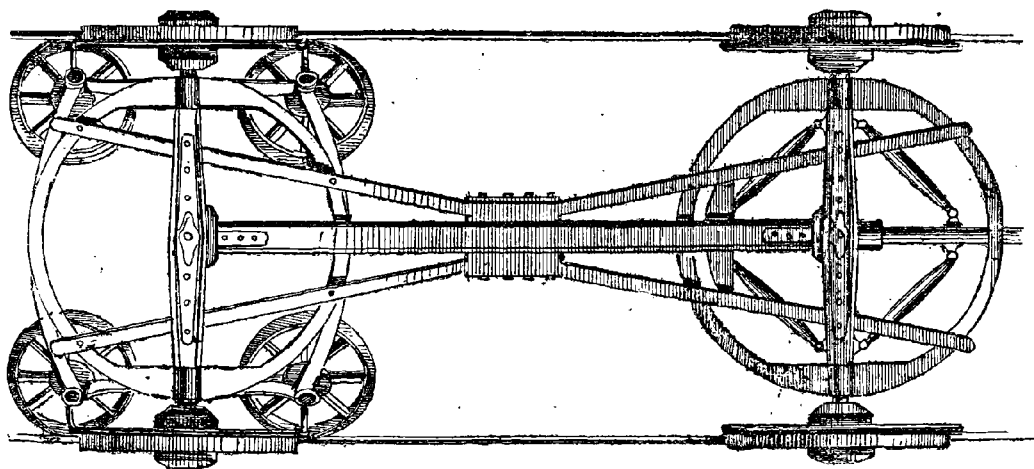
Chemin de fer à glissement (système Girard).

ciale s'engrène pour augmenter l'adhérence des roues porteuses sur les rails, sans surcharger la machine.

Le système Saint-Pierre et Goudal est une simplification du procédé Fell; il n'emploie pas trois rails, mais, à la place des deux rails de voie, il nécessite l'établissement de deux bandes d'asphalte pour faire un chemin uni à ses roues porteuses.

Le rail unique devient alors un rail central sur lequel deux paires de roues, presque horizontales et recevant leur mouvement de deux cylindres placés à l'avant de la locomotive, pressent pour donner de l'adhérence au convoi.

Bien plus nouveau était le système Girard dont on a beaucoup parlé, il y a quelques années, lors des expériences faites près



Système articulé Aruoux (chemin de fer de Sceaux).

de Paris, au hameau de la Jonchère. Avec ce système il n'est pas besoin de

roues, pas même de locomotive, c'est l'eau qui est chargée du mouvement. Pour cela

M. Girard a imaginé un rail plat, sur lequel des patins cannelés portant les véhicules, glissent par l'effet d'eau comprimée introduite entre le rail et le patin.

Il suffit donc d'une machine fixe actionnant des turbines, pour fournir cette eau; mais cela démontre l'inanité du système appliqué aux chemins de fer; car l'établissement des machines fixes de distance en distance, le long de la voie, serait plus coûteux que les locomotives.

Et puis comment se ferait le service des gares? les croisements de lignes seraient bien difficiles, les passages à niveau impossibles!

Cet essai était pourtant un perfectionnement car la première idée de M. Girard n'excluait pas les roues des véhicules.

Son appareil locomoteur consistait alors en deux turbines placées sous les wagons, et imprimant aux roues un mouvement de rotation, grâce à une conduite d'eau disposée le long des rails.

Il est vrai que ce n'était alors qu'une application du système anglais expérimenté sur le chemin de fer de Dublin à Cork, par l'ingénieur Shuttlewarth.

Cela nous amène tout naturellement à la série des chemins de fer à air comprimé, atmosphériques et pneumatiques, qui sont, d'ailleurs, l'application, peu différente, du même principe qu'on peut résumer ainsi:

Fixer sur toute la longueur de la voie un tube métallique, dans lequel peut se mouvoir un piston que l'on pourra actionner par la pression atmosphérique, si l'on a le soin de faire le vide dans le tube, de l'autre côté du piston.

La marche du piston étant obtenue, il suffira de le relier avec un wagon ou avec un train, pour lui communiquer le mouvement, s'il dispose d'assez de force motrice.

L'air comprimé a donné lieu à plusieurs systèmes. D'abord M. Andraud a pensé à l'emmagasiner sur les locomotives pour remplacer la vapeur; pour cela il faisait

porter le réservoir d'air par le tender et comme son récipient ne contenait pas de provisions suffisantes pour acquérir une grande puissance de traction, il renouvelait son fluide moteur à des réservoirs fixes échelonnés sur la voie.

M. Pecqueur, qui a perfectionné ce système, n'a point chargé sa locomotive, il a imaginé de disposer sur toute la longueur de la voie un tube servant de réservoir, où la machine puiserait l'air comprimé au fur et à mesure de ses besoins.

De là une complication de tiroirs, de glissières creuses, en communication avec les tubulaires à soupape, dont le tuyau à air comprimé était muni de distances en distances, qui rendirent le système impraticable.

Mais déjà M. Andraud avait proposé autre chose, qu'il appelait système éolique et qu'il expérimenta en petit, aux Champs-Élysées en 1856.

Cela n'était d'ailleurs possible qu'en petit, car l'air comprimé ne peut pas donner assez de force pour traîner des trains lourdement chargés, surtout dans les conditions d'installation que nous allons rappeler.

Le moteur consistait en un tube de cuir, rendu imperméable par une enveloppe de caoutchouc, et communiquant avec un réservoir d'air comprimé, creusé en canal, sous le sol, au bord de la voie, et dans lequel des machines à vapeur fixes, placées de distance en distance, condensaient l'air au degré nécessaire.

Ce tube était couché le long de la voie entre les deux rails; au point de départ, la voiture directrice (elle était seule dans les expériences faites) reposait sur le tube par une large roue de bois.

Voulait-on lui communiquer le mouvement, il n'y avait qu'à ouvrir un robinet, le boyau de cuir s'emplissait d'air comprimé et, se grossissant à vue d'œil, lançait la voiture sur les rails.

Ce système, par suite de modifications,

pourrait devenir pratique, mais pour économique, jamais.

Le système atmosphérique employé en France, sur la ligne de Saint-Germain (du Pecq à Saint-Germain) et en Angleterre sur le chemin de fer de Londres à Croydon, a les mêmes inconvénients ; aussi a-t-il été abandonné en 1856 à Londres, et en 1859 à Saint-Germain, c'est-à-dire aussitôt qu'on a eu des locomotives assez puissantes pour faire monter aux trains des pentes de 3 centimètres.

C'est ainsi que pour ramener à 4 fr. 32 c. par train et par kilomètre la traction, qui coûtait entre le Pecq et Saint-Germain de 3,80 à 4 francs par kilomètre, on anéantit un matériel qui avait coûté très cher et qui comprenait, outre les puissantes chaudières à vapeur qu'il fallait entretenir constamment sous pression, bien que l'action qu'elles avaient à communiquer aux pompes pneumatiques ne fût que de trois minutes par heure, l'installation sur toute la ligne du tube propulseur, à l'intérieur duquel voyageait le piston.

Ce tube, en fonte, couché entre les deux rails, avait 63 centimètres de diamètre intérieur ; il était formé de 850 segments de 3 mètres de longueur, pesant chacun 1470 kilogrammes, c'est assez dire son prix élevé.

Il était, dans toute sa longueur, percé d'une fente par laquelle passait l'espèce de long couteau qui reliait le piston au wagon conducteur. En avant du piston, c'est-à-dire du côté où le vide était fait par les machines pneumatiques, la fente se trouvait fermée par une bande de cuir, renforcée par de minces lames de tôle, qui faisait fonction de soupape, son adhérence avec le tube étant maintenue par un mastic composé de cire, de caoutchouc et d'argile délayé dans de l'huile de poque.

Mais pour que la tige de communication du wagon pût s'avancer dans la fente au fur et à mesure que le piston progressait,

il chassait devant lui une série de galets de diamètres décroissants qui déplaçaient la soupape.

Le trajet se faisait régulièrement à raison d'un kilomètre par minute, mais il coûtait douze francs, tandis que par la traction actuelle il n'en coûte guère que trois.

C'est la condamnation de ce système, d'ailleurs très satisfaisant au point de vue mécanique, mais qui, même à prix égal, ne serait pas pratique sur une grande ligne, à cause des difficultés d'embranchement, et surtout aussi parce que le conducteur n'a rien en main pour arrêter ou même modifier la marche du train entre deux stations, le piston donnant toujours la même force motrice.

Un perfectionnement, ou, pour mieux dire le principe même du chemin de fer atmosphérique a donné le chemin de fer pneumatique.

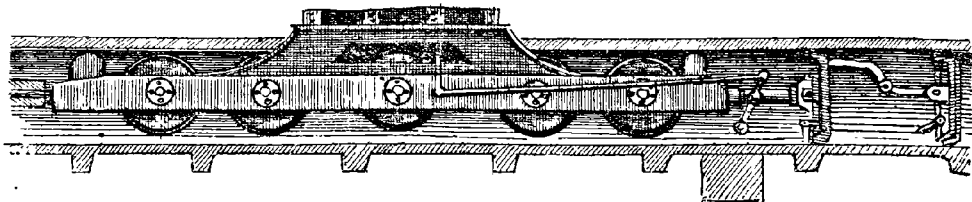
C'est le tube pneumatique qui donne l'action au train, s'est dit M. Ronnel, l'ingénieur anglais qui a construit le premier tube pneumatique pour la transmission des dépêches (reprenant ainsi, en la réalisant, l'idée de Wallace) pourquoi ne pas placer les voyageurs dans le tube même ?

Il n'y avait pour cela qu'à l'agrandir assez pour qu'il pût recevoir un wagon.

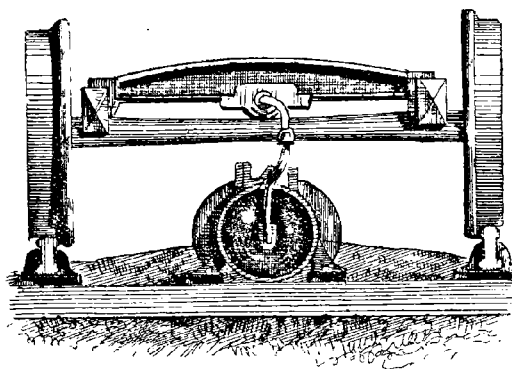
C'est ce qu'il fit en construisant un chemin de fer d'essai dans le parc de Sydenham.

Au lieu d'un tube il construisit un tunnel en maçonnerie de 600 mètres de longueur, sur 3^m,20 de diamètre.

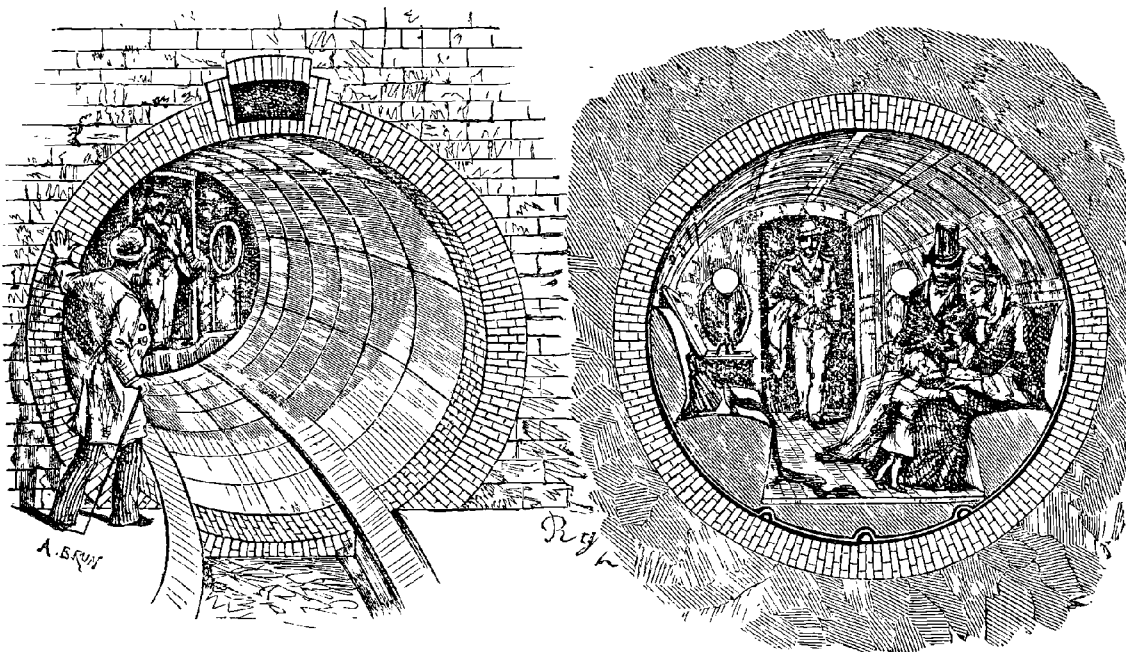
La voiture, installée comme un grand omnibus, porte elle-même son piston moteur à l'une de ses extrémités sur un disque de même diamètre que le tunnel, et dont le pourtour est garni d'un cordon de peluche de soie, formant brosse, qui frotte sur les parois de la galerie et intercepte suffisamment le passage de l'air pour maintenir le vide, fait à l'avant, par la machine pneumatique.



Chemin de fer atmosphérique. Coupe intérieure du tube.



Coupe du chemin de fer atmosphérique.



Le tunnel.

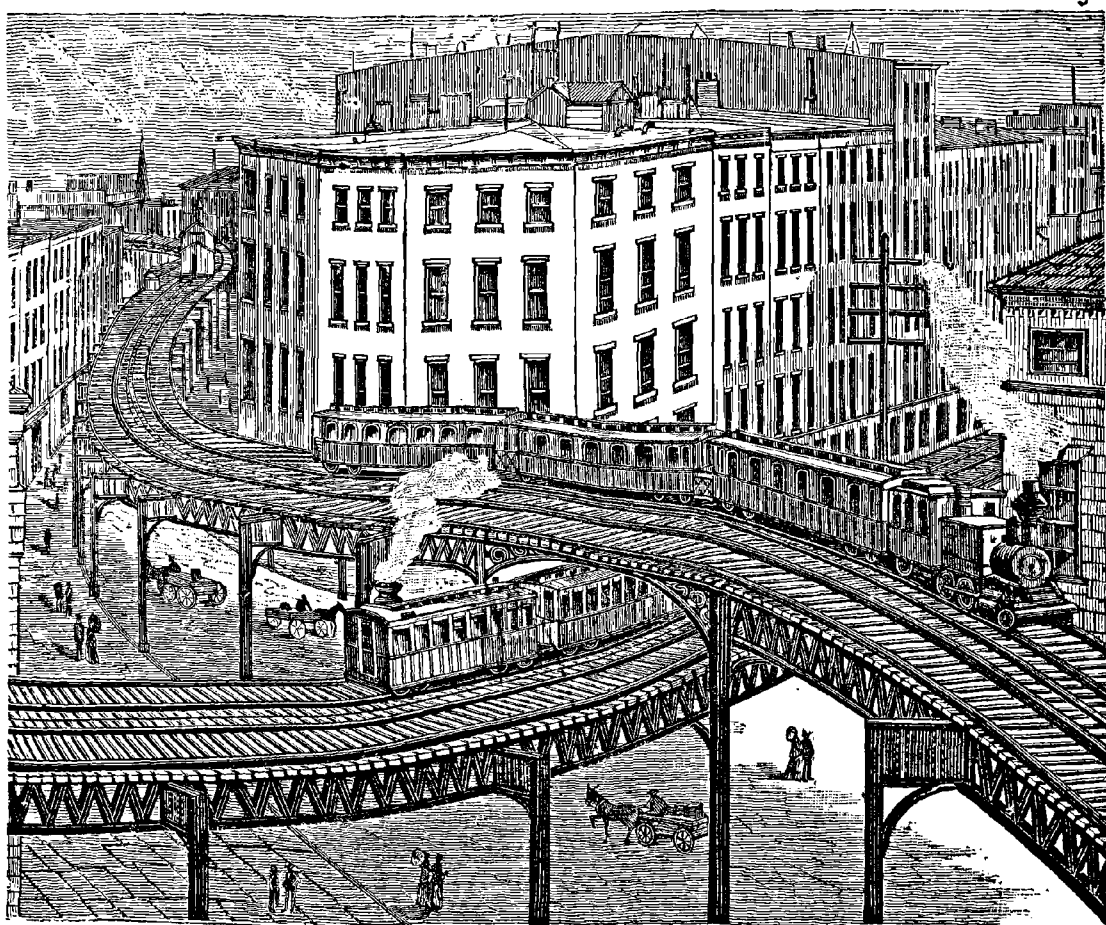
Chemin de fer pneumatique de New-York

La voiture.

Pour partir, il suffit de desserrer le frein qui retient la voiture sur un plan incliné, elle descend alors par son propre poids et s'engage dans le tunnel; dès qu'elle a dépassé l'ouverture grillée d'une galerie latérale, la bouche du tunnel se ferme par une porte en fer à deux battants et la voi-

ture, poussée par un courant d'air comprimé que lui envoie un ventilateur, s'achemine vers l'extrémité du tunnel, exactement comme les dépêches dans le tube du télégraphe pneumatique.

Le retour est encore beaucoup plus simple, car le vide suffit à le déterminer.



Chemin de fer métropolitain de New-York — Croisement de Biver street.

Ce système fort ingénieux, il faut en convenir, mais qui ne ferait pas fortune en France, où l'on aime à voir clair, autant que possible, en voyageant; est représenté aussi à New-York par un petit chemin de fer qui mène à Warren Street, avec cette différence, peu importante du reste, que c'est le wagon

Liv. 51.

lui-même qui fait office de piston, étant de forme cylindrique et d'un diamètre presque égal à celui du tunnel.

Nous le répétons, ce procédé est ingénieux et certainement pratique pour les petites distances, il pourrait même l'être pour traverser plus économiquement qu'avec

51

le système ordinaire, des montagnes ou des bras de mer (et rien ne prouve qu'on ne l'essaiera pas dans le futur tunnel sous la Manche), mais ce n'est pas encore cela qui détronera la locomotive, qui est lourde, il est vrai, mais qui ne manque point de majesté et qui a pour elle deux qualités primordiales dans la question de locomotion : la puissance et la rapidité.

CHEMINS DE FER URBAINS

Puisque nous étudions tous les systèmes, mentionnons les chemins de fer urbains qu'on appelle plus communément chemins de fer métropolitains, parce qu'ils ne desservent encore que des capitales.

Mais nous n'en aurons que peu de choses à dire, puisque, sauf les immenses travaux d'art qu'ils nécessitent, ce sont jusqu'à présent des chemins de fer ordinaires et les projets qui sont à l'étude pour celui qui doit sillonner Paris n'apportent pas de modifications radicales aux systèmes de construction déjà adoptés.

Examinons-les pourtant !

A Londres, le chemin de fer métropolitain procède surtout par viaducs et par tunnels, et les rares passages à ciel ouvert sont presque tous encaissés dans de profondes tranchées.

Du reste, tous ces tunnels ont d'abord été des tranchées, car, à cause du réseau inextricable des égouts et des conduites d'eau et de gaz qui se développent sous la ville, on n'a pu procéder par les moyens ordinaires, et, à part quelques rares et courtes exceptions, tous les travaux ont été exécutés à ciel ouvert ; en multipliant les boisages et les systèmes de consolidation sur les parois latérales des tranchées, pour empêcher la chute des maisons voisines.

La tranchée achevée, à une largeur supérieure à 8^m,70, largeur normale du souterrain qui traverse une grande partie de la ville, on bâtissait dedans la voûte définitive du tunnel, en anse de panier à trois cintres

avec pieds droits en arc de cercle, de façon à ce que la clef de voûte fût à cinq mètres du niveau des rails, et sur cette voûte on reformait la rue telle qu'elle était auparavant.

Mais non pas aussi facilement, car il fallait remettre en place les innombrables tuyaux de conduite que, vu leur direction, à peu près dans tous les sens et à des niveaux très différents, on était souvent obligé de détourner : soit pour les placer sous la voie dans des tranchées ad hoc, soit pour les suspendre aux parois latérales ou à la voûte du souterrain avec des supports en fer.

Ce fut un travail gigantesque, d'autant que le grand égout *Fleet Sewer*, l'équivalent de notre égout collecteur, fit irruption dans le souterrain au moment où la ligne allait être livrée à la circulation.

Aussi la section qui relie la ligne du *Great-Western* au *Great-Northern* a-t-elle coûté 32,500,000 francs, c'est-à-dire 4,500 francs par mètre courant.

Eh bien, c'est encore moins cher que la construction sur viaducs, puisque le réseau de Blakwall à Fenchurch Street, qui est établi de cette façon, revient à plus de 5,400 francs le mètre courant, et pourtant sur ce parcours le prix des terrains est moindre que dans les quartiers que traverse le *Metropolitan-Railway*.

C'est d'ailleurs le plus intéressant de tous, car des sept stations qu'il dessert, trois seulement sont à ciel ouvert ; les autres sont souterraines et éclairées par des soupiraux percés de chaque côté de la voie, débouchant dans les jardins qui bordent la rue sur toute la longueur de la ligne.

Chaque station comprend un étage de plain pied avec la voie publique et c'est de là que partent les escaliers de départ et d'arrivée.

L'exploitation d'un pareil chemin de fer présentait des difficultés qui ont été vaincues par un aérage intelligent, un éclairage

abondant et un système de signaux très perfectionné, établi de façon que deux trains engagés sur la même voie : soit montante, soit descendante, ne peuvent jamais se trouver à la fois entre deux stations voisines; c'est-à-dire qu'un train ne quitte jamais une gare, sans que le train précédent ait dépassé la station suivante.

Quant à la ventilation, elle est d'autant meilleure qu'on ne se sert point des locomotives ordinaires, à cause de la fumée qu'elles dégagent; on emploie des locomotives-tender qui, à ciel ouvert, fonctionnent comme les autres, mais, une fois sous terre, marchent sans fumée.

A cet effet, une soupape, manœuvrée par le mécanicien, ferme la chaudière et les gaz se rendent dans un condenseur rempli d'eau froide, le tirage se trouve ainsi arrêté puisqu'un registre intercepte en même temps l'arrivée de l'air sous le foyer; mais le chauffeur a dû forcer le feu en conséquence, de façon à ce que la vapeur emmagasinée, augmentée de celle qui continue à se produire, soit suffisante pour actionner la machine jusqu'à la prochaine tranchée.

A New-York, il existe aussi un chemin de fer souterrain qui partant de la *Battery* pour aboutir au *Central Park* passe sous la grande avenue, et a environ 18 kilomètres de développement (en y comprenant l'embranchement de la *Madisson Avenue*, qui aboutit à la rivière de Harlem); il est établi naturellement dans les mêmes conditions.

Mais il y en a un beaucoup plus pittoresque parce qu'il emprunte le système aérien sur la plus grande échelle et passe, à son gré, dans les rues les plus fréquentées à la hauteur du premier ou du second étage, quelquefois les deux à la fois, comme au croisement que représente notre gravure; mais on ne se donne pas la peine de construire des viaducs pour le porter, de simples échafaudages soutenus par des colonnes en fonte, quelquefois même en bois, suffisent, sans parapets, naturellement; bien heureux

encore quand on daigne plancheyer la voie pour ne pas atterrer les piétons par la vue, presque à découvert, des trains passant au-dessus d'eux.

New-York n'a pas, du reste, été la première ville américaine à posséder un chemin de fer urbain. Baltimore en avait deux lignes avant elle, toutes deux traversant souterrainement, et beaucoup plus en tunnels complets qu'en tranchées, les plus beaux quartiers de la ville.

Ce chemin de fer, à deux voies, dont la longueur totale atteint à peine 6 kilomètres, a coûté plus de cinq millions de dollars, mais il rend des services en proportion et son exploitation est prospère.

Citons encore, au moins pour mémoire, Liverpool, qui possède aussi son railway souterrain, moins étendu à la vérité, mais suffisant aux besoins de la ville.

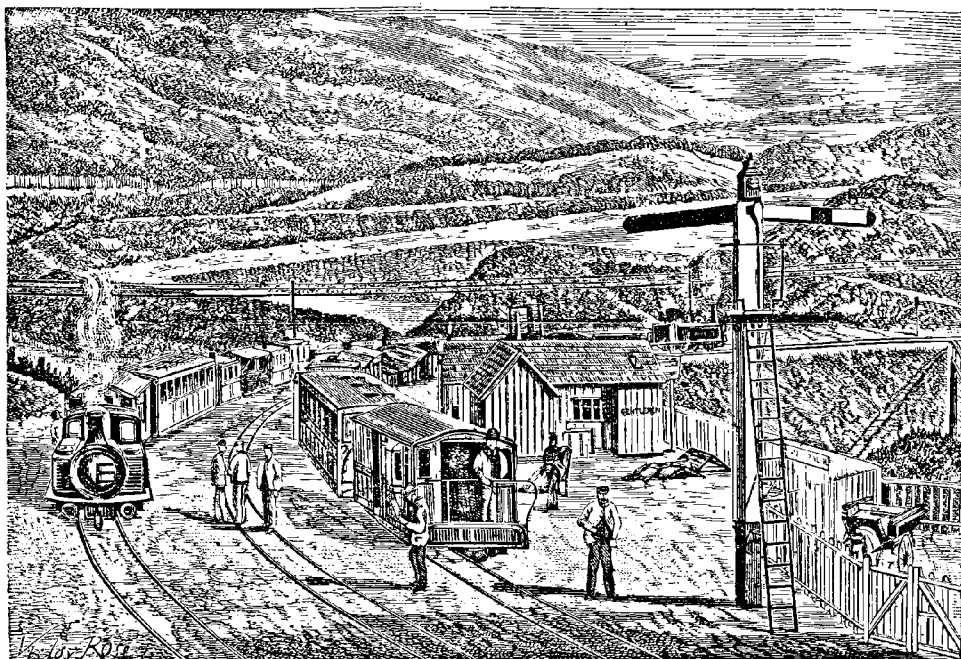
Et en perspective, Vienne et Berlin, où les travaux de construction sont poussés, dit-on, avec assez d'activité.

Paris attend toujours son chemin de fer métropolitain, car le chemin de fer de ceinture ne doit pas être considéré comme tel, bien qu'il relie entre elles toutes les grandes lignes, par la raison qu'il ne dessert que les quartiers excentriques.

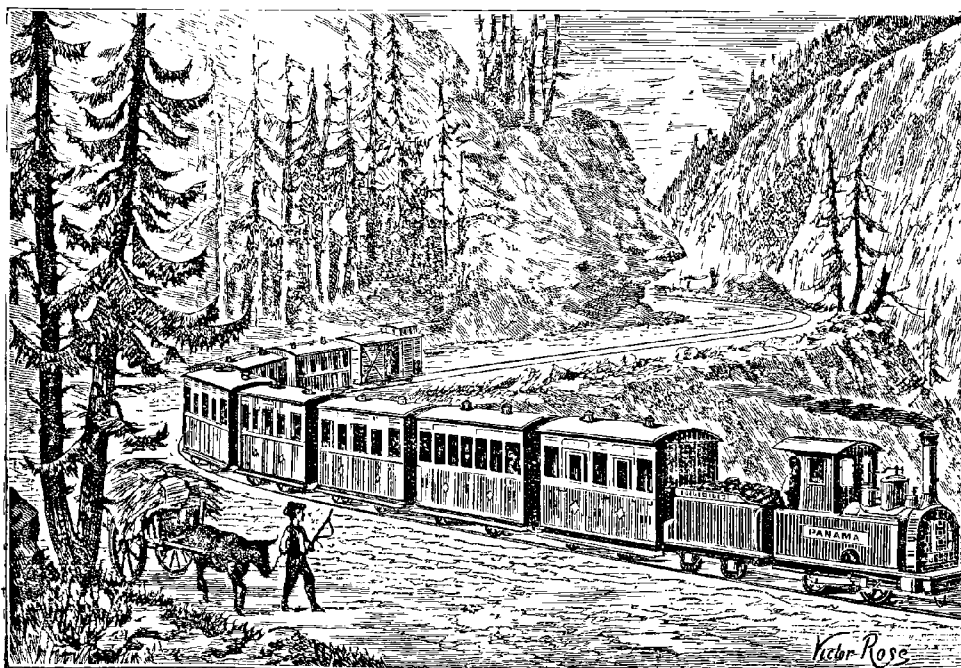
La question paraît pourtant résolue, en théorie du moins. Nous aurons, dans un temps donné, des chemins de fer qui traverseront la ville, puisqu'il s'est formé une compagnie pour leur construction et probablement aussi leur exploitation.

On sait déjà le prix que coûteront les places : trente centimes en première classe et quinze centimes en secondes, pour toutes les stations, avec faculté de correspondance avec les voitures de la compagnie des omnibus; il est vrai qu'on ne sait pas encore d'une façon officielle, où, comment, par quel système seront construits lesdits chemins de fer.

Faute de renseignements certains sur les plans adoptés, s'il y en a, disons toujours



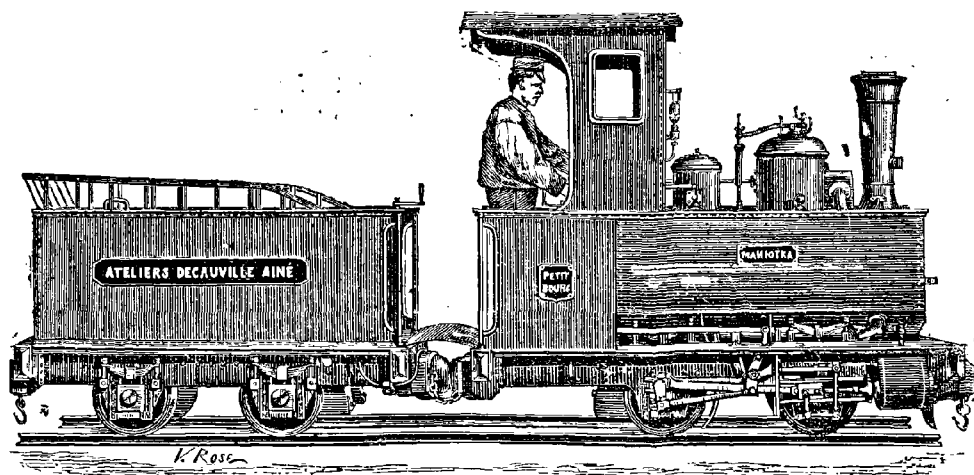
Chemin de fer de Festiniog. — La station de Tan-y-Bwlch.



Chemin de fer à voie étroite de la province de Buenos-Ayres (système Decauville).

quelques mots des projets qu'on a vu se produire depuis trente ans, bien que tous, d'ailleurs, fissent des emprunts plus ou moins larges aux systèmes dont nous venons de parler.

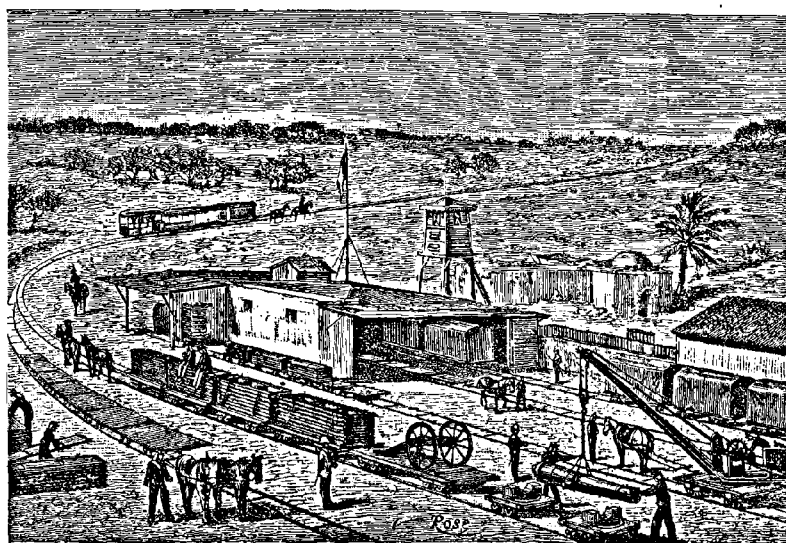
Le projet de M. Telle, qui fit quelque



Locomotive et tender du chemin de fer de campagne (système Decauville).

bruit vers 1855, consistait à établir un chemin de fer ordinaire sur des arcades bâties au milieu des rues, à peu près comme

le viaduc de départ du chemin de fer de Vincennes, et atteignant la hauteur du premier étage.



Gare de départ du chemin de fer de Sousse à Kairouan (système Decauville).

Ce qui ne serait pas impossible, si les chevaux voulaient s'habituer au bruit des trains et les habitants des maisons voisines à la fumée des locomotives.

Le plan de M. Lacordaire, ingénieur des ponts et chaussées, qui voulait établir une galerie souterraine traversant toute la ville, aurait pu être mis à exécution, si l'autorité

municipale d'alors avait consenti à laisser détourner les égouts.

Il fit bien un nouveau projet qui laissait tout en place, parce qu'il creusait son sous-terrain au-dessous du niveau des égouts, mais ce projet a été abandonné.

Même sort était réservé à celui de M. Jules Brame, qui pourtant était des plus séduisants.

Il s'agissait de l'établissement, en viaduc, à la hauteur d'un premier étage, d'un boulevard de fer, dont la chaussée aurait été consacrée à l'emplacement de deux voies ferrées, et les trottoirs réservés au service des piétons et donnant sur deux rangées de maisons à deux façades, l'une sur le boulevard chemin de fer, l'autre sur une voie parallèle affectée aux voitures.

Ces rues seraient naturellement en contrebas, mais elles communiqueraient entre elles au moyen de passages établis sous la voie ferrée, à la rencontre de toutes les rues transversales.

C'était le projet Telle, perfectionné, tellement perfectionné même, au moyen d'escaliers doubles mettant en communication les trottoirs du boulevard avec ceux des rues latérales, et de balustrades bordant lesdits trottoirs avec passerelles pour franchir la voie ferrée; que sa réalisation aurait coûté des sommes fabuleuses, sans parler de la difficulté d'établir les boulevards projetés dans une ville déjà toute bâtie.

L'inventeur objectait à cela que la location des immeubles créés couvrirait une partie des dépenses de construction, mais on ne le crut point sur parole.

Il ne serait pourtant pas impossible que cette idée-là revint sur l'eau, si tant est que nous ayons jamais un chemin de fer métropolitain.

Il y aurait peut-être aussi quelque chose à prendre au projet que M. Carton de Wiart publia lorsqu'il proposa de relier les gares du Nord et du Midi de Bruxelles, par une rue de fer à quatre voies traversant toute la ville.

« Les deux voies du milieu sont à ciel ouvert, tandis que les autres passent sous une galerie recouverte par une terrasse d'une largeur suffisante pour permettre le passage des voitures.

« De cette façon la circulation des convois est rendue tout à fait indépendante de la circulation des voitures et des piétons.

« La rue de fer aura 19 mètres de largeur, 8^m,50 à ciel ouvert et 5^m,25 de chaque côté pour la partie ouverte. La partie de la terrasse destinée au passage des voitures aura 3 mètres de largeur, il restera ainsi 2^m,25 pour établir un trottoir devant les maisons. La circulation des voitures aura lieu dans une direction différente sur chaque terrasse.

« L'impossibilité pour les voitures, de circuler dans les deux sens, présente peu d'inconvénients à cause du peu de distance qui sépare les rues croisées par la rue de fer. Il suffira toujours lorsqu'on voudra changer la direction, d'aller tourner à quelques pas la première rue, et rien ne serait plus facile, du reste, si la distance était trop forte, que d'établir un pont reliant les deux terrasses.»

Aux dimensions près qui, suffisantes peut-être pour Bruxelles, ne le seraient pas à Paris, ce système paraît assez pratique, surtout si l'on pouvait faire la traction des trains autrement que par des locomotives à vapeur.

Les essais que l'on fait maintenant à Berlin, où l'on établit un chemin de fer urbain mû par l'électricité, décideront peut-être la question.

Et si les roues en papier que les Américains fabriquent maintenant d'une façon très sérieuse ne font pas de bruit, leur adoption serait une grande difficulté vaincue.

D'ici là, il faut nous en tenir à nos tramways, dont nous ne dirons rien ici parce qu'en somme, que la traction soit faite par des chevaux ou des machines, ce sont des chemins de fer ordinaires; nous aimons mieux, dans l'intérêt de nos lecteurs,

entrer dans quelques détails sur des applications industrielles plus récentes et surtout plus complètes de la voie ferrée ; en un mot sur les chemins de fer industriels.

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

La seule chose pratique qu'on ait essayée, non pas comme la plupart des systèmes que nous venons d'étudier, pour remplacer les chemins de fer ordinaires, mais au contraire pour les compléter, est le chemin de fer à voie étroite, qui serait excellent pour les lignes d'intérêt local. On peut même dire qui est, puisque quelques applications ont été faites, notamment dans le pays de Galles, où l'on compte déjà plusieurs lignes très prospères, sur voie de 60 centimètres de largeur, et dont la plus importante est le *Festiniog Railway*, qui fait d'ailleurs près d'un million de recettes annuelles.

Il est vrai que ce chemin de fer est outillé comme les grandes lignes ; son matériel roulant n'en diffère que par le volume ; et la traction en est faite par des locomotives Fairlie à six et à huit roues.

Une ligne de ce genre fonctionne dans la République Argentine (chemin de fer de l'ouest de la province de Buenos-Ayres) sur une étendue de 10 kilomètres, qui sera vraisemblablement prolongée.

On peut même en voir une beaucoup plus près de nous, à Petit-Bourg, dans l'usine de M. Decauville, qui a fourni tout le matériel, aussi bien fixe que roulant, du chemin de fer de Buenos-Ayres.

Cette usine, aujourd'hui célèbre dans le monde entier, bien que n'existant que depuis sept ans, est d'ailleurs une vraie curiosité ; car c'est là que se fabriquent, de toutes pièces, les chemins de fer portatifs, à tous usages, pour les charrois à petite distance, connus partout sous le nom de porteurs Decauville et qui, à cause de cela, méritent une description.

Il va sans dire que le fondateur de l'usine

de Petit Bourg, n'est pas le seul constructeur qui s'occupe avec succès des chemins de fer portatifs industriels, mais comme il a précédé ses émules dans la carrière, comme il a apporté au système tant de perfectionnements qu'on peut dire qu'il l'a en quelque sorte inventé, il est tout naturel que nous l'étudions chez lui, pour en faire connaître à nos lecteurs les détails intéressants.

Le porteur Decauville est un chemin de fer en miniature, il possède tous les éléments constitutifs, tous les accessoires d'exploitation des grandes lignes, avec ces avantages en plus :

1° Qu'il peut servir comme voie fixe, restant en place, comme un chemin de fer ordinaire, et, dans ce cas, les trains acquièrent, selon le moteur adopté, une vitesse variable, mais qui peut atteindre 12 kilomètres par heure si la traction est faite par des chevaux.

2° Qu'il peut servir comme voie mobile, que l'on enlève derrière le train pour la poser par devant, au fur et à mesure de son avancement ; dans ce cas, la vitesse varie entre un ou deux kilomètres à l'heure selon le nombre d'hommes dont on dispose pour la manœuvre des bouts de voie.

3° Qu'il peut se poser, par n'importe qui sur n'importe quel sol, sans connaissances spéciales, sans travaux d'installation préalables.

On va comprendre pourquoi :

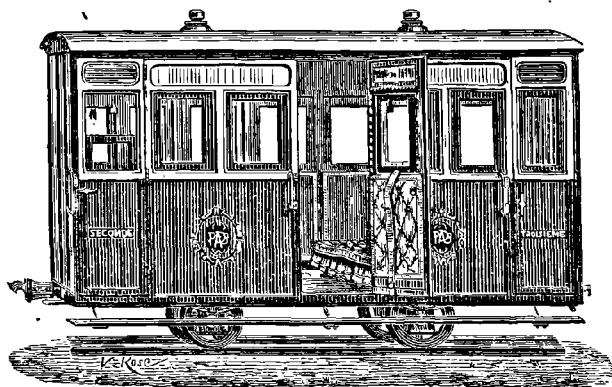
La voie se compose de rails à patins en acier, dont la force varie selon leur écartement ; ainsi pour les voies de 40 centimètres, les rails pèsent 4^{kg},50 le mètre ; pour les voies de 50 centimètres, 7 kilogrammes ; de 60 centimètres, 9^{kg},50, et de 75 centimètres, 12 kilogrammes.

Ces rails, coupés par bouts de 5 mètres pour les parties droites, de 2^m,50 et même de 1^m,25, pour les parties courbes et les changements de voie ; sont reliés ensemble par des traverses embouties, ce qui donne aux travées l'apparence d'une échelle qui

peut être transportée facilement : par un seul homme pour les voies de 40 et 50, et par deux pour les voies plus larges.

Ces travées se posent tout simplement

sur le sol, l'une au bout de l'autre, sans qu'il soit besoin d'employer ni chevillette ni boulon, pour en faire la jonction ; puisque l'un des bouts qu'on appelle le bout mâle est



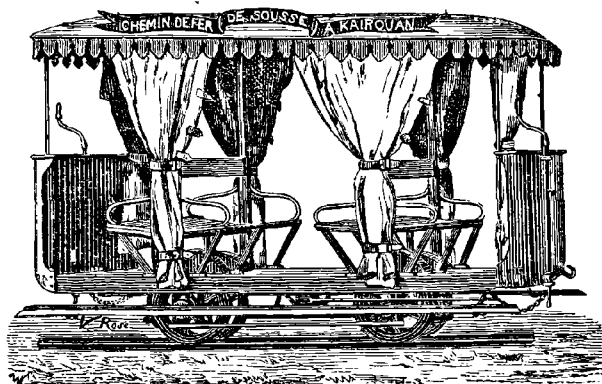
Voiture mixte de 1^{re}, 2^e et 3^e classe.

armée de clisses rivées sur un seul côté du rail.

Il suffit donc de pousser ce bout mâle sur le champignon du rail déjà en place, et qu'on appelle bout femelle, pour obtenir une solidité telle que la voie peut être soulevée en entier sans que la jonction se détruise.

Voilà pour les voies portatives ; il va sans

dire que si l'on veut poser plus solidement une voie fixe on peut l'établir sur des traverses, mais ce n'est pas indispensable et l'expérience a démontré que, dans la plupart des cas, il suffit de faire une fouille de cinq centimètres de profondeur à la place que la voie doit occuper, et de combler ensuite le vide avec un ballastage de terre pilonnée,



Wagon découvert à 8 places.

de macadam ou d'asphalte, si la voie doit être traversée par des voitures.

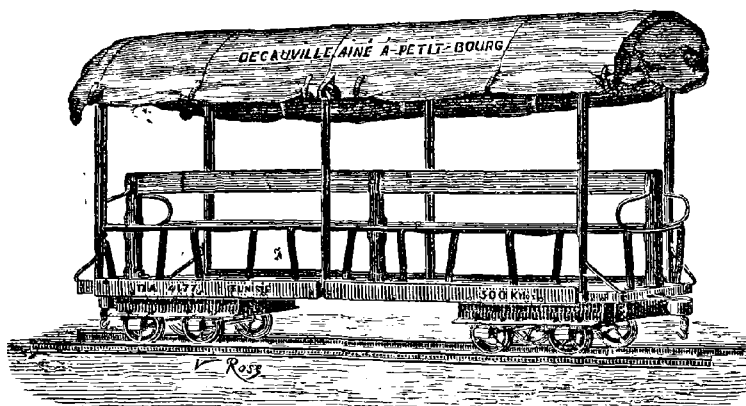
Les voies courbes, se raccordant par bouts de 2^m,50 et de 1^m,25 avec les voies

droites, sont naturellement dans les deux directions (droite ou gauche) ; leur rayon est de 8 mètres pour la traction par cheval, de 6, de 4, et même moins, selon les conditions

particulières du terrain, pour le travail de l'homme.

Outre les différentes travées dont nous avons parlé, il y a encore des petits bouts

de voie de 25 centimètres de longueur, qu'on appelle des passe-partout; ils servent au raccordement des voies, quand, par hasard, on se trouve, en pose portative, obligé



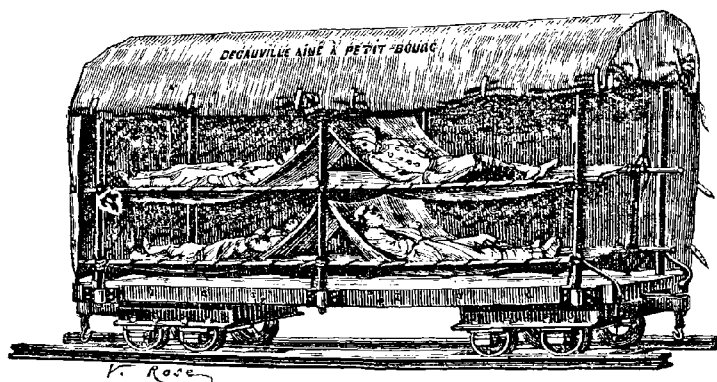
Wagon de troupe à 16 places.

d'employer des courbes qui se trouveraient bout mâle contre bout mâle, ou bout femelle contre bout femelle.

Il est vrai qu'on a remédié à cet inconvénient par la création des voies hybrides, appelées ainsi parce que chaque bout de

voie est à la fois mâle et femelle, le rail de droite se terminant par une jonction mâle et celui de gauche par une jonction femelle.

Ce système demande un peu plus de travail pour la pose, mais il a sur l'autre l'avantage de la solidité et même de l'éco-



Wagon ambulance.

nomie; puisque chaque courbe peut servir indifféremment dans la direction de droite ou de gauche.

Tous les cas d'établissement de voie sont d'ailleurs prévus par le système Decauville.

Lrv. 52.

Ainsi : pour les passages à niveau il y a des travées spéciales, de 1^m,25 de longueur (pour suivre plus rigoureusement le bombement des routes qu'il s'agit de traverser) dans lesquels les rails ne sont pas en relief, mais encastrés dans des madriers de

52

chêne boulonnés solidement sur les traverses d'écartement, de façon à ce que les roues des voitures puissent les franchir sans cahots.

Pour les croisements de voie, il y a des aiguilles se manœuvrant soit à la main, soit d'un coup de pied, en passant, s'il s'agit d'une simple bifurcation ; soit au moyen de leviers comme celles des chemins de fer, si le changement de voie est à double effet.

Il y a aussi des plaques tournantes, faites sur le modèle de celles des grands chemins de fer, pour les voies fixes, et des plaques tournantes mobiles pour les voies portatives.

Celles-ci se composent de deux plateaux superposés, l'un en forte tôle, sur lequel sont fixés le pivot, les taquets d'arrêt, les raccords de voie et les huit fers demi ronds qui remplacent les galets de roulement, l'autre en fonte, supportant le wagon et pouvant tourner autour du pivot. Un anneau, fixé au milieu de ce plateau pour le soulever, sert de bouchon qui se dévisse pour permettre le graissage du pivot.

On peut, du reste, suppléer à l'emploi des plaques tournantes, lorsqu'on ne prévoit pas avoir à faire de changements de voie à angle droit, par un appareil très ingénieux qu'on appelle *dérailleur* ; c'est une sorte de plan incliné, dont un bout est de même niveau que la voie et qui va s'amincissant régulièrement jusqu'à l'autre bout ; la pente, si faible qu'elle soit, entraîne insensiblement les wagons, qui sortent de la voie pour passer sur une autre.

Ce qui permet — le dérailleur ne faisant qu'une seule pièce avec ses traverses et ses éclisses — de greffer instantanément des voies portatives, à droite et à gauche, à un endroit quelconque de la voie fixe.

Sur ces petits chemins de fer si faciles à établir, et que pour cette raison on rencontre maintenant dans toutes les grandes usines, dans toutes les importantes exploitations agricoles ou forestières, on peut faire rou-

ler soit à bras d'hommes, soit par traction de chevaux ou de locomotives, à peu près toutes sortes de wagonnets ou wagons, car l'usine de Petit-Bourg en construit 90 types différents : depuis la civière à charroyer le fumier, jusqu'aux trucs capables de transporter les plus gros canons et les pièces de bois les plus lourdes.

M. Decauville ne s'est pas contenté de donner à l'industrie et à l'agriculture, ces deux mamelles de la France, les moyens de locomotion économique qu'elles attendaient depuis longtemps ; il ne lui a pas suffi de créer des matériels spéciaux pour tous les besoins de l'agriculture, pour toutes les nécessités industrielles, il a pris aussi en considération les exigences de la guerre moderne, et imaginé des chemins de fer de campagne, qui ont été expérimentés d'abord dans le Turkestan, pendant la guerre Turco-Russe, et plus récemment en Tunisie, pendant notre expédition contre les Kroumirs.

Nous ne dirons rien ici de ses wagonnets industriels, parce qu'au cours de cet ouvrage nous ne manquerons pas d'occasions de parler de leurs ingénieuses dispositions, mais nous étudierons le matériel de campagne du chemin de fer de Sousse à Kairouan, improvisé en quelques semaines, et qui n'en a pas moins donné de très bons résultats, à telles enseignes qu'il fonctionne encore aujourd'hui, et que depuis janvier 1883, on y a créé un train express qui part tous les matins de Sousse et se rend à Kairouan (65 kilomètres) en cinq heures, par traction de chevaux ; car, sur ce chemin de fer, aussi bien que sur celui du Turkestan, qui avait 106 kilomètres de longueur, on a dû renoncer à l'emploi de la locomotive, qui, bien que très légère (trois tonnes à vide), est encore trop lourde pour une voie construite hâtivement sans terrassement, sans ballastage, malgré les différences de nature du sol, qui, très sablonneux d'abord, est extrêmement marécageux dans les dix derniers kilomètres.

Du reste, la locomotive, excellente sur une voie fixe établie avec assez de loisir pour qu'on puisse en assurer la solidité, n'a jamais été préconisée par M. Decauville pour les chemins de fer militaires de campagne, qu'il faut presque toujours improviser.

Il prétendait, et l'expérience lui a donné raison, que la traction par chevaux était préférable, en ce sens qu'en terrain plat, ils ne font pas beaucoup moins de travail qu'une locomotive, et que, sur les pentes, ils en font beaucoup plus, puisqu'ils peuvent gravir, sans grand effort, des côtes de douze à quinze pour cent, tandis que la locomotive perd tout son effet utile si la rampe dépasse trois pour cent.

Ne parlons donc que pour mémoire de cette locomotive, malgré son intérêt spécial comme réduction des puissantes machines de nos grandes lignes, et passons au matériel roulant, presque aussi varié que sur les chemins de fer ordinaires.

Il n'y a point de wagons-écuries, parceque, déduction faite du temps qu'il faudrait perdre à l'embarquement et au débarquement, la cavalerie va tout aussi vite sans le secours du chemin fer de campagne, créé plus spécialement pour le transport du matériel, des approvisionnements, de l'infanterie et de l'artillerie.

Il y a des wagons plate-forme pour le transport des canons de campagne sur leurs affûts; pour les pièces plus lourdes il y a des trucs spéciaux composés de deux trains indépendants (ce qui permet leur passage dans les courbes) et munis chacun d'un encastrement dans lequel le canon se pose au moyen d'une grue.

Le transport des hommes se fait : 1° par wagons mixtes fermés, composés d'un compartiment de première classe (pour les officiers) et de deux demi-compartiments de seconde et de troisième classe, le tout installé avec confortable, et la caisse des premières avec plus de luxe même que sur les chemins de fer français.

Ce type n'est d'ailleurs pas spécialement créé pour les chemins de fer militaires; il roule depuis plusieurs années sur les lignes particulières que les planteurs de nos colonies, de Porto-Rico et même de Java ont installés sur leurs exploitations.

Ce qui est plus particulier au chemin de fer militaire de Tunisie c'est :

2° Le wagon découvert à huit places, installé comme un break ou une tapissière élégante.

3° Le wagon de troupe à seize places, dont les banquettes sont placées dos à dos comme sur les impériales de nos omnibus.

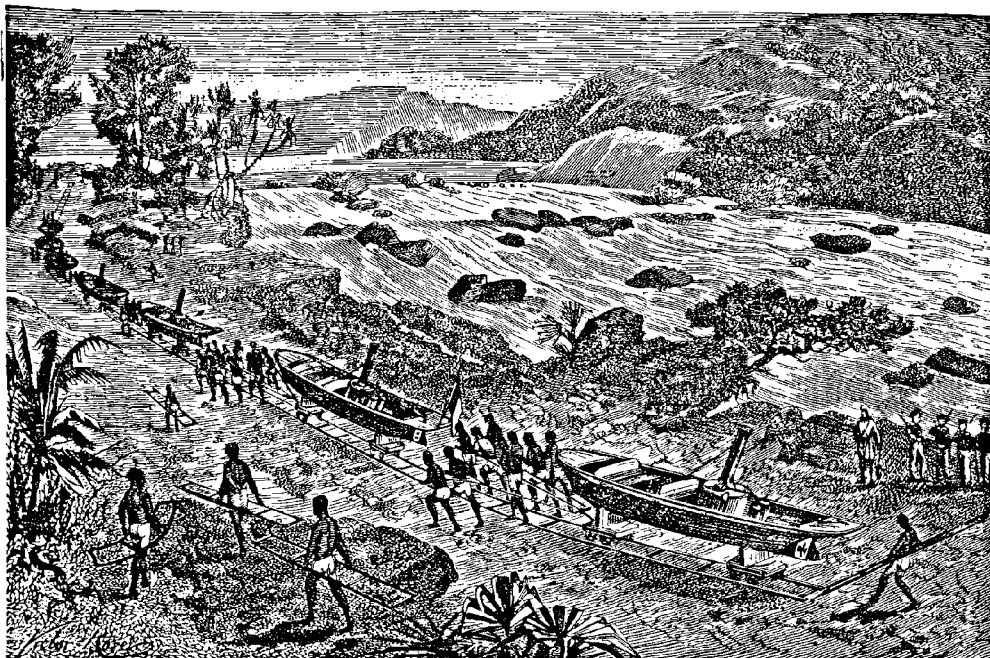
Et 4° le wagon ambulance, affecté spécialement au transport des blessés et pouvant en contenir quatre, sur des hamacs, comme on le voit par notre dessin.

Nous disions tout à l'heure que le Decauville fonctionnait dans les contrées les plus éloignées; nous aurions pu citer le Japon, Saïgon, Java, Natal, l'Uruguay, le Vénézuëla, le Pérou, où il y a plus de trente kilomètres de voie, le Mexique tout autant, Porto-Rico beaucoup plus, puisqu'on y compte trente-sept installations particulières d'un grand développement — ce qui en somme n'a rien de bien extraordinaire, étant connus les succès du système, qui a été la curiosité des expositions où il s'est montré depuis sept ans qu'il existe.

Mais ce qui étonnera davantage, c'est d'apprendre son entrée jusque dans l'Afrique centrale; c'est un fait, pourtant : par trois fois déjà, il y a pénétré, emporté par des explorateurs qui, chargés de s'assurer si le fleuve Ogôoué communique, réellement comme on le croit, avec la rivière de Congo, n'ont pas trouvé d'autre moyen de côtoyer le fleuve, que leurs canots à vapeur ne peuvent descendre partout, à cause des rapides qui empêchent fréquemment la navigation.

Moyen excellent d'ailleurs, puisque les deux systèmes de locomotion se complètent l'un par l'autre.

En effet, le fleuve est-il navigable, ils



Porteur Decauville sur les rives de l'Ogôoué.

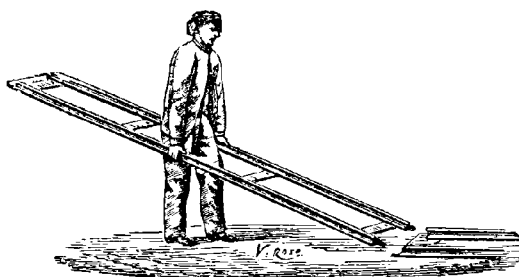
marchent chargés du chemin de fer portatif qui, intelligemment emballé tient fort peu de place ; approche-t-on des rapides, le chemin de fer est déballé, posé sur le sol, et sert à son tour à traîner les canots qui, sur des trucs faits exprès, outillés d'ailleurs comme ceux qui portent les canons, peuvent prendre place avec leur chargement complet.

Cent vingt-cinq mètres de voie ont suffi aux premiers explorateurs pour convoyer leurs sept canots, et il faut croire qu'ils ont

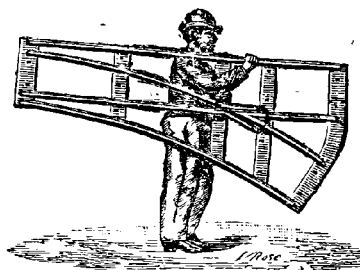
rendu de vrais services, puisque les deux expéditions qui sont parties depuis, l'une de Belgique et l'autre de France, se sont pourvues d'un matériel semblable.

Il serait curieux que ces courageuses explorations, si souvent renouvelées et toujours plus ou moins infructueuses, trouvassent des résultats, grâce à de nouveaux moyens de locomotion.

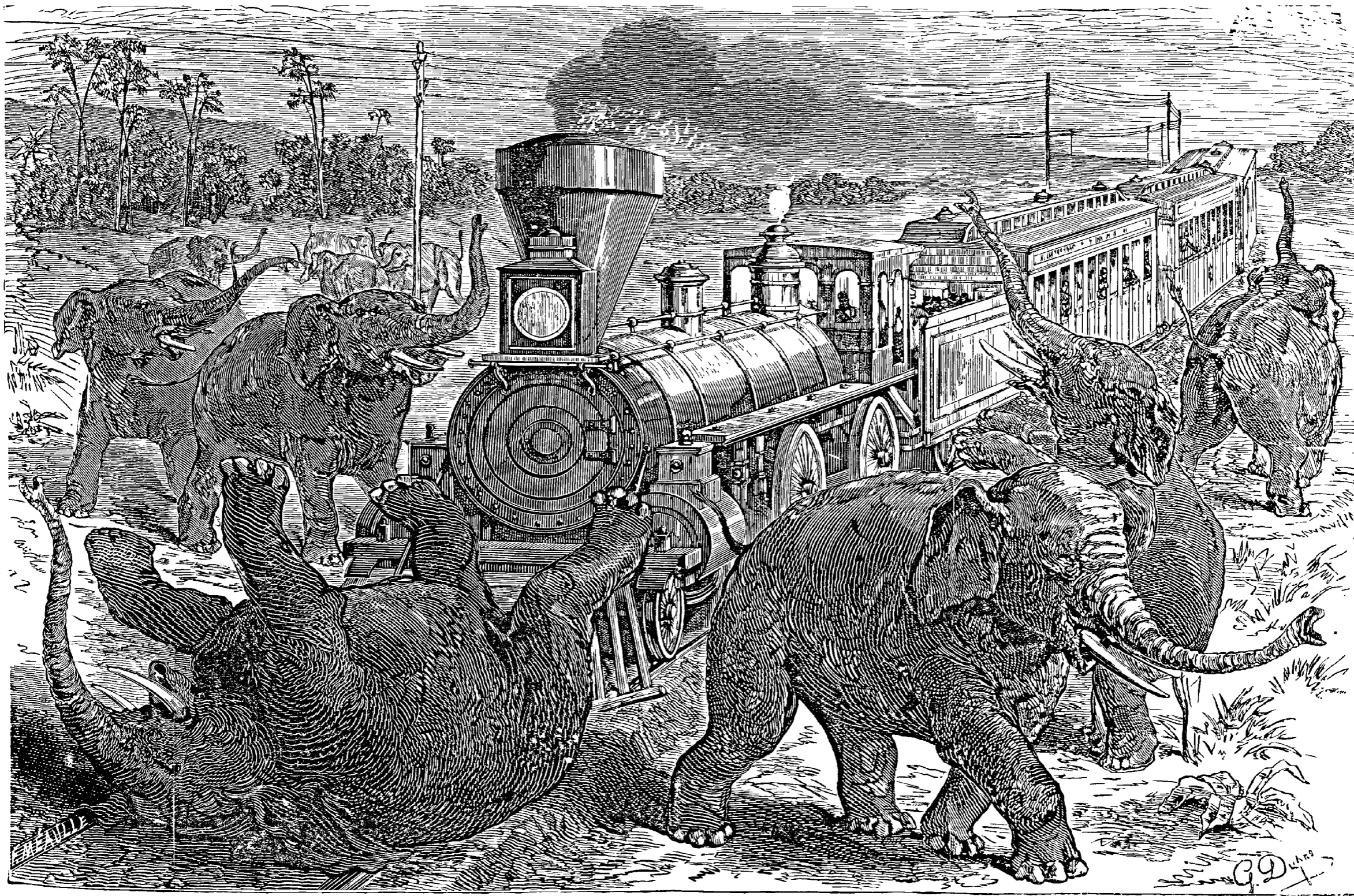
Curieux, oui, mais pas anormal, car ce qui le mieux aide au progrès, c'est le progrès lui-même.



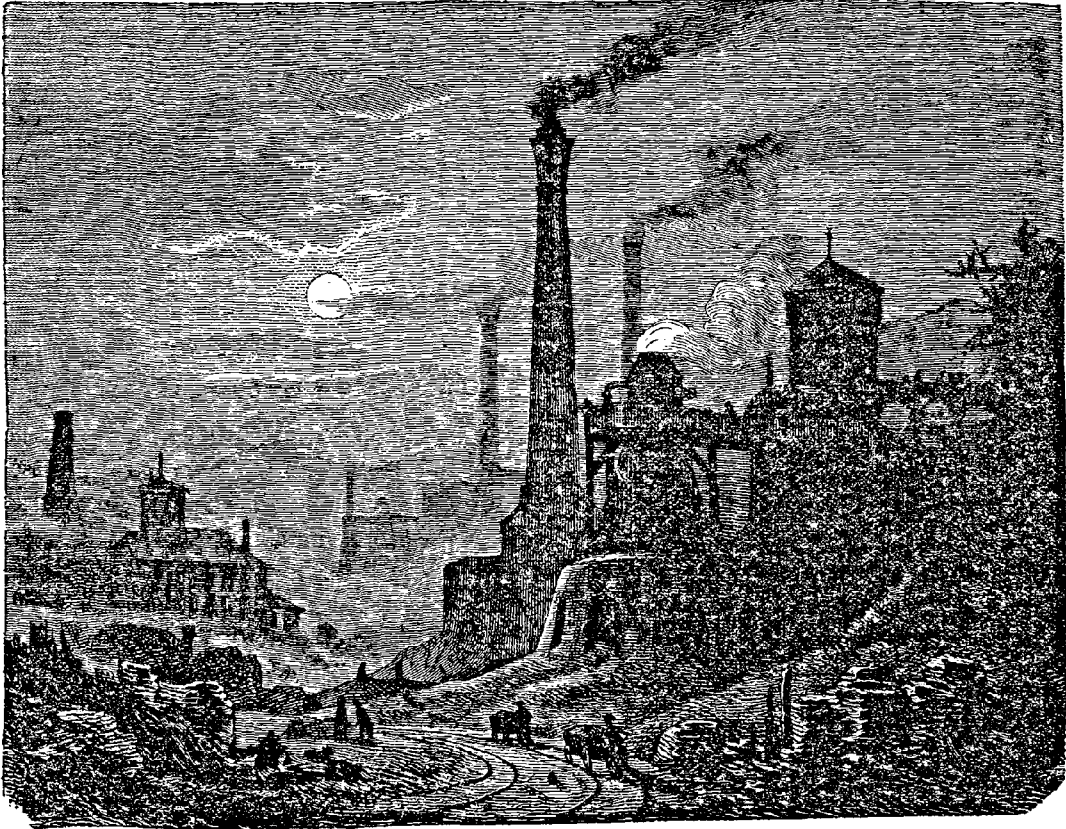
Rail Decauville. - Partie droite.



Rail Decauville. - Bifurcation.



TRAIN ATTAQUÉ DANS L'INDOUSTAN PAR UNE TROUPE D'ÉLÉPHANTS.



LES MINES ET LES CARRIÈRES

LES GISEMENTS

L'industrie minière, aussi vieille que le monde, a pour objet, depuis que l'humanité a été éclairée par les premières lueurs de la civilisation, la mise en valeur des richesses inépuisables, enfermées plus ou moins profondément dans les entrailles de la terre; c'est-à-dire l'exploitation des mines et des carrières.

Sans vouloir faire ici un cours de géologie, même élémentaire; sans prétendre expliquer, sinon au point de vue pratique, les

phénomènes d'accumulation et de formation des matières minérales, nous dirons cependant quelques mots sur ces accumulations, qu'on appelle les gisements.

Chacun sait que l'écorce terrestre, du moins dans l'épaisseur qu'il nous est donné de connaître, est composée d'un grand nombre de substances, de natures diverses, qui, selon la façon dont elles se présentent, prennent les noms de terrains ou de roches.

On appelle terrains l'ensemble de différents groupes géologiques; réunis par assises de différentes natures, ou mélangés en-

semble et disséminés, par parcelles plus ou moins considérables, qualifiées selon les cas : de *grains*, *cristaux* ou *paillettes*.

Par contre on appelle roches, la réunion des substances de même nature en grandes masses; mais comme ces agglomérations n'ont pas la même origine, on distingue deux sortes de roches.

Les roches sédimentaires ou stratifiées (la science dit aussi *neptuniennes*) sont de formation aqueuse; c'est-à-dire que les matériaux qui les composent ont été entraînés en fragments, par les eaux fluviales et déposées en couches qui se sont solidifiées par le travail des siècles, tels sont tous les calcaires et les schistes ardoisiers.

Et les roches éruptives, volcaniques, ou *plutoniennes* qui sont de formation ignée et ont été constituées par des matières enfouies au-dessous de la croûte terrestre, que les forces souterraines ont poussé progressivement ou d'un seul jet, à une distance plus ou moins grande de la surface, quelquefois même au-dessus de la surface : tels sont les granits et les marbres.

Au point de vue de l'exploitation, les roches sont classées :

En *roches tendres*, qui ne font pas feu au choc de l'acier, elles comprennent la houille, les argiles, les schistes ardoisiers, le sel gemme, les calcaires marneux ou crayeux et les alluvions agglutinées par un ciment calcaire ou ocreux.

En *roches traitables*, non scintillantes, mais de deux sortes : les roches à texture molle, comme le grès de Fontainebleau, le grès houiller, le calcaire siliceux; et les roches très tenaces, comme le marbre, les schistes métamorphiques, les serpentines, et les hématites non quartzéuses.

En *roches tenaces*, dont la nature est scintillante et comprenant outre les roches quartzéuses : les hématites compactes, le fer oxydulé, les pyrites de fer et de cuivre. Et en *roches récalcitrantes*, composées généralement du quartz, dans lequel est mé-

langé en quantité plus ou moins abondante, le minéral métallique précieux.

Des trois éléments distincts de la formation de la croûte terrestre, il s'ensuit que les gisements de matières exploitables affectent trois formes principales : en couches pour les roches sédimentaires, en coulées pour les roches éruptives, et en amas pour les terrains.

Mais ces formes se subdivisent comme nous allons le voir en les étudiant séparément.

LES COUCHES

Les couches ou Strates, qu'on appelle aussi *bancs* quand elles sont très épaisses et *lits* ou feuilletés, quand elles sont minces sont, comme nous l'avons dit déjà, des dépôts de matériaux sédimentaires qui, accumulés par l'action des eaux pendant une même période de tranquillité, sont entassés par assises, d'une nature souvent très différente.

Formées par des fleuves au cours très régulier, on doit présumer qu'elles sont étendues horizontalement l'une sur l'autre, et c'est ce qui arriverait généralement, mais toutes les couches n'ayant pas la même origine; puisque les houilles sont des végétaux fossiles décomposés par le fait de leur accumulation, dans des lacs intérieurs remblayés depuis par l'affaissement des terres; puisque les sels gemmes proviennent d'une évaporation et que certains autres minéraux sont produits par des actions chimiques, il s'ensuit de nombreuses exceptions, provenant surtout des révolutions qui se sont produites dans l'écorce terrestre depuis la formation des couches, et qui les ont dérangées de leur position primitive.

Les unes sont simplement inclinées de droite ou de gauche, d'autres décrivent des courbes considérables, d'autres même comme on le voit surtout dans le bassin houiller de Mons, sont dites plissées, parce qu'en effet elles affectent la forme qu'on

pourrait donner à une feuille de papier, en la froissant entre ses mains.

Il arrive aussi que les couches sont brusquement interrompues par l'effet d'un déchirement de la roche, d'un affaissement partiel, laissant une cavité béante qu'on appelle *faille*; ce qui a dérangé d'une façon plus ou moins notable la position de la couche, dont la continuité se retrouve seulement plus haut ou plus bas; c'est-à-dire au-dessus ou au-dessous de l'intervalle de matière étrangère, qu'on appelle indifféremment *saut* ou *rejet*.

Quelquefois même, une faille supprime complètement la couche, ou du moins change sa nature, et il n'est pas rare dans une exploitation houillère de rencontrer après une faille, un petit banc de schiste. Ces accidents qu'on appelle *barrage*, rentrent du reste dans la catégorie des changements de nature, qu'il est difficile de prévoir et que l'exploitation seule fait découvrir.

Les couches, comme tous les gisements d'ailleurs, se définissent scientifiquement par leur direction, leur inclinaison, leur allure et leur puissance.

La direction d'un gîte se désigne par la position de son plan horizontal, par rapport au méridien, ainsi l'on dit par exemple qu'un gisement est S. 30° N. si la ligne idéale, tracée horizontalement sur la couche, part d'un point situé à 30° du sud, pour aboutir à un autre point distant de 30° du nord.

L'inclinaison se calcule par l'angle qu'une ligne droite, tirée de l'extrémité de la plus grande pente, ferait avec l'horizon.

L'allure est la manière dont la couche se dirige, soit en étendue soit en inclinaison.

Quant à la puissance c'est l'épaisseur du gisement, épaisseur qui peut varier selon que la couche rencontre des étranglements ou des renflements, qu'on appelle selon leur nature particulière : *crans*, *crochons* ou *couffées*.

Au point de vue de l'exploitation, il y a

d'autres dénominations qu'il est bon de connaître dès maintenant.

Ainsi les mineurs appellent *chapeau*, *tête* ou *crête*, l'affleurement de la couche au sol.

Salbandes, les faces principales de la substance qui compose la couche à exploiter.

Épontes, les parois de la roche de nature étrangère, dans laquelle est enfoui le gisement, ces parois touchent naturellement aux salbandes.

Le *mur* de la mine est l'éponte inférieure; c'est-à-dire le banc sur lequel la couche est assise, on l'appelle aussi sol par la même raison.

Le *toit* ou *faîte*, est l'éponte supérieure, c'est-à-dire le banc qui surmonte la couche.

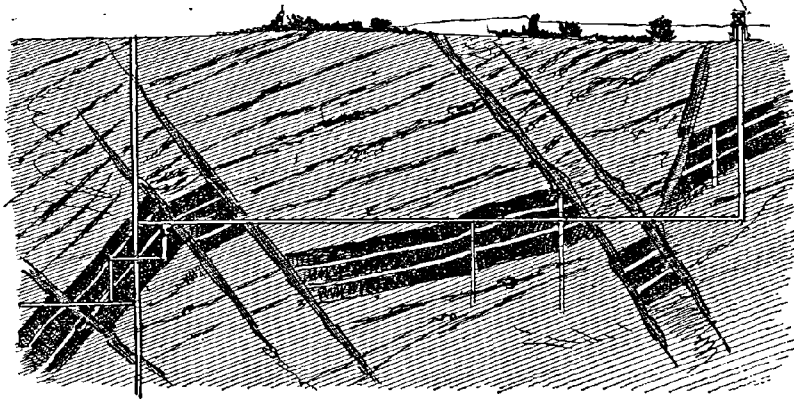
Ces termes connus, il nous sera plus facile d'être clair dans la suite de notre description.

LES FILONS

Les filons sont des failles, produites dans les roches, par les bouleversements de l'écorce terrestre, et remplies postérieurement soit en totalité, soit en partie; de matières minérales dont la nature diffère selon le mode de remplissage qui, d'après M. Élie de Beaumont ne s'est pas toujours opéré de la même manière.

« Quelques filons métalliques ont été remplis de matières fondues qui y ont été injectées, et en cela ils ressemblent aux filons de basalte et de porphyre. D'autres, et la plupart des filons métalliques sont dans ce cas, paraissent avoir été remplis par des matières tenues en dissolution dans des eaux, qui peut-être étaient à une haute température. D'autres, enfin, paraissent avoir été remplis par des matières sublimées ou entraînées par un courant gazeux. »

Pour cette raison, les filons sont composés de zones superposées et le plus souvent symétriques par rapport aux salbandes, ce qui leur donne un aspect ruhané plus ou moins accentué par les reliefs de la roche

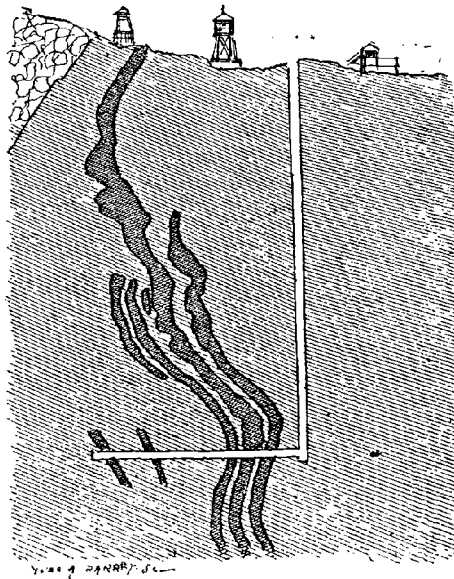


Couches interrompues par des failles. — (Mines de Blanzv.)

encaissante et qu'on appelle le *remplissage*, lorsqu'ils s'intercalent trop apparemment dans le filon.

Du reste, la faille n'est jamais remplie en totalité d'une même matière; la matière utile, celle qu'on exploite en un mot, s'appelle *minerai*, tandis que la matière étrangère, qui se trouve plus ou moins abondamment dans le filon prend le nom de *gangue*.

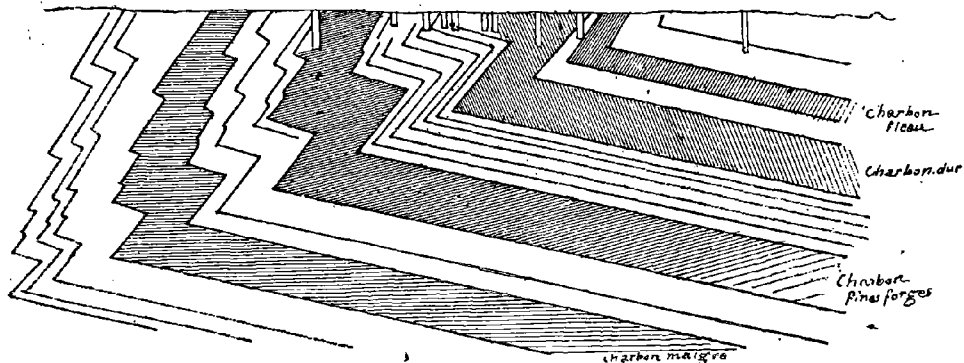
Il faut remarquer cependant que dans



Couches peu inclinées. — (Mines du Creuzot.)

certains cas, la gangue peut devenir le minerai et *vice versa*; par exemple si dans deux filons de composition semblable on exploite de la galène et de la blende, mais cela ne constitue pas une exception, puisqu'alors la galène et la blende sont tour à tour matière utile, ou matière sans valeur.

Contrairement à la couche, dont le changement de puissance est un accident, la manière d'être du filon, est l'inégalité de puis-



Couches plissées (bassin houiller de Mons, entre les puits de l'Agrappe et de Cache-Après).

sance; cela tient à sa formation même, | grande largeur dans leur partie la plus
car en général les filons ont leur plus | profondément encaissée et se terminent en



Roches sédimentaires. — Carrière de ciment à Grenoble.

pointe du côté de la surface de la terre. | la puissance d'un filon soit en rapport avec
Mais, bien qu'on admette en principe que | sa longueur, son amoindrissement n'est pas
Liv. 53. 53

régulier et il présente presque normalement les étranglements et les renflements alternatifs, qui ne se trouvent qu'accidentellement dans les couches ; lorsque ces changements de puissance sont nombreux, on dit que le filon est en chapelet.

Du reste, rien de plus variable que les formes du filon, quelquefois il n'a que quelques mètres de largeur sur une puissance de quelques millimètres (dans ce cas on lui donne seulement le nom de veine), quelquefois il est immense comme celui de la *Veta Madre* (mines d'argent de Guanaxato au Mexique) qui a plus de quinze kilomètres de longueur sur quarante mètres de puissance ; quelquefois il est presque à fleur de terre (mines d'étain) ; quelquefois à des profondeurs considérables (mines de cuivre).

Si la plus grande partie se terminent en pointe, on en voit aussi qui se ramifient en plusieurs branches, d'autres qui forment des enchevêtrements qu'on appelle *stocoverks*, d'autres même qui s'arrêtent brusquement, ayant rencontré une faille préexistante qu'ils n'ont pas pu traverser.

En général, un filon est rarement isolé, et lorsqu'une localité en renferme plusieurs de même nature, ils sont presque toujours dans une situation parallèle, ce qui prouve qu'ils sont du même âge puisque la force qui les a produits les a dirigés dans le même sens.

Si au contraire ils n'ont pas même origine, ils sont généralement inclinés en sens contraire et se rencontrent presque toujours. Le plus récent prend alors le nom de filon croiseur et le plus ancien celui de filon croisé.

Quelquefois ces deux filons réunis marchent ensemble mais le plus souvent ils conservent chacun leur direction propre, le croiseur poursuivant sa marche à travers l'autre : soit directement, soit en subissant momentanément l'influence du premier et en ne reprenant son cours qu'à une certaine distance.

Lorsque cette circonstance se produit, ce qui arrive toujours lorsque le plus petit filon ne coupe pas l'autre en suivant la ligne de sa plus grande pente on dit que le filon croiseur est rejeté par le filon croisé.

Quant à la direction du filon on peut la considérer comme invariable. Cependant, s'il passe d'une roche de matière ignée dans une roche sédimentaire, il se produit alors dans le sens de la stratification une déviation qui fait donner au filon le nom de filon couché.

Ce terme désigne aussi les filons, qui se trouvent enfermés entre les strates même des terrains sédimentaires, le cas est assez rare, car si le filon est d'une certaine puissance on ne doit plus l'appeler autrement que couche, à moins pourtant que ce filon ne doive son origine à une altération, par l'action du feu, ou un phénomène d'ignition quelconque, de la roche sédimentaire qui l'enferme, auquel cas, il prend le nom de *filon métamorphique*.

Quelques exploitations de mercure, de plomb et de cuivre ont pour base des filons de cette nature.

On appelle *filon de contact*, celui qui se trouve placé à la jonction de deux terrains de nature différente, c'est-à-dire dans les fissures qui se sont produites au passage de la roche éruptive dans la roche ou le terrain préexistants.

Le type le plus remarquable de ce genre est le filon aurifère exploité à la mine d'or d'Eureka en Californie ; dans ce cas, du reste, tout est le fait de la roche éruptive, car c'est elle qui a produit la fente et c'est elle aussi qui a injecté le minerai.

Mais, le métal que l'on trouve plus généralement dans les filons de contact est le cuivre, qui s'engendre le plus souvent dans les roches vertes telles que serpentines, diorites, euphotides, aphtes, amphiboles et autres de la même famille.

Lorsque la configuration des terrains oblige le filon de contact à des déviations,

répétées on l'appelle filon en escalier, mais, de toutes façons, ces sortes de gisements différent des filons rubanés dont les types les plus complets se rencontrent en Saxe et dans le Harz, par la distribution du métal qui y est toujours irrégulière et inégale, le minerai étant du reste noyé dans une quantité considérable de gangue.

Un dernier renseignement qui s'applique à tous les filons, quelle que soit leur nature, presque jamais ils ne remplissent exactement la faille qui leur a donné naissance; et les espaces invariablement tapissés de cristaux qu'ils laissent vides dans la roche, s'appellent *fours* ou *poches*.

LES COULÉES

Les coulées sont une conséquence de la formation des roches ignées.

On sait que les matières volcaniques qui les composent ont été bouleversées par les révolutions terrestres et que, poussées par des forces souterraines, elles ont déchiré les couches solides qui les recouvraient pour se frayer un passage au travers.

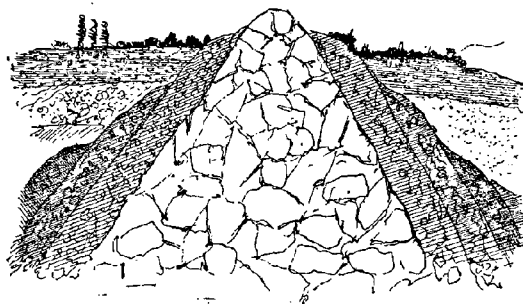
Selon la puissance de projection et les résistances trouvées, ce phénomène varie d'aspect. Ainsi, dans certains cas, les matières métalliques se sont arrêtées avant d'arriver à la surface et se sont répandues dans les interstices, dans les boursouflures que présentait alors l'écorce terrestre, brusquement soulevée, à peu près comme les filons, dont nous avons déjà parlé, ont rempli les failles dans les roches sédimentaires; aussi appelle-t-on les gisements produits de cette façon *filons éruptifs*.

Quelquefois les matières ignées, poussées plus vigoureusement, ou rencontrant moins d'obstacle dans la nature du sol supérieur, ont traversé complètement ce sol, et se sont élevées au-dessus à des hauteurs plus ou moins grandes, en masses plus ou moins considérables, sous forme de dômes irréguliers, de pics, de colonnes, d'aiguilles;

c'est ce qui constitue les basaltes, les granits et la plupart des quartz.

Les Dykes, espèces de barrages que l'on rencontre souvent dans les filons et dans les couches stratifiées, sont généralement considérés comme d'origine éruptive, étant en quelque sorte des ramifications, des racines, des protubérances ignées.

Quelquefois encore, souvent même, les matières en éruption se sont trouvées, en arrivant à la surface du sol, trop fluides pour continuer leur ascension et se sont répandues à une distance d'autant plus grande de leur point de sortie que la pente du terrain était plus considérable, et se sont solidifiées par un refroidissement très lent en masses irrégulières qu'on appelle indifféremment *coulées* ou *nappes*.



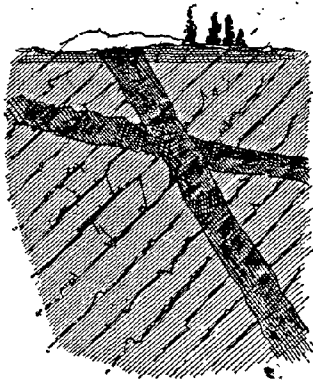
Les gisements de nature éruptive se présentent donc sous trois formes différentes:

En roches d'aspects divers qui contiennent des minerais en quantité plus ou moins considérable, mais qu'on exploite plus généralement pour la roche elle-même.

En nappes qui auraient une certaine analogie avec les couches, n'étaient les profondeurs moindres de leur enfouissement et l'irrégularité de leur puissance.

Et en filons éruptifs qui gisent à peu près de même façon que les filons fentes.

On distingue cependant deux sortes de filons éruptifs: ceux dans lesquels la matière éruptive est elle-même la roche métallique, le minerai y ayant été injecté par grandes masses, soit fondu, soit à l'état

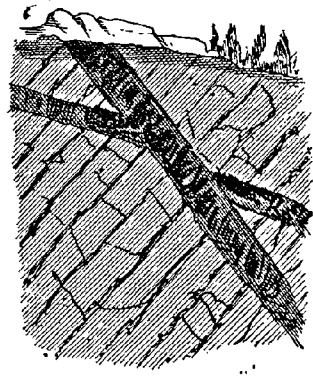


Filons croisés.

pâteux; tel est le cas de nombreuses mines de fer oxydé et oxydulé, dont celle de Dannemora en Suède est un des types les plus remarquables.

Et ceux dans lesquels le minéral est disséminé dans la roche éruptive en parcelles plus ou moins ténues et qu'on appelle selon les cas : veines, veinules, chapelets, sacs, nids, boules, rognons, géodes, mouches, etc.

C'est ainsi que l'or, le platine,



Filon rejeté.

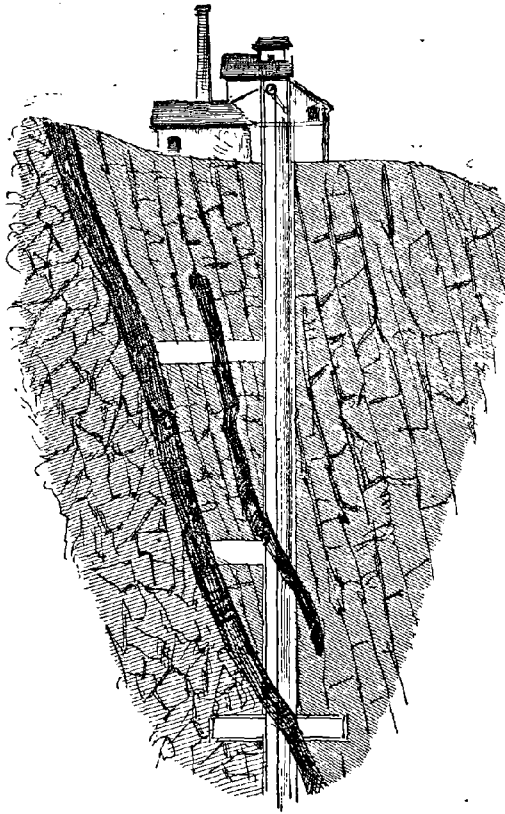
l'étain gisent dans le granit, comme les minerais de cuivre dans les roches d'amphibole et de serpentine.

LES AMAS

Les *amas*, comme leur nom l'indique, sont des gisements très irréguliers aussi comportent-ils de nombreuses variétés.

Il y a les *amas* proprement dits, qui sont des agglomérations de matières minérales dans des cavités souterraines plus ou moins étendues, que les géologues appellent des sacs.

Ils prennent le nom d'*amas couchés* ou *parallèles* quand ils sont disposés en for-

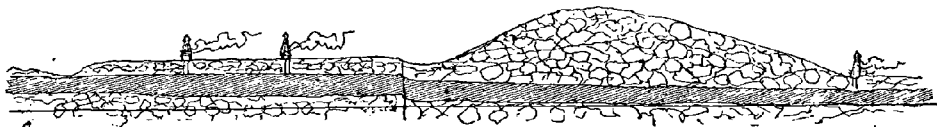


Filon de contact. — Mine d'or d'Eureka (Californie.)

me aplatie, presque lenticulaire et s'étendent entre deux couches de création sédimentaire, dans la même direction que ces couches.

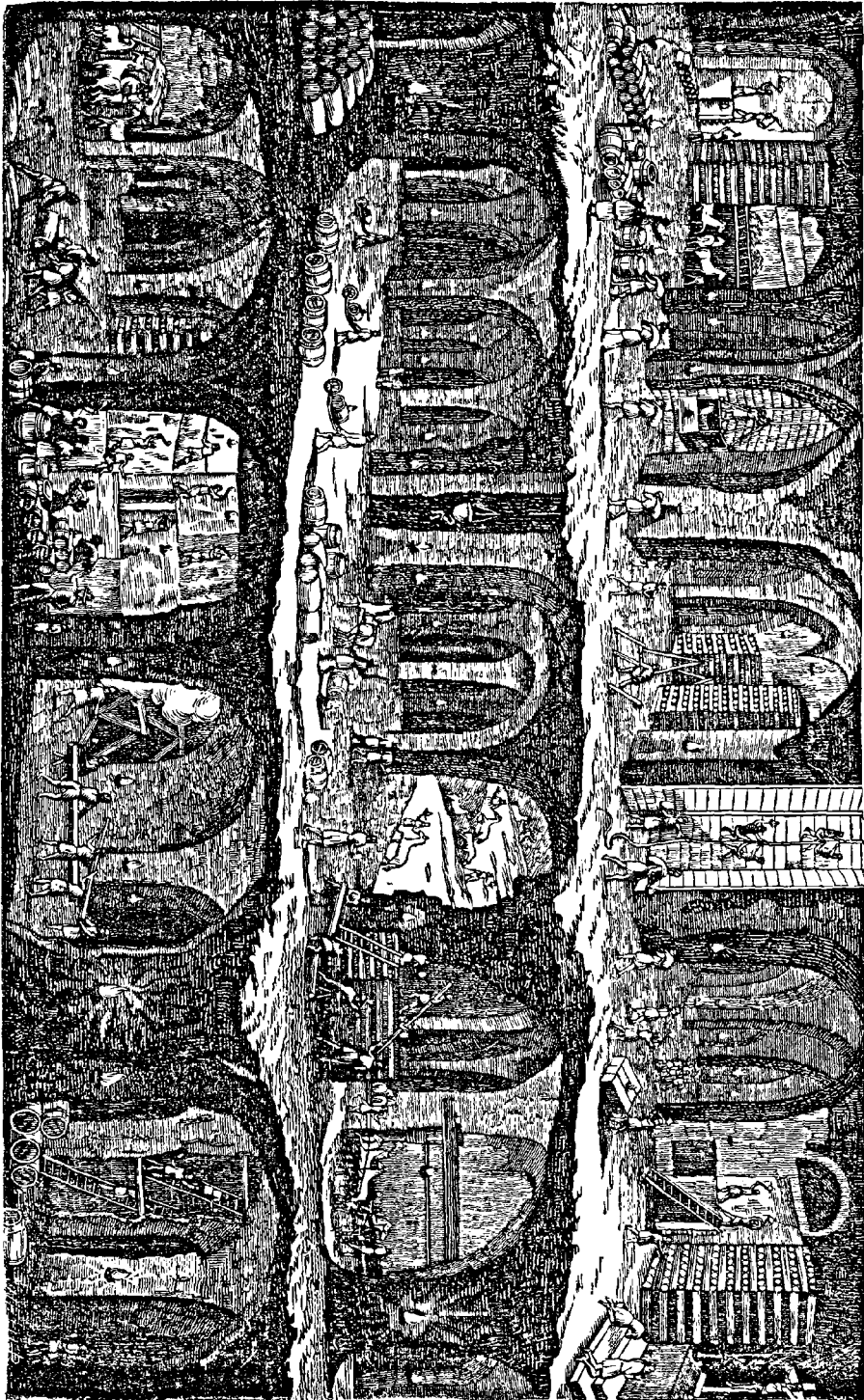
Si, au contraire, ils coupent plus ou moins obliquement les couches dans lesquelles ils sont enfouis, on les appelle *amas coupants* ou *transversaux*.

Nous parlons là d'*amas* notables comme ceux qui alimentent la célèbre mine de Fahlun, en Suède; la mine d'argent de Konsberg, en Norvège; les mines de Wieliczka et de Bochnia, en Pologne; la mine de fer de Sie-

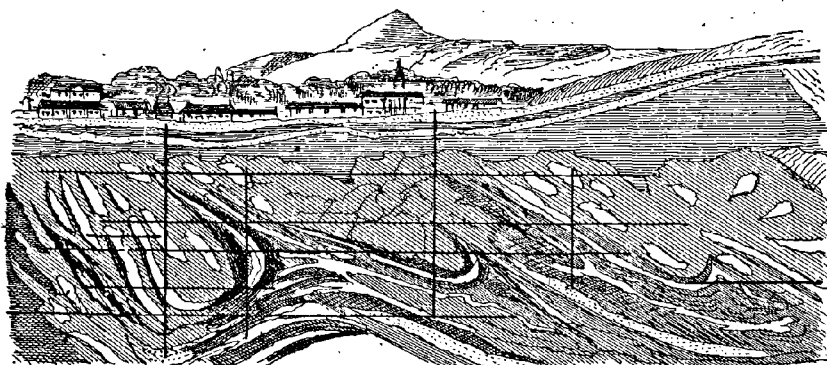


Amas d'alluvion. — Mines de fer de Mazonay (Saône-et-Loire).

MINES DE WIELIEZKA.

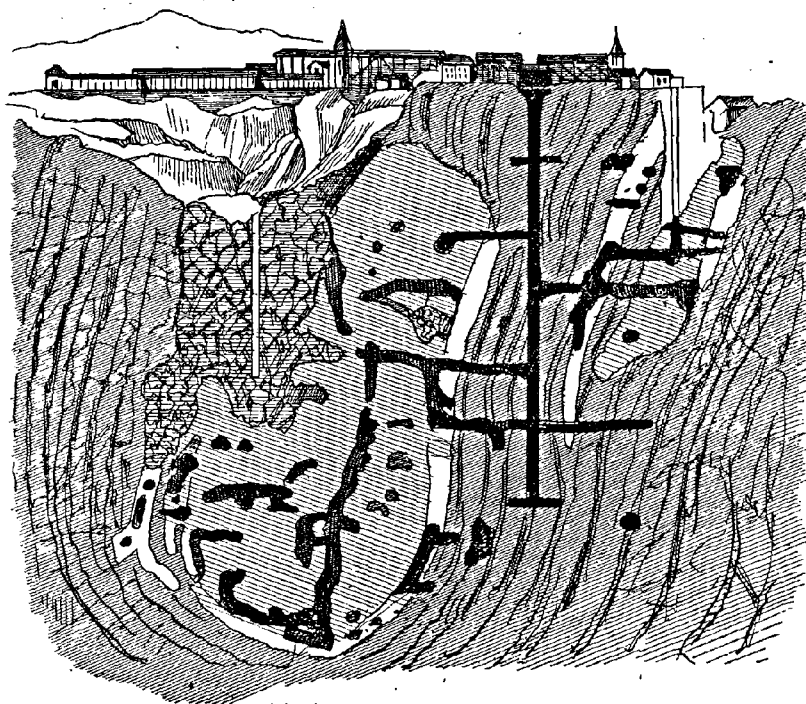


gen, près de Coblentz, la mine de plomb de la Sierra de Gador, en Espagne; et les carrières de gypse des environs de Paris; mais il y a aussi des amas beaucoup moins



Amas couchés. — Mines de sel de Bochnia (Pologne autrichienne).

considérables qui prennent différents noms selon leurs proportions. Ainsi, on appelle *roggons* ou *nodules* des agglomérations de matières minérales, dont la forme est généralement arrondie et dont la dimension ne dépasse guère celle de la tête.



Amas coupants. — Mines de cuivre de Falun (Suède).

Noyaux, les amas encore plus petits et affectant la même forme et *amandes* : ceux, toujours très petits, dont la surface aplatie leur donne quelque rapport avec le fruit de

l'amandier. Eu égard à leur disposition, les amas se divisent en trois sortes.

Amas couchés, lorsque leur masse fait partie d'un terrain sédimentaire, avec une accumulation considérable sur quelques points seulement.

Amas droits, lorsque leur masse n'est pas dans le sein de la couche stratifiée.

Amas entrelacés ou *stokwer*, quand ils ne sont pas en masses, mais composés de petites veines remplies de minerai.

C'est aussi dans la catégorie des amas qu'il faut ranger les gisements d'alluvion, composés de matières métalliques entraînées et amoncelées par les eaux; classe fort intéressante d'ailleurs, puisqu'elle comprend, outre de nombreux gîtes de minerais de fer et de manganèse, les placers de la Sibérie, de la Californie et les mines de diamant du Brésil et du Cap.

Il y a aussi ce que les Allemands appellent *grazenlaufer* (coureurs de gazon) qui ne sont pas précisément des amas et qui seraient plutôt des filons à fleur de terre, n'était leur minime étendue et leur peu de puissance.

Du reste, les gisements irréguliers ne sont pas rares, tant la nature est diverse.

Contentons-nous de les signaler et terminons cette introduction par la citation de la loi du 21 avril 1810, qui classe les gisements en général, en trois catégories distinctes : mines, minières et carrières.

« ART. I. — Les masses de substances minérales ou fossiles renfermées dans le sein de la terre ou existantes à la surface, sont classées relativement aux règles de l'exploitation de chacune d'elles, dans les trois qualifications de mines, minières et carrières.

« ART II. — Seront considérées comme mines celles connues pour contenir en filons, en couches ou en amas : de l'or, de l'argent, du platine, du mercure, du plomb, du fer en filons ou couches, du cuivre, de l'étain, du zinc, de la calamite, du bismuth,

du cobalt, de l'arsenic, du manganèse, de l'antimoine, du molybdène, de la plombagine ou autres matières métalliques; du soufre, du charbon de terre ou de pierre, du bois fossile, des bitumes, de l'alun et des sulfates à bases métalliques.

« ART. III. — Les minières comprennent les minerais de fer dits d'alluvion, les terres pyriteuses propres à être converties en sulfate de fer, les terres alumineuses et les tourbes.

« ART. IV. — Les carrières renferment les ardoises, les grès, pierres à bâtir et autres, les marbres, granits, pierres à chaux, pierres à plâtre, les pouzzolanes, les strass, les basaltes, les laves, les marnes, craies, sables, pierres à fusil, argiles, kaolins, terres à foulon, terres à poterie, les substances terreuses et les cailloux de toute nature, les terres pyriteuses regardées comme engrais.

Le tout exploité à ciel ouvert ou avec des galeries souterraines. »

Mais avant de parler des divers procédés d'exploitation, occupons-nous d'abord des travaux de recherche.

RECHERCHE DES GITES

La recherche des gisements, bien qu'opération préliminaire, est la plus importante de toutes celles qui constituent l'exploitation puisqu'elle en est le point de départ, elle est quelquefois la plus coûteuse car elle ne réussit pas toujours.

En effet, il ne suffit pas seulement de découvrir un gîte carbonifère ou métallifère, il faut déterminer sa nature, sa direction, son allure, et sa puissance assez approximativement pour qu'on soit à peu près assuré que son rendement soit compensateur.

Il y a pour cela des règles que la science géologique enseigne, mais ces règles sont trop générales et par cela même trop superficielles, pour qu'une industrie qui ne peut fonctionner qu'avec des capitaux immenses,

puisse se fonder seulement dessus, car, comme le dit fort justement M. Perdonnet :

« La géologie nous apprend bien que les minerais métalliques en filons se trouvent plutôt dans les pays de hautes montagnes que dans les plaines et au contact des roches en couches et des roches massives ; que certaines substances exploitables, la houille, par exemple, ne sont très abondantes que dans les roches d'une nature particulière, etc.

« Mais elle ne nous fournit aucun moyen de prononcer d'avance avec certitude, quels sont les minerais qui se trouvent sur une portion limitée de terrain et en quelle abondance on les rencontrera.

« La distribution de la richesse minérale dans le sein de la terre est tellement irrégulière, que l'industrie des mines est un véritable jeu, une loterie. »

Loterie est bien le mot, car c'est au hasard seul que l'on doit la découverte des gisements les plus riches.

Un berger qui avait laissé tomber son feu, en avive les cendres avec son bâton ; quand il le retire il est tout étamé, et voilà les mines d'étain du Hanovre trouvées.

Un cheval impatient piaffe sur place et dans le sillon qu'il creuse brille une plaque d'argent massif, et voilà les mines d'argent du pays de Galles découvertes.

Un bûcheron arrachant un arbre lui trouve des racines métalliques blondes et ténues comme les cheveux d'un enfant. Et voilà les mines d'or de l'Amérique du Sud.

Les mines d'argent d'Espagne ont été mises au jour par un muletier et un paysan de la Sierra Almagrera, qui, creusant la terre, par hasard, à vingt-cinq centimètres de profondeur, découvrirent le filon célèbre sous le nom de *Jaroso*, qui n'était pas le seul, dans la Sierra Almagrera puisque de 1840 à 1848, une dizaine de concessions produisirent pour plus de cent millions de francs en argent et en plomb.

La découverte des placers de la Califor-

nie, racontée de différentes façons, est tout aussi providentielle. Car que ce soit le mormon Marshal, ou ses enfants, qui aient trouvé une pépite d'or dans le ruisseau qu'il venait de creuser pour alimenter une scierie mécanique, l'or californien n'en a pas moins fait tourner la tête à tous les désœuvrés, à tous les audacieux du monde entier, dont la plupart sont allés fertiliser le sol de leurs sueurs, et l'engraisser de leurs cadavres.

On pourrait citer nombre d'autres exemples ; tenons-nous-en à ceux-là qui sont suffisamment typiques, mais qui n'influencent pas les chercheurs sérieux.

Car en matière de mine, il ne faut pas plus compter sur le hasard, qui ne fait des fortunes qu'accidentellement, que sur la science pure qui les consolide souvent, mais qui les défait quelquefois.

Ce qu'il y a de mieux c'est l'expérience, acquise quelquefois par les autres, et c'est pourquoi on opère le plus souvent dans les régions déjà exploitées ; là, en effet, il y a plus de chances de rencontrer des couches ou des suites de filons, on a d'ailleurs des indices plus ou moins certains par les documents écrits, par les traditions orales, et surtout, par les tas de déblais provenant des exploitations voisines.

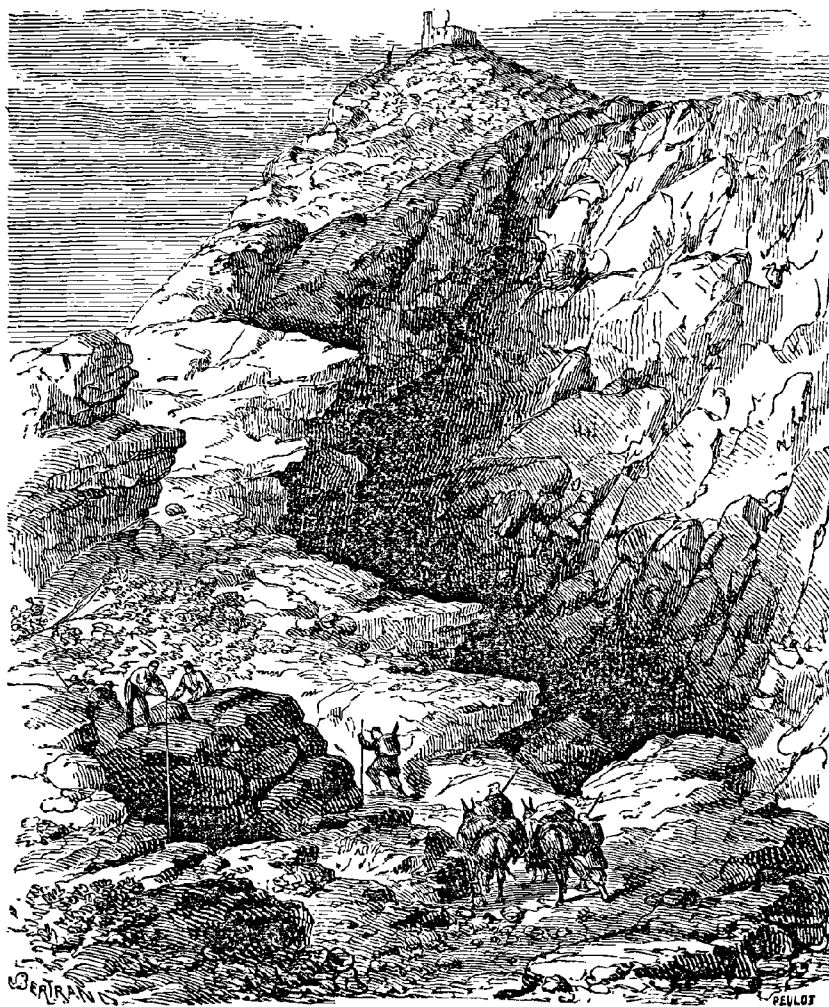
Si l'on opère dans une contrée vierge on est obligé de s'appuyer un peu plus sur les théories, mais on ne néglige point la pratique ; on examine les fragments de roches métalliques, qui apparaissent soit dans le lit des rivières, soit sur le flanc des montagnes, la forme, le volume de ces fragments, comparés à leur densité et aux pentes du terrain, permettent à un homme expérimenté d'apprécier assez exactement la distance qui existe entre l'endroit où on les trouve et celui d'où ils viennent, et même la direction qu'il faut prendre pour rencontrer cet endroit, qui est vraisemblablement le chapeau d'un affleurement quelconque.

Évidemment la géologie est d'un grand secours pour ce travail, mais on trouve un

aide plus immédiatement efficace, en consultant les pâtres, qui journellement sur les montagnes ne sont pas sans en avoir remarqué les particularités et ne demandent pas mieux que d'y conduire les explorateurs.

Du reste, un filon métallique qui affleure est vite remarqué par un œil exercé.

La nature de son chapeau donne même des indications qui sont presque toujours assez précises, ainsi il est de règle parmi les mineurs de pronostiquer la richesse d'un



Roches éruptives. — Mines d'argent du Parral au Mexique.

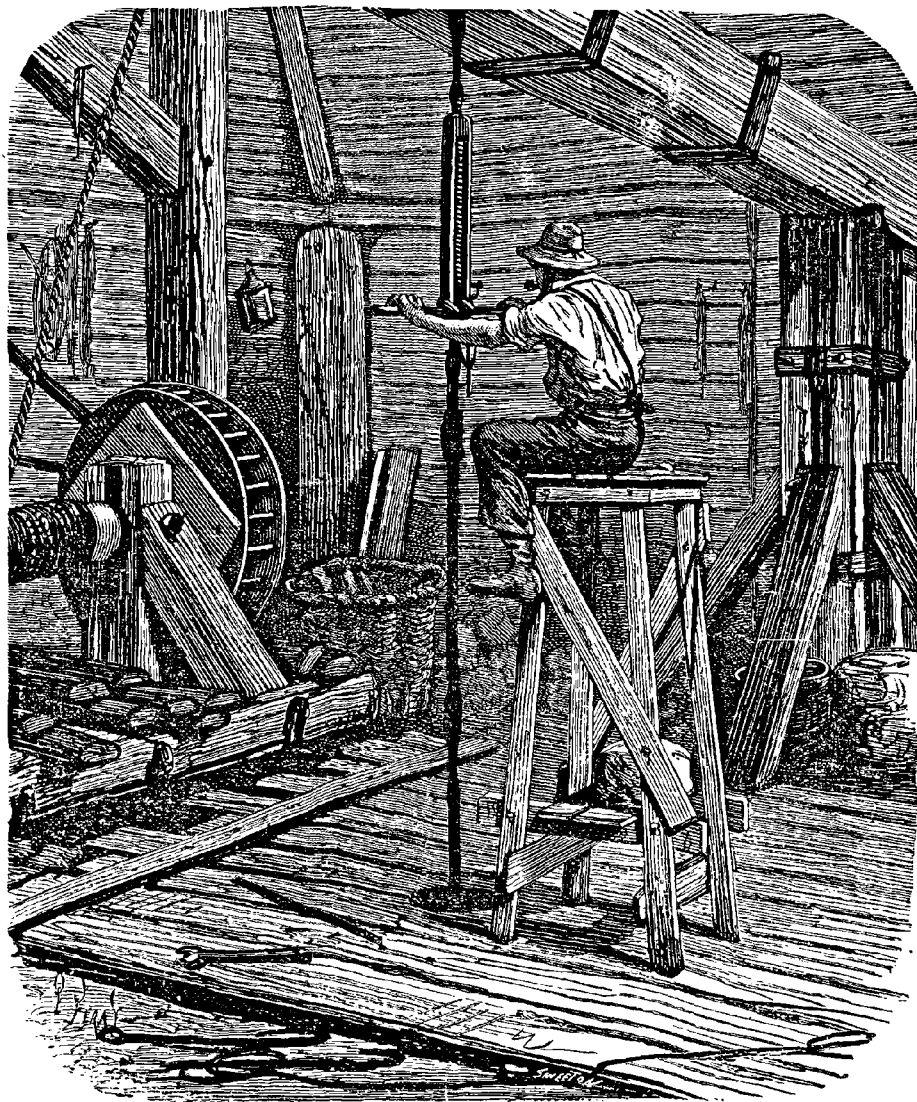
gisement, par l'abondance et l'aspect du chapeau, qui est presque toujours composé de minerai de fer oxydé plus ou moins altéré, mélangé à du quartz ou à du cristal de roche.

Si le fer du chapeau est décomposé, sco-

riacé, mélangé de terre aux tons rougeâtres, il y a gros à parier que le filon argentifère est très riche, d'après le dicton des chercheurs de filons de la Cornouaille qu'on peut traduire ainsi : Une bonne veine d'argent porte toujours un chapeau de fer.

Même remarque a été faite au Mexique, au Pérou, dont les filons si riches avaient des chapeaux en matières pulvérentes, rouges ou noires, et appelées, selon les cas, *colorados*, *négros* ou *pacos*.

Dans les filons de cuivre, de zinc, de plomb, d'antimoine, le chapeau n'est pas en fer; en approchant du sol la matière métallique s'est convertie, par suite de l'action atmosphérique, en oxydes, en sulfates,



Forage d'un puits de recherche, à la sonde.

en carboniques, sur lesquels on peut préciser la nature du gisement mais qui ne prouvent rien quant à sa richesse.

Du reste, la découverte d'un affleurement

Lrv. 54.

n'est qu'un atout dans la main de l'explorateur, et encore pas un atout majeur; car il ne suffit pas de constater la présence du gîte, il faut l'étudier jusqu'à une certaine

54

profondeur pour reconnaître son allure et s'assurer que sa puissance est assez considérable pour que l'exploitation en soit possible d'abord : aux conditions de prix et de qualité demandées par l'industrie, ensuite au point de vue du bon aménagement et de la sécurité des travaux.

Pour cela, les ingénieurs ont trois manières de procéder, par sondages, par tranchées à ciel ouvert, et par travaux souterrains.

Nous allons étudier séparément les trois opérations, qui constituent l'ensemble des travaux d'exploration.

SONDAGES

Le sondage ne peut être employé utilement comme procédé d'exploration des gîtes, que dans les minerais carbonifères et dans les terrains où l'on recherche des sels gemmes ou des eaux salines, par la raison que ces terrains permettent aisément le passage de la sonde, qui ne saurait pénétrer à des profondeurs suffisantes, dans les roches où gisent le plus souvent les filons métallifères.

Comme on le pense bien, les sondages ne sont pas usités que pour cela, ils servent aussi, et ce fut d'ailleurs leur première destination, à la recherche des nappes d'eau souterraines d'un jaillissement assez puissant pour permettre l'établissement de puits artésiens.

Dans les mines déjà en exploitation, on y a fréquemment recours, soit pour établir des communications utiles au bon aérage des travaux, ou à l'écoulement des eaux souterraines, soit, et surtout dans les mines de charbon, pour explorer l'intérieur des matières exploitables et reconnaître, à l'avance, les accumulations de gaz délétères ou d'eaux, qui peuvent exister dans les cavités naturelles de la roche non encore attaquée, et qui seraient susceptibles, à un moment donné, d'envahir les travaux et

d'augmenter encore, par l'asphyxie ou l'inondation, les causes d'accidents, si fréquents déjà dans les houillères.

Dans ce cas, les sondages sont horizontaux et doivent avoir toujours une avance de huit à dix mètres sur le chantier d'attaque dont on peut alors, sitôt qu'un vide est signalé par la sonde, suspendre l'abatage jusqu'à ce qu'on ait pu constater la nature de ce vide.

Mais à part cette différence dans la direction, le principe de l'opération est toujours le même.

On comprend aisément qu'un sondage ne puisse donner sur les gîtes minéraux que des renseignements incomplets. C'est pourquoi on les fait généralement de petit diamètre pour que l'exploration soit conduite le plus économiquement et aussi rapidement que possible.

Néanmoins, selon la nature du terrain qu'il s'agit de forer, selon les profondeurs qu'on doit atteindre, on emploie trois sortes de sondes :

La sonde du constructeur, qu'on appelle aussi petite sonde, parce qu'avec elle on ne peut faire des trous que de 5 à 7 centimètres de diamètre de 25 à 30 mètres de profondeur ;

La sonde du mineur, qui donne un forage de 16 centimètres et avec laquelle on peut atteindre jusqu'à 200 mètres ;

Enfin, la sonde du fontainier, dont le diamètre est plus fort, puisqu'on peut le pousser jusqu'à 4 mètres, et avec laquelle on a été pour certains puits artésiens jusqu'à 8 et 900 mètres de profondeur.

Sa puissance n'a d'ailleurs d'autres limites que celle du moteur à l'aide duquel on la fait manœuvrer.

C'est cette dernière, la plus intéressante de toutes, dont nous allons étudier le fonctionnement, quand nous aurons mis sous les yeux de nos lecteurs les différentes espèces de sondes usitées généralement dans les deux premiers systèmes.

La sonde est, comme chacun sait, une sorte de tarière destinée à agir dans la terre à peu près comme la tarière ordinaire se comporte dans le bois, du moins en ce qui concerne l'*outil*; car toute sonde comprend trois parties distinctes : la *tête*, la *tige* et l'*outil*.

La tête, qui sert à suspendre l'appareil à la corde ou à la chaîne qui le relie avec le moteur, est munie à cet effet d'un anneau tournant comme celui des montres, plus, d'assemblages disposés pour recevoir les leviers avec lesquels on imprime un mouvement de rotation, qui ne doit point se communiquer à la corde.

La tige est l'intermédiaire entre l'outil et la tête; elle se compose de barres de fer carrées dont l'épaisseur a de 2 à 5 centimètres de côté, et dont la longueur varie de 5 à 8 mètres, selon la hauteur de la chèvre où est fixé l'appareil.

Naturellement ces barres sont assemblées entre elles très solidement, et, pour surcroît de précaution, on en augmente le nombre au fur et à mesure que le sondage s'opère.

L'outil est la tarière proprement dite, mais elle change de forme selon les usages auxquels on la destine.

S'agit-il d'attaquer la roche dure? on se sert du trépan, espèce de ciseau terminé par une pointe en biseau, qui opère par percussion.

Dans les roches tendres, les terrains friables, on emploie la tarière, instrument en forme de gouge, qui agit par rotation.

Naturellement, pour les terrains plus ou moins résistants, il y a plusieurs sortes de tarières, comme on le verra par notre dessin.

Pour enlever les matériaux, on a des cuillers, appelées aussi sondes à clapet, dont le fonctionnement s'explique facilement par notre dessin; en effet, si la sonde s'enfonce, la résistance qu'elle éprouve fait lever le clapet, et la boue formée avec

la roche broyée et l'eau qui suinte presque toujours des parois du puits, monte dans le tube qu'elle remplit; le clapet se referme tout naturellement par le mouvement ascensionnel imprimé à la sonde, le poids des matières le maintient en place, et le tube arrive ainsi tout chargé à l'orifice.

On comprend aussi aisément que si le trou foré n'est pas assez large, on remplace les trépons et tarières, qui ont fait le premier travail, par d'autres d'un diamètre plus fort, jusqu'à ce que l'on ait atteint le calibre voulu. Alors, comme dans la plupart des cas, il faut glisser dans le puits une série de tuyaux pour empêcher les terrains ébouleux de le combler au fur et à mesure qu'on le creuse, on égalise ses parois au moyen de l'*équarisseur*, cylindre terminé en pointe pour faire office de pivot, et muni intérieurement de lames verticales très tranchantes qui rabotent le sondage par un mouvement de rotation imprimé à l'outil.

Ceci connu, occupons-nous maintenant des procédés de fonctionnement, que l'on distingue par les noms de sondages à la corde et sondages à la barre.

Le sondage à la corde est d'origine chinoise, et on l'appelle quelquefois sondage chinois, parce qu'il est toujours employé dans le Céleste-Empire pour la recherche des eaux salines.

Il consiste à faire battre dans un trou de sonde un mouton en fer pesant de 100 à 150 kilogrammes, terminé par une couronne crénelée en acier qui entame la roche par un double mouvement, le premier, percutant, obtenu de la façon suivante :

Le mouton est suspendu par une corde très résistante à l'extrémité d'une longue pièce de bois, qui reçoit un mouvement de bascule d'un homme qui pèse de tout son poids sur le bout libre de la pièce de bois, de façon à soulever le mouton à 60 centimètres de hauteur.

Quand il touche au fond, un autre homme

à l'aide d'un levier, sur lequel la corde fait un tour, lui imprime un mouvement de rotation pour faire agir l'instrument broyeur dans toutes les directions et surtout pour faire adhérer entre ses dents les matières broyées, qui remontent ainsi à l'orifice quand on juge nécessaire de nettoyer le mouton.

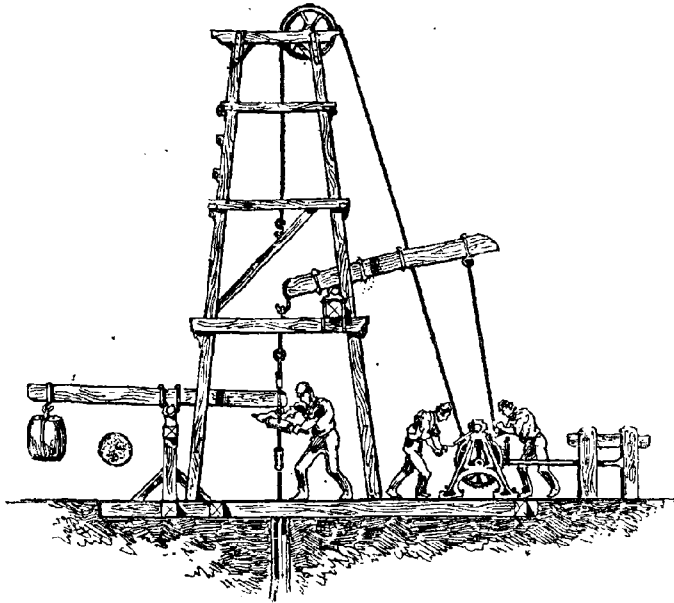
Inutile de dire que ces moyens assez rudimentaires, mais avec lesquels, pourtant, les Chinois arrivent à forer des puits de

400 mètres, ont été perfectionnés en Europe où ils ont été connus par les relations des Pères des Missions étrangères.

M. Jobard, de Bruxelles, notamment, a doté ce procédé d'un outillage mieux approprié à nos usages industriels.

Il a d'abord converti le mouton en un cylindre en fonte de 15 à 20 centimètres de diamètre sur 1 mètre de hauteur et pouvant peser jusqu'à 300 kilogrammes.

Ce cylindre, spécialement destiné aux



Sondage à la barre. — Travail à la main.

terrains très résistants, est terminé par une sorte de trépan armé de dents d'acier mobiles, pour qu'on puisse les remplacer quand elles sont usées; il est dans toute sa longueur; creusé de cannelures assez profondes pour que les boues, composées de matières broyées, puissent remonter par ces espèces de canaux et se déverser en partie dans l'extrémité supérieure du cylindre, creusée à cet effet en forme de cône.

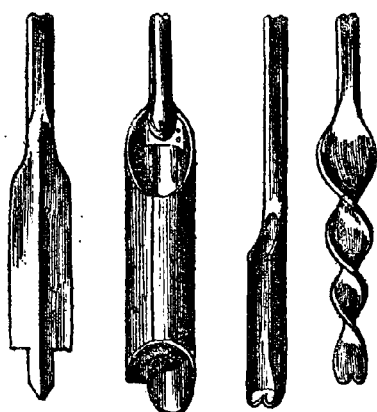
Pour agir dans les terrains peu consistants, le cylindre est creux, en fonte acié-

rée, et il porte à sa base deux soupapes en ailes de papillon destinées à lui faire jouer le rôle de cuiller pour enlever les matières broyées; seulement comme ce cylindre n'a pas assez de poids pour agir efficacement par percussion, il est surmonté d'un bloc de fonte, véritable mouton qui, glissant sur une tige en fer au moment où le cylindre touche le fond, vient frapper dessus et l'oblige à s'enfoncer dans la matière molle qui constitue le terrain.

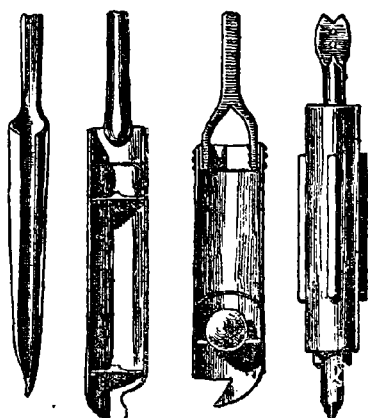
Dans l'un ou l'autre cas, cylindre ou mouton sont suspendus à une corde garnie

de nœuds en tôle, pour empêcher son usure par le frottement contre les parois du trou, qui s'enroule dans la gorge d'une poulie fixée à une chèvre ordinaire dont la hauteur est proportionnée à celle dont on veut faire tomber le mouton.

Après son passage sur la poulie, cette corde se ramifie en autant de cordons qu'on veut employer d'hommes à la manœuvre de la sonde.



Trépan. Tarières diverses.

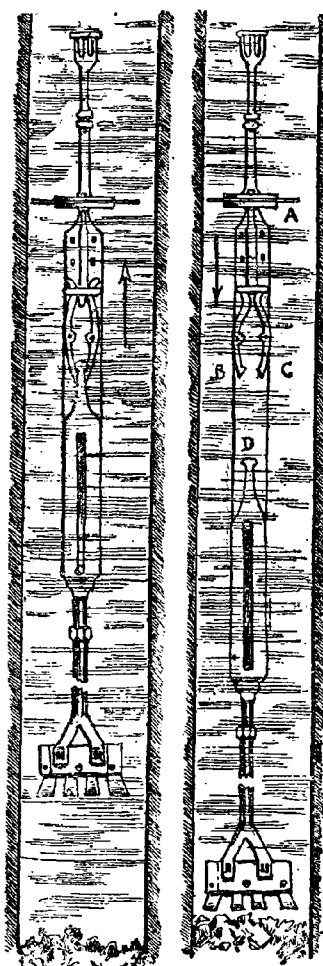


Tarière à pointe. Cuillers. Équarisseur.

Il va sans dire que le moteur à bras d'hommes pourrait être facilement remplacé par un cabestan, ou même par une machine à vapeur, il l'a été du reste pour quelques sondages exécutés par ce procédé, d'ailleurs économique comme outillage et comme main d'œuvre, en Allemagne et en France,

mais on ne s'est pas attaché à le perfectionner de nouveau, en raison des inconvénients qu'il présente et qui le rendent inapplicable dans les sables mouvants et les argiles coulantes.

Le principal de ces inconvénients est la difficulté de conserver au forage la direc-



Trépan à déclin.

tion verticale ailleurs que dans un terrain parfaitement homogène, encore n'est-on jamais assuré de mener l'entreprise à bonne fin, puisqu'il suffit de la rupture de la corde, du bris d'une sonde, ou même de la chute d'une pierre sur l'outil pour l'arrêter complètement.

C'est assez dire que ce système est généralement abandonné, et que l'on a adopté partout le sondage à la barre, qu'on appelle à cause de cela sondage ordinaire, il repose d'ailleurs sur le même principe, à cela près que la corde est remplacée par une barre ou tige rigide, mais il exige un outillage assez compliqué et qui devient d'autant plus considérable que les travaux doivent être poussés à une profondeur plus ou moins grande.

Pour les sondages d'exploration qui ne dépassent pas 200 mètres de profondeur, et qui, par conséquent, ne présentent pas de difficultés extraordinaires, voici comment on procède.

On creuse d'abord un puits de quelques mètres de profondeur pour recevoir aussi verticalement que possible un cylindre de bois d'un diamètre assez grand pour laisser passer les instruments de sondage, et qui est maintenu dans sa position par un cadre de bois posé sur le sol à l'orifice du puits.

Au-dessus de ce puits, on élève une chèvre, ou mieux même un échafaudage en charpente, que l'on construit assez haut pour rendre la manœuvre plus facile, c'est-à-dire pour que l'on puisse, au fur et à mesure que la sonde pénètre dans les terres, ajouter des tiges d'une plus grande longueur d'un seul coup, afin d'éviter les pertes de temps qu'exigeraient le démontage et l'assemblage des tronçons de la barre.

Pertes de temps déjà assez fréquentes dans l'opération, puisqu'il faut remonter la sonde assez souvent, soit pour la fixer à de nouvelles barres qui l'allongent progressivement, soit pour nettoyer le trou en enlevant les boues à l'aide des cuillers ou des cylindres à clapet dont nous avons déjà parlé.

Naturellement le montage et la redescende de l'instrument s'opèrent à l'aide de la chèvre ou de l'échafaudage dont le sommet est muni d'une poulie sur les gor-

ges de laquelle passe une corde ou une chaîne, dont une extrémité est fixée à la tête de la sonde, et l'autre s'enroule sur un treuil posé sur le sol, mû soit à bras d'hommes, soit au moyen de courroies de transmission par une machine à vapeur.

Le battage se fait à l'aide du trépan qui diffère de celui que nous avons décrit, par sa longueur qui varie entre 1^m,50 et 4 mètres, et par les dents d'acier qui garnissent son extrémité inférieure et dont le nombre augmente selon le diamètre du forage, ces dents sont d'ailleurs mobiles, de façon que l'on puisse les remplacer séparément au fur et à mesure de leur usure.

Le trépan est solidement boulonné à une tige de bois que le mécanisme extérieur soulève de 40 centimètres pour le laisser retomber ensuite, ce qui constitue le battage.

Ce mécanisme se compose d'un grand levier, fixé solidement à l'un des montants de la chèvre de façon à pouvoir tourner autour d'un point fixe. Chaque extrémité du levier est armée d'un crochet : à l'un est attaché le câble qui porte la sonde, à l'autre une corde qui lui imprime son mouvement de bascule par l'effet d'une roue à cames, commandée par le treuil.

La sonde reçoit ainsi son mouvement percutant : le mouvement de rotation qui suit chaque coup battu, lui est donné par ce qu'on appelle la clef *de levier*, barre de fer disposée pour passer dans l'anneau de la tête de la sonde, et à laquelle un ouvrier, quelquefois deux, impriment un mouvement de tourniquet qui oblige les dents du trépan ou de la tarière, si le terrain est assez mou pour en permettre l'usage, à mordre également dans toute la surface du sondage.

Lorsqu'on opère dans la roche très résistante l'opération se borne à la répétition de ces mouvements alternatifs et au nettoyage du trou foré, mais si l'on travaille dans les terrains éboulés elle se complique du *tubage*, opération qui consiste dans le revête-

ment, au fur et à mesure, des parties forées, au moyen de cylindres et tuyaux en tôle dont chaque tronçon doit naturellement diminuer de diamètre puisque, descendus successivement à l'aide de la chèvre, ils doivent passer les uns dans les autres pour s'emboîter en quelque sorte comme les tuyaux d'une lorgnette, avec cette différence pourtant qu'ils ne doivent pas se replier, puisqu'ils ont pour objet de maintenir, au diamètre convenable, les parois du trou de sonde.

Ce système, dont tous les organes y compris le moteur à vapeur figurent dans notre grand dessin (p. 452) — et qui est en somme celui que l'ingénieur français Mulot, véritable créateur des puits artésiens, employa pour le forage du puits de Grenelle — est irréprochable pour les sondages ordinaires dont le diamètre ne dépasse guère 125 millimètres; mais pour les profondeurs plus grandes qui, à cause du tubage, nécessitent des profondeurs plus considérables, il laissait quelque chose à désirer, aussi l'a-t-on notablement perfectionné.

D'abord en remplaçant les barres primitives, qui donnaient un poids énorme à l'appareil, au-dessus d'une certaine longueur, par des tiges en fer creux ou même en bois, qui sont infiniment plus légères et d'autant plus maniables, qu'elles s'ajustent l'une au bout de l'autre au moyen de vis, d'anneaux brisés ou de porte-mousqueton.

Malgré cette importante modification on a reconnu qu'à de grandes profondeurs les tiges encore lourdes, étaient, par l'effet du choc, susceptibles de se briser, l'ingénieur allemand d'Eynhausen a remédié à cet inconvénient en partageant la tige en deux sections: la première immobile et maintenue en équilibre par un levier chargé de contre-poids, et la seconde, l'inférieure naturellement, agissant seule dans la percussion.

L'idée est ingénieuse et le moyen d'exécution très simple, il suffit que la section

inférieure reliée par un câble ou levier de bascule, puisse se relever sans entraîner dans son mouvement la section supérieure, et pour cela elles sont aboutées dans une coulisse divisée également en deux sections qui glissent l'une dans l'autre sur une longueur égale à celle de l'angle que décrit le balancier moteur, de façon qu'au moment où la partie inférieure de la tige, entraînée par le poids du trépan qui frappe le fond du sondage, glisse de la longueur de la coulisse, la partie supérieure se pose dessus sans recevoir aucune des vibrations produites par le choc.

On a pourtant trouvé encore quelque chose de plus pratique, le trépan à dé clic inventé par l'ingénieur saxon Kind lorsqu'il entreprit le forage si laborieux du puits artésien de Passy.

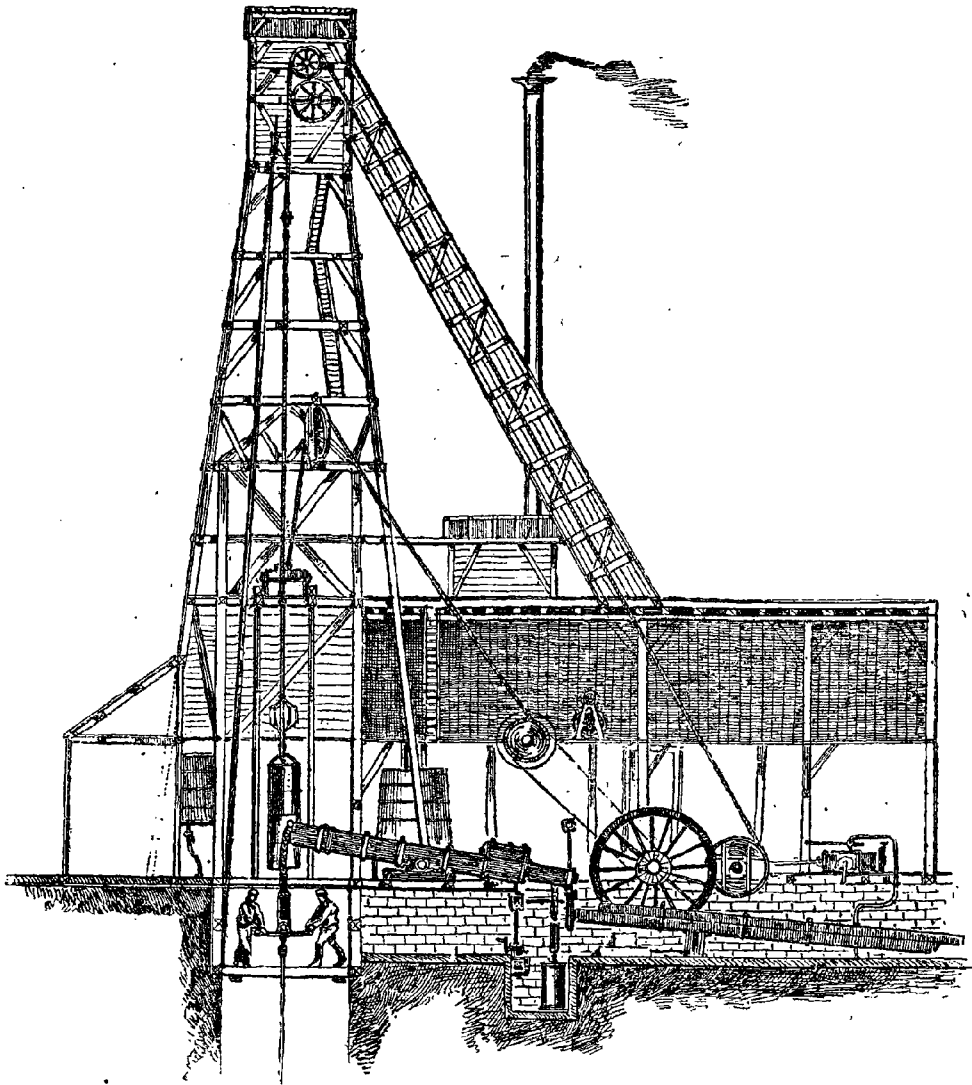
Ce système remplace très avantageusement la coulisse dont nous venons de parler d'autant qu'il peut s'adapter aussi bien au forage des puits de mine qu'aux opérations du sondage, il n'y a pour cela qu'à augmenter le volume et la pesanteur du trépan, ce que l'inventeur a fait d'ailleurs puisqu'il a creusé à des profondeurs considérables des puits de trois à quatre mètres de largeur.

Le trépan est relié à une série de tiges en bois, dont le nombre augmente naturellement en même temps que la profondeur, par un dé clic qui lui permet, à un moment donné, de tomber tout seul au fond du trou pendant que les tiges, plus légères et qui d'ailleurs baignent dans l'eau, le suivent plus lentement pour le remonter ensuite à l'aide d'un mécanisme dont nos dessins feront mieux comprendre le fonctionnement.

Regardez la deuxième section de notre dessin: A, tête du dé clic, est un clapet circulaire en caoutchouc, dont le diamètre n'est qu'un peu moins large que celui du trou de sondage, rempli d'eau, du moins dans sa partie inférieure; lorsque l'ensemble de l'ap-

pareil, trépan et tiges, abandonné à son propre poids descend rapidement, le clapet ou chapeau en gutta-percha est soulevé brusquement par la pression de l'eau et le mou-

vement fait ouvrir les pinces B et C, la tête D du trépan s'échappe et celui-ci tombe au fond du trou, en se précipitant le long d'une glissière qui sert, non seulement à le guider



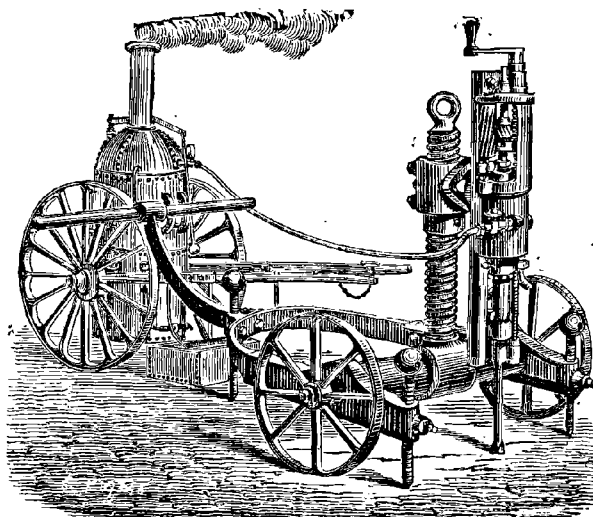
Sondage à la barre avec trépan à déclic. — Travail mécanique.

dans sa chute, mais à le maintenir en position pour que les pinces qui le suivent plus lentement dans son mouvement, le rejoignent et, comprimées par les glissières, reprennent leur première position autour de sa tête pour le remonter, tout naturellement de la

hauteur de la course du balancier, au moment où les tiges qui sont amarrées à ce balancier sont sollicitées par son mouvement de bascule; c'est ce qu'on peut voir dans la première section du dessin.

Il va sans dire que l'inventeur de ce sys-

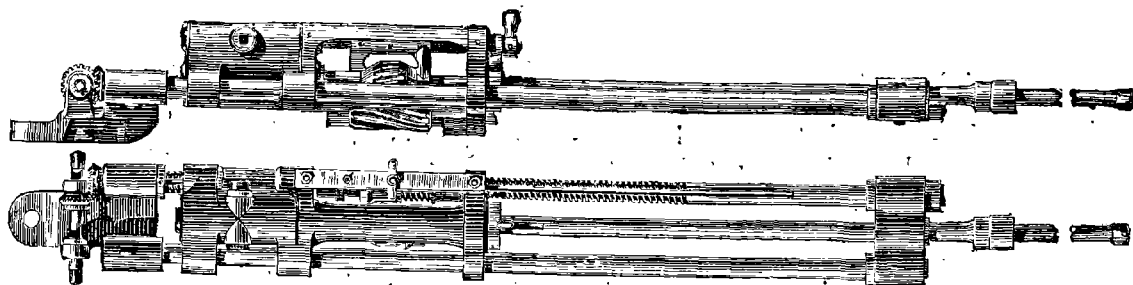
tème avait aussi perfectionné les outils; à Passy il ne se servit pourtant jamais d'aucune espèce de tarière, comme avait été obligé de le faire M. Mulot, à Grenelle, mais il faut dire que son trépan pesait 2,800 kilogrammes; malgré cela, le forage n'avancait guère que d'un demi millimètre par choc, ce qui permettait d'en donner trois ou quatre cents



Perforateur Mac Kenzie.

avant de procéder au curage, qui se faisait avec une cuiller à clapets de 80 centimètres de diamètre sur un mètre de longueur, qu'on transportait de l'orifice du puits au canal, où on la faisait basculer, pour la vider, sur un chariot roulant sur rail, qui venait mécaniquement la chercher aussitôt sa sortie du puits.

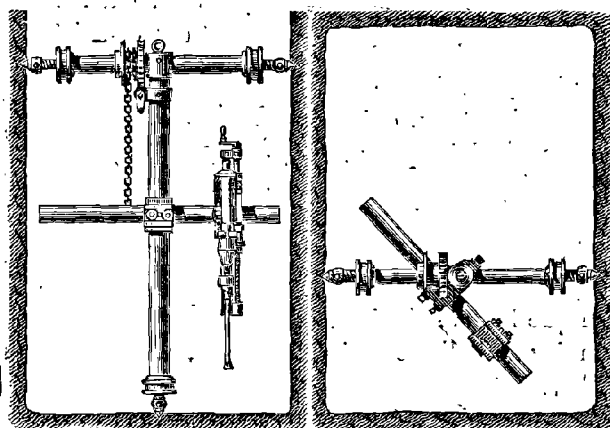
Il nous reste à parler d'un système



Vues de face et de profil de l'appareil.

me encore plus ingénieux puisqu'il supprime l'opération toujours assez lente du curage; seulement il n'est guère pratique que dans les terrains faciles et à des profondeurs peu considérables.

Ce procédé, inventé par l'ingénieur anglais Beart, et introduit en France avec des per-



Coupe verticale d'un puits.

Vue d'en haut du puits.

fectionnements par M. Fauvelle, est basé sur une sonde creuse dans laquelle on entretient un courant d'eau continu, qui entraîne avec elle les débris au fur et à mesure que la tarière les désagrège du terrain.

Il a donné d'assez bons résultats; il est excellent, d'ailleurs, pour le forage des puits artésiens,

surtout avec les modifications qu'y a apportées assez récemment M. Linnton et qui rendent son emploi plus général, grâce à la forme spéciale du trépan ; il ne s'est cependant point répandu pour le travail des mines parce que les terrains faciles ne sont pas très communs.

Mais, fût-il applicable partout, qu'il ne serait pas bon pour les sondages d'exploration, où il ne s'agit pas seulement de faire un trou, mais d'en extraire les matières en parcelles assez grosses pour être analysées.

Aussi, dans certains cas, c'est-à-dire quand on veut obtenir des échantillons de roches dures avec leurs stratifications, emploie-t-on un trépan spécial composé de quatre ou cinq lames de ciseau fixées sur un noyau central circulaire ; par ce moyen, on découpe dans le fond du puits un cylindre de roche que l'on amène entier à l'orifice à l'aide d'une cloche qui s'emboîte exactement dessus.

Ces échantillons, ainsi obtenus, s'appellent des témoins et c'est en effet leur examen qui sert à déterminer la nature des terrains qu'on explore.

Outre les sondages verticaux que nous venons de décrire et qui ne sont employés que pour la recherche de la houille, du sel gemme et des eaux salines, par la raison que les minerais métallifères gisent presque toujours dans des roches fort dures où la sonde serait sans effet ; il y a aussi des sondages inclinés et même horizontaux, qui se font comme nous l'avons dit déjà, pour le service des mines en exploitation.

Ces sondages ne peuvent être faits qu'à petit diamètre et leur longueur ne dépasse jamais trente mètres, leur difficulté augmente, du reste, selon que leur inclinaison se rapproche plus ou moins de la ligne horizontale.

Dans ce cas on ne peut procéder mécaniquement que par pression et par rotation, car si l'on voulait agir par percussion, il faudrait frapper directement avec des mas-

ses sur la tête de la sonde : ce qui n'est pas très expéditif... le mieux est de disposer la sonde sur un système de poulies ou de galets à gorge ; qu'on met en mouvement par un treuil.

LES TRANCHÉES.

Rechercher les gisements à l'aide de tranchées, c'est-à-dire en creusant des fossés plus ou moins larges, pour enlever la terre végétale qui recouvre les affleurements, est certainement le moyen le plus économique, mais il ne donne que des indications très incomplètes, quelquefois même erronées, par la raison que la richesse du gîte, dont on découvre des portions à la surface, n'est presque jamais en rapport avec les spécimens qu'on en peut étudier.

Il est vrai qu'alors on se base sur ce principe à peu près adopté, qu'un gisement s'anoblit d'autant qu'il s'enfonce plus profondément dans la terre, et c'est justement où l'on peut se tromper, car la nature est si diverse qu'il est à peu près impossible de lui appliquer des règles générales.

Aussi, n'explore-t-on par tranchées que les carrières et les mines qui, exceptionnellement, peuvent s'exploiter à ciel ouvert et l'on commence un travail qui sera continué s'il y a lieu, par l'exploration définitive, en ouvrant ces tranchées perpendiculairement à la direction des affleurements.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur cette opération que nous avons déjà décrite dans cet ouvrage, en parlant des chemins de fer, renvoyant le lecteur au chapitre de l'exploitation à ciel ouvert, où nous traiterons des procédés spéciaux aux diverses branches de l'industrie minière.

LES TRAVAUX SOUTERRAINS.

Les travaux souterrains, effectués pour la recherche des gisements métallifères et carbonifères sont de deux sortes : les puits et les galeries employés selon les circon-

ces de terrains et la situation des affleurements reconnus.

Par exemple, si les chapeaux des gîtes se montrent à la surface d'un plateau ou d'une plaine, c'est un puits qu'il faut forer pour les explorer, soit dans l'inclinaison même des gisements, soit perpendiculairement pour passer au travers des bancs ou couches présumées, quitte à ouvrir des galeries d'allongement au fond du puits.

Si, au contraire, on est en présence de filons ou d'une couche dont l'affleurement est sur le flanc d'une montagne, c'est une galerie qu'il faut percer : *galerie d'allongement*, si on la pousse au milieu de la masse minérale dans le sens de sa direction, ou *galerie de traverse* quand on la dirige perpendiculairement à cette direction, de façon à traverser tous les filons parallèles d'un même gisement.

Étudions séparément chacune de ces opérations.

LES PUIITS DE MINE.

Comme on ne se décide jamais à foncer un puits sans être à peu près certain de trouver un gîte exploitable, on lui donne toute la solidité, toute la perfection désirables pour qu'il puisse servir ensuite, selon ses dimensions, soit à l'extraction des produits, soit à l'établissement des pompes d'épuisement, soit à la montée et à la descente des ouvriers, soit à l'aération de la mine ; ce qui est le cas le plus ordinaire.

Cela ne veut pas dire qu'il y ait quatre sortes de puits, puisqu'un seul peut réunir la plupart de ces services, pourvu que sa section soit assez grande.

Les puits diffèrent entre eux : par les procédés de construction qui se trouvent imposés, par la nature des terrains qu'il s'agit de traverser ou même par les ressources locales ; ainsi, il y a les puits *boisés*, les puits *murillés*, les puits *cuvelés* et les puits *tubulaires*.

Par leur direction, car, bien qu'ils soient

le plus souvent creusés verticalement, il y en a aussi d'inclinés qu'on appelle, selon les pays : *fendues*, *montages* ou *descenderies*.

Quant à leur forme et à leurs dimensions elles dépendent des usages auxquels on les destine, mais ne créent point de catégories spéciales au point de vue de la construction.

LE FORAGE.

Avant de parler de la construction, il faudrait dire un mot du forage ; le procédé est bien connu puisqu'il consiste à fouiller la terre et à enlever les matériaux, en un mot à faire un trou, mais les différentes natures de terrain font naître des difficultés qu'on ne surmonte précisément qu'à l'aide des procédés que nous expliquerons l'un après l'autre.

En raison des divers terrains qu'il faut attaquer, les outils du mineur sont assez nombreux, outre les pelles dont il se sert dans tous les cas pour ramasser les débris désagrégés, il a la pioche pour les roches ébouleuses, le pic à une ou deux pointes aciérées, et une autre espèce de pic à deux branches courbées en arc, qu'on appelle *rivelaine*, pour les roches tendres.

Dans les roches demi dures il doit se servir de la *pointerole*, espèce de marteau dont un côté est aiguisé en pointe, et sur la tête duquel il frappe avec une massette, ce qui ne l'empêche pas d'avoir recours aux coins qu'il enfonce dans les fissures et aux leviers pour soulever les parties détachées.

Quand il rencontre la roche dure, il est obligé de faire jouer la mine, soit avec de la poudre, soit avec de la dynamite ; pour cela, nouveaux outils.

D'abord un *fleuret*, mince barre de fer aciéré qu'il enfonce dans la roche avec un marteau, pour faire un trou de cinq à six centimètres de diamètre, qu'il obtient facilement en faisant tourner son outil d'un cinquième de circonférence à chaque coup frappé.

Puis une *curette*, espèce de gouge terminée en cuiller, avec laquelle il nettoye son trou au fur et à mesure qu'il se creuse, et cela d'autant plus facilement qu'il a soin d'y jeter de l'eau de temps en temps, pour que son fleuret ne perde pas sa trempe au contact de la roche, rendue brûlante par le frottement.

Ces opérations se font aujourd'hui mécaniquement et d'une façon bien plus économique, à l'aide de machines dont l'ingéniosité est plus ou moins pratique, mais qui toutes se sont inspirées de la perforatrice Sommeillier, combinée avec les machines à air comprimé du docteur Colladon.

Nous aurons occasion de reparler de ces instruments qui ont aujourd'hui droit de cité dans toutes les exploitations importantes, lorsque nous nous occuperons des galeries souterraines pour lesquelles elles sont plus généralement destinées; nous ne décrirons ici que le perforateur Mac Kean et la perforatrice Sachs, parce qu'ils nous paraissent le plus propre au travail vertical que nécessite le fonçage du puits.

Le perforateur Mac Kean, qui a fait ses preuves au percement du tunnel de Saint-Gothard, où il a été employé dès 1872 et où il n'a pas cessé de fonctionner (il y a eu à la fois jusqu'à 150 machines en action) malgré l'arrivée des machines Farroux plus puissantes et par conséquent d'un effet plus grand. — se recommande surtout pour le travail des mines par la simplicité de sa construction et son peu de volume, sa longueur totale est de 1^m,10 et la machine a une course de 45 centimètres.

Cet appareil, se compose d'un cylindre percuteur susceptible d'un mouvement d'avance et de recul sur deux longerons dentés, de section rectangulaire.

Ces longerons sont reliés entre eux : à l'arrière par une culasse qui sert à fixer la machine sur l'affût; à l'avant par une tête qui contient les pièces nécessaires au mouvement de rotation.

Dans le cylindre, se meut un piston, dont la tige est terminée par le porte-outil auquel le burin se fixe au moyen d'un manchon.

Ce cylindre est fixé sur les longerons de la façon suivante :

À l'avant, par une fourchette, dont les deux extrémités s'engagent dans la denture des longerons, et qui est maintenue en prise au moyen d'un levier, soulevé à son autre extrémité par un piston en communication constante avec l'air comprimé ou la vapeur, selon le moteur dont on se sert.

À l'arrière par une traverse, qu'un autre piston, également en communication permanente avec la force motrice, tient constamment engrenée avec la denture inférieure des longerons.

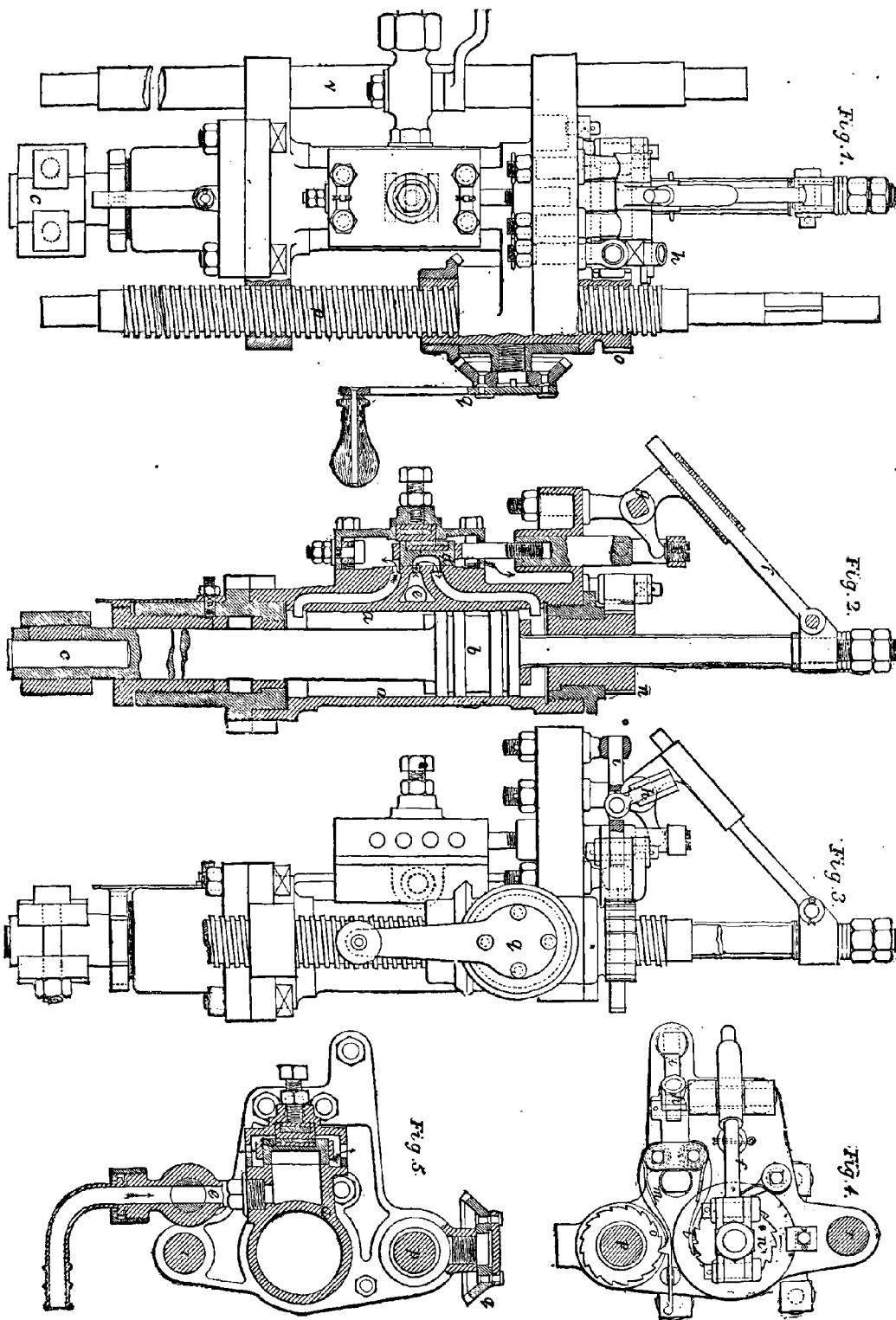
L'air comprimé s'introduit dans la machine par un tuyau de prise et passe par un orifice circulaire, pour arriver dans la chambre cylindrique du tiroir.

Les mouvements, tous automatiques d'ailleurs, de la machine sont au nombre de quatre : percussion, rotation, avance et recul, et se produisent de la manière suivante :

Le mouvement de percussion est déterminé par le jeu du tiroir (cylindrique à cet effet) et susceptible d'osciller autour de son axe.

Ce tiroir se meut dans la chambre d'arrivée de l'air comprimé de façon à découvrir alternativement les orifices d'introduction devant et derrière des cylindres, à peu près comme cela a lieu dans le tiroir de locomotive que nous avons déjà décrit; seulement ce tiroir est évidé intérieurement et communique par sa partie centrale avec l'air extérieur au moyen de l'orifice d'échappement.

Le mouvement est donné au tiroir par une tige, mise elle-même en action par un balancier soulevé alternativement, dans un sens ou dans l'autre, par une partie de la



Détails de la perforatrice Sachs.

tige du piston, renflée en forme de double cône.

Ce système de distribution qui permet une grande rapidité de marche n'a subi aucune modification, bien que la machine ait été notablement perfectionnée depuis sa création, ce qui prouve son excellence.

Pour déterminer le mouvement de rotation du fleuret, il a été pratiqué sur le porte-outil une rainure hélicoïdale, dans laquelle est engagée la clavette d'une rondelle dentée, placée dans la têtère et appuyée contre une autre rondelle, fixée dans la têtère, mais folle sur le porte-outil.

Quand le piston fait son mouvement en avant : la première rondelle est entraînée avec le porte-outil et tourne sur elle-même, tandis que l'outil frappe sans tourner.

Dans le mouvement de recul, au contraire cette rondelle s'engrène avec l'autre rondelle qui la fixe et oblige le burin à tourner.

Le mouvement d'avance de l'appareil se produit au moyen du double coin de la tige du piston qui, au moment où le piston — qui s'avance de plus en plus dans le cylindre, au fur et à mesure que le burin pénètre dans le trou de forage — est prêt à en frapper le fond — soulève un taquet porté par un levier.

La fourchette qui fixe le cylindre à l'avant quitte alors la crémaillère du longeron et le cylindre est libre à l'avant.

Le piston étant à fond de course le changement de distribution s'opère et l'air est introduit à l'avant du cylindre agissant aussi bien sur le foret que sur le piston, de sorte que les deux surfaces étant libres se mettent en mouvement proportionnellement aux masses qu'elles entraînent avec elles.

Cet effet se produit jusqu'à ce que le taquet ayant quitté le double cône, la fourchette retombe en prise et fixe de nouveau le cylindre.

La machine a repris alors sa position primitive, qu'elle garde jusqu'à ce qu'un

nouvel approfondissement du trou détermine encore le soulèvement du taquet et la marche en avant du cylindre.

Si l'on veut ramener la machine en arrière, il suffit de soulever un levier à excentrique qui la traverse et à l'aide duquel le cylindre est fixé à l'arrière sur les longerons.

Devenu libre, le cylindre recule à chaque coup de piston de même qu'il avait avancé lorsqu'il n'était plus fixé à l'avant, et il recule ainsi jusqu'à ce qu'on abaisse de nouveau le levier, qui fait agir la traverse.

Comme on le voit, tout cela est très simple et il n'est pas besoin pour conduire cette machine d'un ouvrier très fort en mécanique, d'autant que toutes les pièces sont robustes, à commencer par le foret qui est plat avec de forts épaulements, dans le but de briser plutôt la pierre par le choc répété, que de la couper avec une pointe qu'il faut refaire trop souvent.

Pour le travail des puits de mine, le perforateur Mac Kean, ne se monte pas sur le chariot que représente notre premier dessin, que nous ne donnons d'ailleurs que pour montrer d'ensemble, et d'une façon claire les articulations de la machine.

Ce chariot, excellent pour le travail à ciel ouvert ou dans les galeries souterraines, est alors remplacé par un appareil spécial que notre troisième dessin fera mieux comprendre.

Il se compose d'une colonne, fixée au fond du puits par une forte vis et terminée en forme de T par une traverse, dont chaque extrémité se visse également aux parois du puits.

Le serrage de ces trois vis fait comprimer trois tampons de caoutchouc et maintient ainsi l'appareil fixe malgré la granulation de la pierre sous les pointes.

A cette colonne est adapté un tube-traverse, maintenu à la hauteur voulue par une chaîne qui part de la traverse supérieure. Ce tube supporte un perforateur, deux si l'on veut, puisqu'on peut en mettre

un de chaque côté; on peut même, pour un travail plus accéléré, ajuster à la colonne un deuxième tube traverse, formant la croix avec le premier, et sur lequel on peut adapter deux autres machines, d'autant que la genouillère est mobile autour de la colonne; ce qui permet de faire autant de trous qu'il est nécessaire sans démonter l'appareil, puisque le perforateur peut tourner également autour du tube-traverse, pour que l'on puisse donner à l'outil la direction que l'on veut.

Lorsqu'il s'agit de faire partir les mines, on desserre l'appareil, on le remonte dans le puits à une certaine hauteur et on le range de façon qu'il ne gêne pas pour l'opération du déblayage, qui se fait alors dans les conditions ordinaires.

La perforatrice Sachs, construite par la Société Humboldt, qui s'occupe spécialement du matériel de mines, a été constamment perfectionnée depuis son invention, et elle ne laisse aujourd'hui presque rien à désirer.

Mue naturellement par l'air comprimé, elle en dépense relativement peu, car il n'agit que dans le cylindre principal où fort peu d'organes sont en contact avec lui; de plus sa marche étant automatique ne dépend ni de l'habileté, ni du bon vouloir de l'ouvrier qui la dirige.

Un dessin d'ensemble et des coupes en feront comprendre le fonctionnement.

A est un cylindre à air comprimé, pourvu des mêmes orifices d'admission et d'échappement qu'un cylindre à vapeur. B est le piston qui se meut dans ce cylindre et qui est terminé par deux tiges de diamètre différent.

L'une commande le tiroir de distribution D par l'intermédiaire de la tige F qui, glissant dans un fourreau, agit sur le levier coudé, G dont le petit bras actionne directement la tige du tiroir.

L'autre porte le fleuret, non représenté

sur notre dessin, mais dont la place est marquée dans la douille C.

L'air comprimé arrive dans le tiroir par l'orifice E et s'y comporte exactement comme la vapeur dans le tiroir des locomotives, suit la direction indiquée par la flèche, pénètre par le conduit à l'arrière du piston et pousse le fleuret avec force contre la roche, pendant que l'air qui se trouvait à l'avant du piston en est chassé et sort par un tuyau recourbé, analogue à celui de l'arrivée.

En même temps la tige F, actionnée par le mouvement du piston, fait pivoter le levier G qui pousse le tiroir en avant et renverse ainsi la distribution.

C'est ce même levier qui communique au fleuret son action rotative, par le moyen du petit bras H, qu'il commande et qui imprime un mouvement de va-et-vient à la tige I, terminée par une crossette armée de deux cliquets qui viennent butter alternativement contre les rochets N et O; de sorte qu'à chaque mouvement du piston le rochet N tourne d'une dent et imprime un mouvement de rotation au fleuret.

Le mouvement d'avancement a deux causes: d'abord l'augmentation de la course du piston dans le cylindre, au fur et à mesure que le trou se creuse, ensuite le rochet O qui fait avancer la perforatrice le long de deux tiges fixes, dont l'une est unie et l'autre filetée, et qui lui servent à la fois de supports et de guides.

A cet effet, les dents du rochet O, sont plus longues que celles du rochet N, le cliquet ne peut donc venir en prise avec la dent suivante à chaque coup de piston, car il faut pour cela que l'amplitude du mouvement soit suffisante, c'est-à-dire que la course du piston atteigne son maximum.

En d'autres termes le rochet O n'agit que lorsque le piston est à bout de forces.

Cette machine, très facile à conduire, est complétée par une manivelle de deux en-

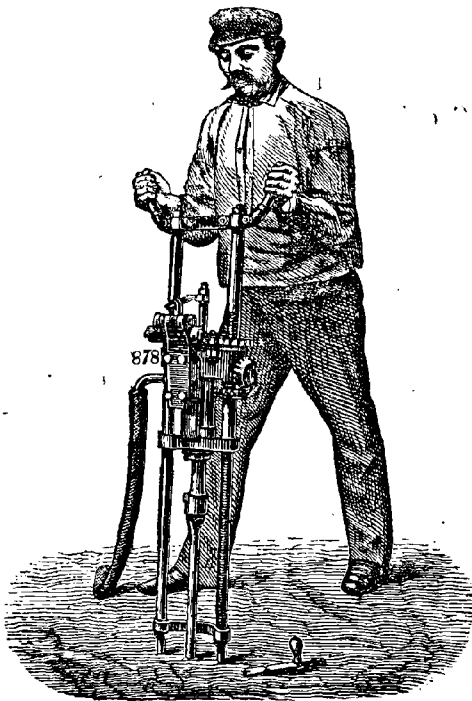
grenages coniques qui permettent d'éloigner l'outil de la roche, aussi rapidement que possible, soit pour changer le foret, soit pour déplacer la perforatrice.

Il va sans dire qu'elle peut tout aussi bien être employée au percement d'une galerie qu'au forage d'un puits, cela dépend de l'affût sur lequel on la monte.

L'affût autrement dit le bâtis, n'est pas une question aussi secondaire qu'elle le

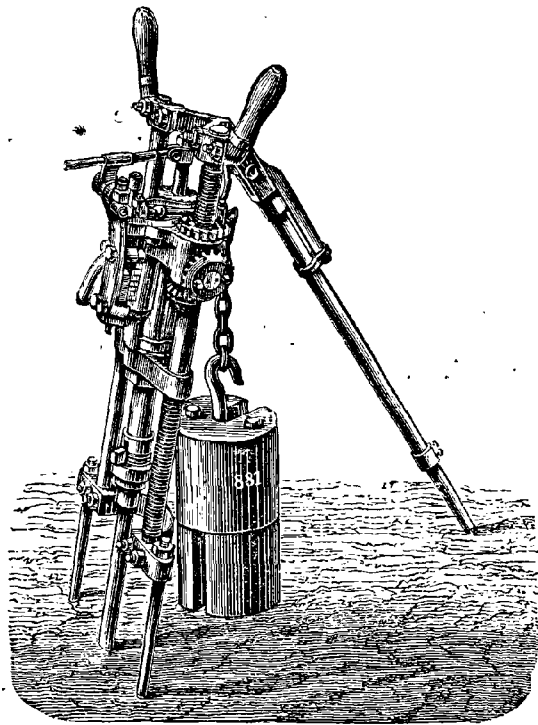
paraît; il joue un rôle au moins aussi important que celui de la perforatrice puisque l'exécution rapide et économique des travaux dépend en partie de lui.

L'affût pour le fonçement du puits doit être, à la fois, assez léger pour faciliter les manœuvres et assez lourd pour assurer la direction des coups, tout en amortissant les chocs et les vibrations qui en résultent, deux qualités qui ont l'air de s'exclure



Affût à main.

Perforatrice Sachs, montée pour forage des puits.



Affût à contre-poids

l'une l'autre et qui doivent pourtant se trouver ensemble, pour que l'instrument soit parfait; aussi a-t-il subi de nombreuses modifications.

Au début, la Société Humboldt montait sa perforatrice Sachs pour le creusement des puits, sur un bâti très simple, composé de deux barres directrices reliées par deux traverses, dont la supérieure terminée par deux manches, servait à l'ouvrier à maintenir l'appareil en fonction-

nement, tout en guidant la perforatrice.

Ce système, peu coûteux, est toujours bon pour faire les trous peu profonds, et dans les roches tendres, mais le travail devient très pénible, quelquefois même impossible, quand il faut atteindre des profondeurs considérables, car l'ouvrier déjà obligé de maintenir l'appareil, ne peut assurer la direction des coups et le fleuret peut se fausser et même se briser.

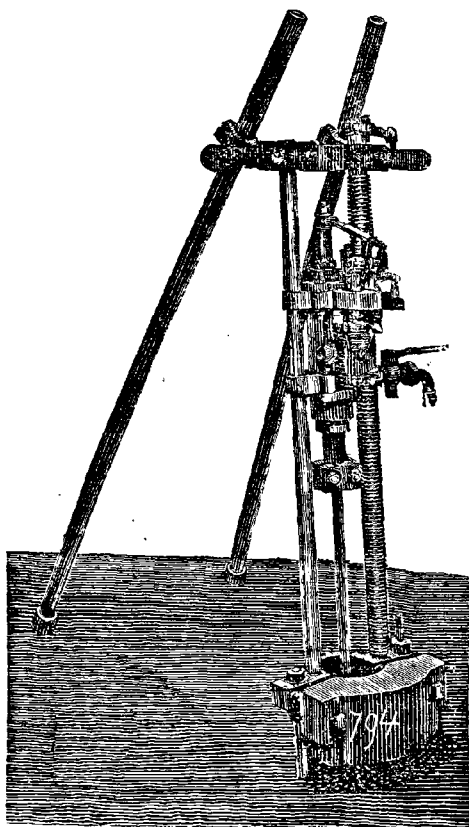
On a remédié à cet inconvénient en ren-

tant l'affût indépendant de l'ouvrier, c'est-à-dire en fixant la perforatrice sur un bâti à trois pieds auquel on ajouta encore un contre-poids pour lui donner plus de stabilité, plus tard le contre-poids fut remplacé par un jambage de plus. Ce qui n'empêcha pas d'employer aussi des affûts, dont les trois pieds étaient consolidés par des poids.

Mais le dernier perfectionnement a pré-

valu parce qu'il est plus simple; il présente deux types que nos gravures expliquent suffisamment.

L'un, destiné au travail en roches tendres ou demi dures, n'a qu'un seul jambage formant trépied avec les barres directrices, mais sur la traverse inférieure de ces deux barres se pose une masse pleine qui donne de la stabilité à l'appareil. L'autre, meilleur

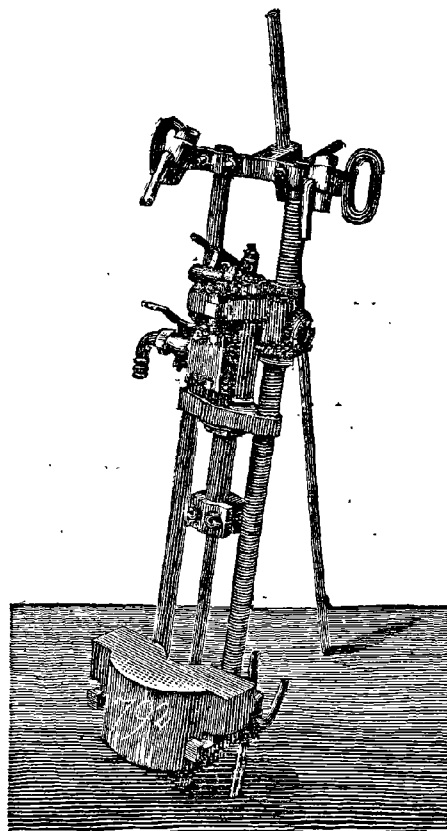


Affût Humboldt, pour roches dures.

pour le travail en roches dures, a un jambage de plus, et ses barres directrices sont encastrées dans la traverse inférieure, aussi massive que dans le premier type, mais évidée pour laisser un libre passage au fleuret.

Les deux systèmes, du reste, très employés surtout à l'étranger, donnent des résultats excellents.

LIV. 56.



Affût Humboldt, pour roches tendres.

Il va sans dire qu'avec les perforatrices, il faut comme dans le travail à la main, injecter de l'eau dans le trou de mine pour refroidir le fleuret et lui conserver sa trempe, il en faut même davantage puisque les coups sont plus fréquents, aussi l'outillage est-il complété par un réservoir spécial, muni de tubulures et de robinets qui permettent de le remplir, et de le vider au fur

56

et à mesure des besoins avec un tuyau d'injection en caoutchouc, terminé par une lance.

Pour le travail du puits le réservoir reste à l'orifice puisqu'on peut allonger le tuyau, autant qu'il est nécessaire, mais ceux qui doivent servir pour le percement des galeries, sont montés sur roues de façon à suivre le chantier d'abâtage.

Quand ce trou atteint la profondeur voulue, qui varie entre 25 et 50 centimètres, l'ouvrier l'assèche le plus possible, et place dedans une cartouche remplie de poudre ou de dynamite, dans laquelle est fixée une mèche qu'on appelle *fusée Bickford* du nom de son inventeur, et fusée *de sûreté* parce que brûlant avec une lenteur connue, le mineur, lui donnant la longueur nécessaire, a tout le temps de se mettre à l'abri de l'explosion.

Cette mèche est tout bonnement une corde ronde, recouverte d'un enduit imperméable pour qu'elle ne redoute point l'humidité, et dans laquelle se trouve un petit canal rempli de poudre, qui communique avec la cartouche au moment voulu.

La mine tirée, le puisatier abat avec son pic ou son levier les parties de la roche qui ont été fendues ou ébranlées et il n'a plus qu'à en mettre les fragments dans la benne qui les remontera à l'orifice.

Cette benne qui sert à la fois à l'extraction des déblais et à l'introduction des outils, des matériaux et même des ouvriers dans le fond du puits, est un seau, ou un panier de grande dimension fixé à un câble qui s'enroule sur un treuil placé à l'orifice, et qui est mu à bras d'homme quand il s'agit d'un puits de peu de profondeur ou de petit diamètre et par un manège à chevaux, si le puits est plus considérable.

Inutile de dire que ce moteur est remplacé par une machine à vapeur toutes les fois que cela en vaut la peine, la vapeur étant encore l'instrument le plus puissant, le plus docile et le moins coûteux que l'on puisse employer.

Dans ce cas l'appareil se compose de deux bennes dont les câbles plats sont fixés en sens inverse sur deux balanciers actionnés par la machine à vapeur, de façon que pendant que l'un s'enroule sur son treuil et fait monter la benne chargée l'autre se déroule pour descendre une benne vide.

Ces bennes, en douves de chêne cerclées de fer, comme un tonneau, contiennent généralement deux tiers de mètre cube; elles sont suspendues par quatre chaînettes au crochet du câble.

Celle qui arrive chargée à l'orifice du puits, montée d'abord un peu plus haut pour qu'on puisse fermer les deux trappes qui se tiennent toujours fermées et qu'on a dû ouvrir pour lui livrer passage, alors sur cet orifice on amène un truc roulant sur rails, sur lequel la benne est descendue et fixée par deux chevilles de fer, à un axe, autour duquel on pourra la faire basculer pour la vider, quand on l'aura poussée par le petit chemin de fer jusqu'au lieu où se déposent les déblais.

Tel est le procédé général, qui varie naturellement selon les machines employés, car si tous les moteurs fixes ou locomobiles peuvent à la rigueur s'appliquer au montage des matériaux, — quand on ne rencontre pas de ces difficultés, d'autant plus fréquentes qu'elles naissent de la nature des terrains et de la puissance des couches aquifères qu'elles contiennent, — il en est de spéciaux qui, fabriqués expressément pour le service qu'on en attend, simplifient beaucoup le travail et économisent les frais d'extraction dans tous les cas.

Les plus employés sont les machines d'enfonçage et d'extraction de M. Robey et C^{ie} de Lincoln, dont la réputation n'est plus à faire et qui sont d'un usage courant surtout en Angleterre.

Il y en a, du reste, de plusieurs sortes ou, pour parler plus économiquement, la même peut être modifiée selon les travaux qu'on veut lui faire faire. Nous les décrirons du

reste, avec détails lorsque nous en serons à l'extraction des minerais.

BOISAGE DES PUIITS

Le fonçage du puits n'est qu'une partie de l'opération; partie principale, il est vrai, lorsqu'on opère dans des terrains d'une grande consistance, ce que l'on appelle de la roche dure, mais c'est en quelque sorte une exception, car il arrive fréquemment que les roches sont fissurées et qu'elles se fissurent encore davantage lorsqu'elles sont entaillées, ce qui les rend susceptibles soit de se gonfler, soit de se resserrer par le contact de l'eau ou seulement de l'air humide, de façon à provoquer des éboulements.

En outre, on peut rencontrer en fonçant un puits, des roches ébouleuses ou traverser des couches aquifères.

C'est pour remédier à ces inconvénients qu'on a recours selon les cas au boisage, au muraillement et au cuvelage.

Boisage et muraillement peuvent rendre le même service, en général le boisage est préféré parce que l'opération est plus rapide et moins coûteuse, mais il faut faire la part des nécessités ou des aptitudes locales.

Ainsi par exemple, en Belgique, dans le bassin du nord, où le bois est aussi rare que la brique est commune, on muraille tous les puits, même ceux qui ne sont faits qu'en vue d'une exploration.

En Allemagne, où le bois ne manque point et où on le travaille avec habileté, on boise partout, tandis que dans le bassin de la Loire, on revêt presque aussi vite, sinon aussi économiquement, l'intérieur des puits, forés circulairement, d'un muraillement de moellon piqué.

A ces exceptions près, il est d'usage de boiser les puits qui ne sont pas appelés à un service de longue durée, et l'on muraille ceux dont on compte se servir plus longtemps.

Les puits destinés à être boisés sont tou-

jours creusés à section carrée, rectangulaire ou polygonale, de façon à ce que le revêtement intérieur puisse porter d'aplomb sur les parois.

Le boisage consiste en une série de cadres dont la distance varie entre 60 centimètres et 1^m, 35, selon la consistance des roches, reliés l'un à l'autre par un garnissage de fortes planches, ou quelquefois même de gros rondins refendus, mais, dans tous les cas, assez longs pour s'appuyer sur deux cadres.

Chacune des pièces de bois de ce garnissage, est chevillée sur les cadres et de plus fixée au moyen de coins, de façon à ce qu'elle exerce une certaine pression sur les parois du puits.

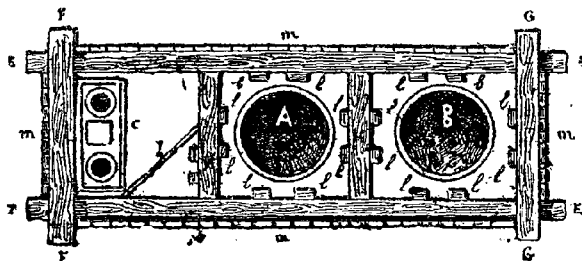
Les cadres sont naturellement formés d'autant de pièces de bois que le cadre a de côtés, mais deux de ces pièces, les plus longues, sur lesquelles sont assemblées les autres, et qu'on appelle à cause de cela *porteuses*, reposent par une extrémité sur des entailles assez profondes pratiquées dans le roc, et qu'on appelle *potelles*. Enfin, le premier cadre, dont les pièces sont beaucoup plus longues, doit reposer solidement sur l'orifice du puits et être construit de manière à pouvoir supporter au besoin tout le boisage inférieur, qui se trouve naturellement relié avec le cadre porteur, puisque tous les cadres intermédiaires sont soudés entre eux, outre les garnissages, par de longues pièces verticales qui servent à guider les cages ou les barres d'extraction et que l'on appelle coulants.

Pour les puits destinés à des services multiples, le boisage se fait de la même façon, seulement le puits est divisé en divers compartiments par des cadres contigus dont les pièces sont engagées, à tenons et à mortaises, dans les deux porteuses du rectangle.

Ces compartiments sont le plus souvent au nombre de trois, comme on le voit dans notre dessin.

A est le compartiment réservé à la benne montante, B celui de la benne descendante, C est celui des pompes d'épuisement.

DD et EE sont les pièces porteuses, FF et GG les traverses, également encastrées dans la roche, HH les cloisons séparant

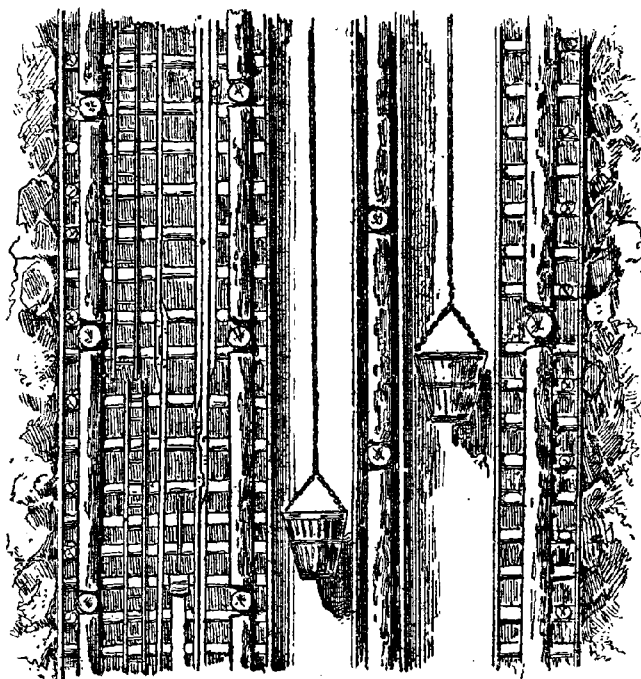


Boisage d'un puits (place à compartiments).

les compartiments, I sont les échelles, LLL sont les coulants et MMMM les garnissages.

Les puits inclinés, assez communs en Allemagne, surtout dans les mines du Hartz, sont presque toujours rectangulaires et se

boisent par les mêmes procédés, perfectionnés par une habileté de main-d'œuvre extraordinaire. On cite des puits de 3 mètres de largeur sur 8 de long qui atteignent jusqu'à 600 mètres de profondeur et dont



Boisage d'un puits à compartiments (coupe).

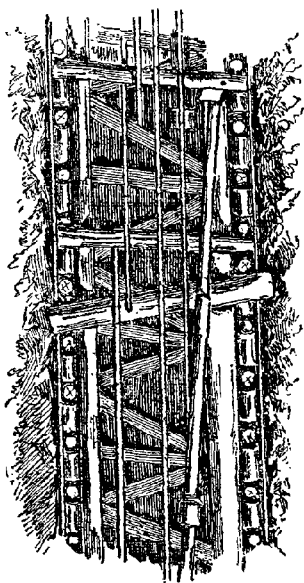
le boisage n'est fait qu'avec des sapins écorcés de 25 à 40 centimètres de diamètre.

Le système que nous venons de décrire est employé avec succès et même sans grandes difficultés contre les roches ébou-

leuses, mais il se présente souvent d'autres cas, notamment quand on rencontre des couches épaisses de sables mouvants ou d'argiles coulantes.

Alors en emploie soit le procédé des coins divergents, soit celui de la trousse coupante.

Le premier consiste en ceci : ayant établi solidement un cadre, on enfonce dans le terrain, le plus profondément possible, des coins appuyés sur le cadre et bien jointifs.



Boisage d'un puits (type du Hartz).

On enlève le morceau de terrain ainsi isolé et l'on continue l'opération jusqu'à ce que la couche dangereuse soit traversée.

La trousse coupante se compose d'un boisage, préparé d'avance, que l'on fait entrer à forte pression dans la couche mouvante, en ayant soin d'enlever les terres à l'intérieur, au fur et à mesure de la descente.

C'est à peu près le procédé des puits tubulaires, dont nous parlerons plus loin.



Muraillement d'un puits.

MURAILLEMENT DES PUIITS

Que les matériaux employés soient le moellon piqué ou les briques, il y a, selon la nature des terrains que l'on traverse, différentes manières de procéder au muraillement des puits.

Si la roche est consistante, on ne commence le muraillement que lorsque l'on a terminé le fonçage du puits, dont on a eu soin de soutenir les parois par un boisage provisoire.

Pour asseoir le travail, on place au fond du puits un cadre en charpente dont les quatre pièces sont encastrées et scellées dans la roche entaillée à cet effet; sur ce cadre on en pose un autre qu'on appelle un *rouet*, et qui a exactement la forme du puits, c'est à dire ronde ou elliptique, car on muraille fort rarement les puits carrés ou rectangulaires.

C'est sur le rouet que l'on élève la maçonnerie, exactement comme si l'on construisait une colonne, avec cette différence

pourtant que de distance en distance on place des cadres porteurs très solides, pour que toute la charge de l'édifice ne repose pas sur les matériaux inférieurs.

Quelquefois pourtant, quand les puits sont peu profonds et qu'on les muraille en briques, la construction est faite en spirales, et en quelque sorte d'un seul morceau; on a eu soin pour cela de préparer le rouet pour qu'il puisse former la première spire de l'édifice.

Quant aux charpentes qui ont servi à soutenir les parois du puits pendant le fonçage, on les retire au fur et à mesure que le muraillement avance, et l'on remplit la place qu'elles occupaient avec de l'argile que l'on pilonne soigneusement.

Il arrive cependant quelquefois qu'on laisse subsister le boisage provisoire, mais cela n'empêche pas d'en remblayer parfaitement vides, car il faut que le revêtement en maçonnerie ne fasse qu'un corps avec les parois du puits.

Si l'on travaille dans une roche peu solide, le muraillement du puits se fait par sections, qu'on appelle *reprises*, et au fur et à mesure qu'on le creuse.

Ces reprises sont, en somme, des anneaux de maçonnerie dont la hauteur varie, selon que l'on redoute plus ou moins les éboulements, entre 5 et 10 mètres, séparés par des rouets montés sur des cadres appuyés sur des consoles, que l'on enlève ensuite, pour raccorder entre eux ces anneaux muraillés.

Dans le cas où le terrain n'offre pas assez de solidité pour qu'on puisse y établir des consoles, on soutient le cadre sur lequel on construit, au moyen de tirants attachés au cadre porteur placé à l'orifice du puits.

Si l'on est obligé de traverser des couches friables ou d'argiles coulantes, il faut, comme nous l'avons dit pour le boisage, avoir recours à la trousse coupante.

La base de cet appareil est formée d'un

rouet en bois ou en fonte, taillé en biseau pour pouvoir s'enfoncer facilement dans le terrain. On bâtit sur le rouet un anneau de maçonnerie qui s'enfonce progressivement par son propre poids jusqu'à ce qu'on ait rencontré le terrain solide; arrivé à une couche imperméable, on creuse une banquette dans laquelle on établit le rouet définitif, qui supportera le muraillement.

CUVELAGE DES PUIITS

Le cuvelage s'impose toutes les fois que le puits que l'on fonce doit traverser des nappes d'eau, qu'on appelle des niveaux, ou même des couches trop aquifères pour que les fissures ne puissent être aveuglées par les moyens ordinaires.

Le cuvelage est dans un tube que l'on construit en cœur de chêne, en fonte, en tôle, ou même en maçonnerie pour préserver le puits de toute infiltration.

Il va sans dire que le fonçage des puits de cette sorte est plus laborieux que celui des autres, car lorsqu'on rencontre un niveau, il faut le traverser coûte que coûte en employant les meilleurs moyens d'épuisement qu'on peut avoir à sa disposition, la pompe doit être installée en même temps que les appareils de fonçage.

La couche imperméable atteinte, on taille dedans une banquette assez large, que nous indiquons dans notre dessin par AB.

On installe en A un fort rouet en cœur de chêne, soigneusement assemblé, qui s'appelle une *trousse à picotter*; entre le cadre et les parois de la banquette, c'est-à-dire en B, un second rouet qu'on appelle *lambourde*, et dans l'intervalle D qui les sépare et qui est généralement de 6 à 7 centimètres, on enfonce, autant qu'il peut en tenir, de coins de sapins nommés *picots*, pendant qu'on remplit l'espace compris entre la lambourde et la roche (E) de mousse, que l'on tasse le plus possible.

Au-dessus, en C, c'est-à-dire au niveau même de la banquette, on établit une trousse

semblable sur laquelle reposera le cuvelage.

Si ce cuvelage est en chêne, il se compose de cadres contigus parfaitement dressés sur leur faces jointives, de façon que ces joints puissent être rendus imperméables par un simple calfatage à l'étaupe; du reste, l'imperméabilité est encore donnée par le pilonnage de béton fin, ou mieux encore de bon mortier hydraulique, que l'on introduit entre la face intérieure du cuvelage et les parois du puits.

Les cuvelages en fonte ou en tôle, adoptés assez généralement en Angleterre, reposent de la même façon sur des trusses à picoter; ils se composent de panneaux métalliques, dont on calfate les joints horizontaux avec de la laine goudronnée et les joints verticaux qui séparent les différents segments du cuvelage, par l'application de bourrelets ou ceintures en caoutchouc.

Que l'on cuvèle en bois ou en fonte, il est de règle que l'épaisseur des pièces diminue progressivement au fur et à mesure qu'on approche de l'orifice.

Le cuvelage en briques usité surtout dans les mines d'Allemagne se fait par les mêmes procédés que les muraillements dans les puits cylindriques, on l'appuie sur un rouet qui présente une surface hélicoïdale de façon à former la base d'une spirale continuée jusqu'à l'orifice, par les briques superposées.

Ce procédé, outre qu'il est plus solide que la construction par assises, évite la perte du temps qu'il faudrait employer à fermer chaque anneau par une clef: qui est d'autant moins agréable à l'œil que la brique qui la forme, a toujours besoin d'être taillée à la hachette.

Les Allemands cuvèlent aussi en maçonnerie, notamment dans les bassins houillers de la Ruhr, des puits quadrangulaires; le muraillement est formé de deux rangs de briques comme dans les puits circulaires, mais les côtés sont voutés pour opposer

plus de résistance à la poussée des eaux qu'on traverse.

PUITS TUBULAIRES

Lorsqu'au lieu d'avoir à traverser seulement des terrains aquifères, des nappes à pression plus ou moins considérable, on se trouve obligé, comme cela arrive quelquefois, de creuser dans des terrains submergés, sous le lit même des rivières ou des fleuves, il faut renoncer au procédé de fonçage ordinaire des puits et procéder de la même façon que pour les fondations tubulaires dont nous avons déjà parlé à propos des ponts de chemins de fer.

Ce procédé, inventé en 1841 par M. Trigger, lorsqu'il eut à foncer un puits de mine sous les eaux de la Loire, à Chalonnès, établit le cuvelage en même temps, c'est-à-dire avant même que le fonçage ne soit fait, puisque c'est le cuvelage formé de segments en fonte, dont les joints sont parfaitement étanches qui permet aux ouvriers mineurs de creuser les puits aussi facilement que s'ils travaillaient dans un terrain ordinaire; grâce à l'air comprimé, qui chasse l'eau au fur et à mesure qu'elle se présente dans le cuvelage; lequel est, à cet effet, muni de haut en bas de deux tubes dont l'un sert à l'introduction de l'air, comprimé par une machine à vapeur établie à proximité de l'orifice, et l'autre, de conducteur à l'eau refoulée vers l'extérieur par l'effet de l'air comprimé.

Ce cuvelage tubulaire, qui s'augmente de nouveaux segments au fur et à mesure que son extrémité inférieure pénètre dans la terre, est divisé en trois compartiments par deux cloisons horizontales et ne communique entre eux que par des trappes à clapets, qui se ferment hermétiquement et ne se lèvent que pour le passage des ouvriers, des matériaux ou des déblais.

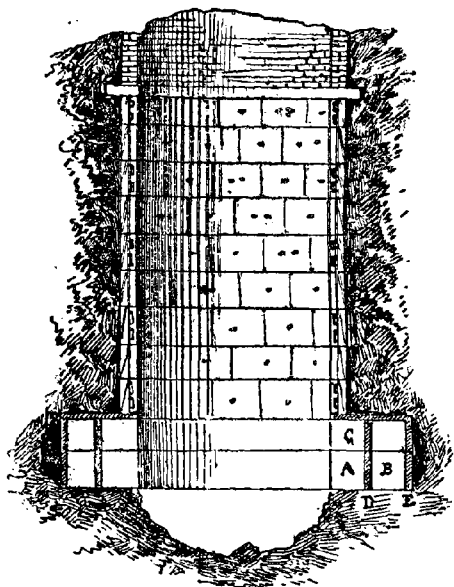
Le compartiment supérieur reste toujours ouvert, et son orifice qui dépasse celle du terrain sert à l'expulsion des déblais qui

sont montés du compartiment inférieur où les ouvriers travaillent à pied sec, au moyen de seaux qui passent d'abord dans le compartiment du milieu servant de chambre d'équilibre et dont pour cette raison il n'y a jamais qu'une trappe d'ouverte à la fois.

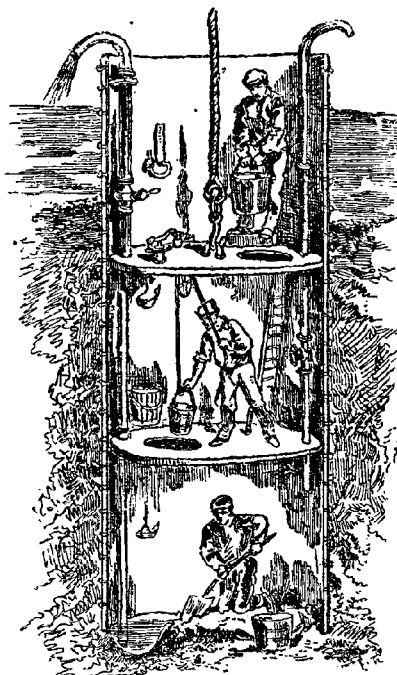
Avec ce procédé, tel qu'il a été employé par son inventeur, on fonce un puits par les moyens manuels ordinaires mais il

n'exclut pas l'addition des moyens de forage mécanique.

Cela nous amène à parler du système de M. Chaudron, ingénieur belge, qui, s'il n'est pas d'une application aussi étendue est infiniment plus rapide et partant plus économique dans les terrains aquifères. Le forage se fait comme les forages artésiens que nous avons étudiés en parlant des sondages, à l'aide de trépan de grand diamètre et un



Cuvelage en fonte, d'un puits.



Puits tubulaire (système Triger).

cuvelage en fonte suit au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Ce cuvelage, qui est la trousse coupante perfectionnée se compose d'une série de tubes de fonte, soigneusement boulonnés dont le premier destiné à couper le fond du puits pour pénétrer dans le terrain, porte extérieurement une boîte remplie d'étoupe et de mousse qui, une fois en place et pressée par le poids des anneaux superposés du cuvelage, donne une étancheté assez parfaite

pour que l'eau puisse être épuisée facilement.

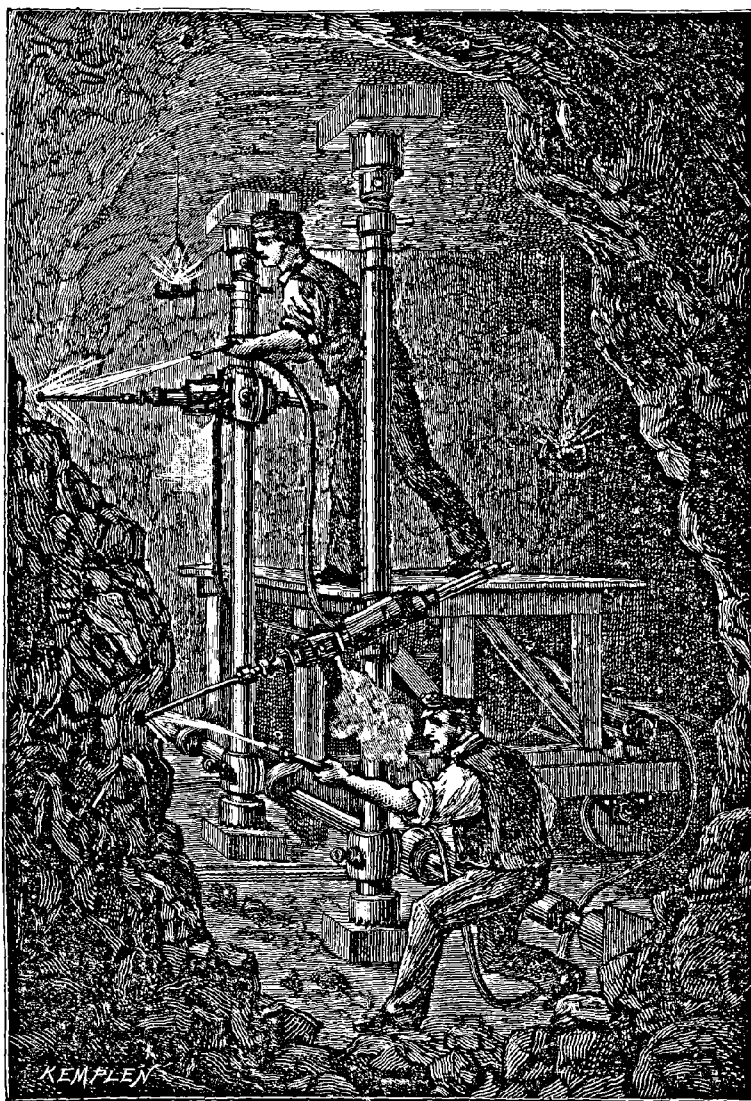
Cette étancheté est d'ailleurs complétée par le remplissage, avec du béton fin, du vide qui existe entre la colonne de fonte et les parois du terrain.

Maintenant, qu'il soit bien entendu que tous les systèmes dont nous avons parlé n'ont rien d'absolu comme application, car selon la nature des terrains, la coupe, la profondeur, la direction des puits, on

emploie l'un ou l'autre et quelquefois même des modifications de l'un et de l'autre.

De là, de nombreux procédés qui ne sont,

en somme, que des perfectionnements apportés aux systèmes déjà connus, par les ingénieurs chargés de l'exécution des travaux.



Le perforateur *Éclipse*. — (Système Burton.)

GALERIES SOUTERRAINES

Les galeries de mines sont de plusieurs sortes, non seulement par leur position relativement aux couches ou filons cherchés,

Liv. 57.

mais encore par l'usage auquel on les destine plus tard. Car lorsqu'on perce une galerie d'exploration, on espère bien qu'elle servira à l'exploitation. Ce n'est du reste

57

qu'une question de dimension ; les procédés de creusage sont les mêmes, soit que l'on ouvre une galerie en partant du fond d'un puits ou d'un point quelconque de sa profondeur, soit qu'on la perce sur le flanc d'une montagne ; dans ce dernier cas, il n'y a que le procédé d'extraction qui change, car au lieu d'enlever les déblais par le puits au moyen des bennes, on les convoie sur des wagonnets, non seulement jusqu'à l'entrée du puits, mais encore directement jusqu'à l'endroit choisi pour le dépôt des déblais.

On nomme galerie d'allongement, celle qui a pour objet d'explorer le gîte qu'on se propose d'exploiter dans sa direction même ; et galerie de traverse, celle que l'on pousse perpendiculairement au gîte, dans l'espérance de rencontrer plusieurs gîtes parallèles.

Le percement des galeries n'est donc entrepris que lorsqu'on connaît déjà parfaitement l'allure des gîtes ; pour rester dans la direction adoptée on a recours à la boussole, et l'on se dirige toujours en ligne droite, en établissant de distance en distance, au milieu du ciel de la galerie déjà creusée, des points de repère qui sont en somme des chevilles en bois et auxquelles on suspend des fils à plomb qui donnent aux ouvriers mineurs, comme les jalons des arpenteurs, la direction à suivre pour conserver leur alignement.

L'abattage de la roche se fait quelquefois à la main dans certaines galeries d'exploitation, mais il peut toujours se faire mécaniquement dans les galeries de recherches, alors qu'il n'est pas utile d'enlever le minerai en blocs plus ou moins considérables.

A la main, l'outillage varie selon la nature des terrains ; ainsi dans les roches ébouleuses, les sables, les terres végétales, la pioche et la pelle sont parfaitement suffisantes.

Dans les roches tendres : sables agglutinés, alluvions, argiles durcies et presque tous les minerais carbonifères on se sert du pic à une ou deux branches.

Dans les roches demi-dures, comme le calcaire, la serpentine, le grès peu agglutiné on ajoute la pointerolle et la massette à l'usage des pics.

Dans les roches tenaces comme le granit, le gneiss et les terrains de transition, il faut forer les trous de mine que l'on charge soit avec de la poudre, soit avec de la dynamite comme nous l'avons expliqué précédemment.

Enfin dans les roches récalcitrantes comme les quartz et les poudingues, on a recours au préalable à des moyens plus énergiques empruntés au feu et à l'eau, c'est-à-dire que l'on chauffe violemment les roches qu'il s'agit de percer, de façon à ce que la vaporisation de l'eau qu'elles renferment les fasse dilater et se fendre, d'autant mieux que lorsqu'elles sont incandescentes on projette dessus un courant d'eau qui les refroidit subitement ; il est facile alors de procéder à l'abattage, soit en introduisant des coins ou des pinces dans les fissures, soit en forant des trous de mine dans la roche sensiblement attendrie.

Ce procédé, qui n'est plus indispensable depuis qu'on possède de puissantes machines perforatrices, n'est d'ailleurs employé que dans les pays où le combustible est à bon marché, en Norvège notamment où les ouvriers allument le samedi soir, en quittant le travail, des feux qu'ils n'éteignent que le lundi matin en venant le reprendre.

Un autre système diamétralement opposé, mais qui rend les mêmes services est assez généralement adopté pour l'exploitation des marbres en Russie et en Sibérie.

Avant que les froids deviennent assez rigoureux pour empêcher le travail en plein air, les ouvriers pratiquent dans les roches, des fissures plus ou moins profondes et plus ou moins allongées selon les blocs qu'ils espèrent enlever, ils les remplissent d'eau qui, par l'effet de sa congélation, augmente de volume au point de briser la roche.

Ce procédé n'est pas exclusivement russe

d'ailleurs, on l'emploie aussi en France (quand le temps le permet) dans un certain nombre de carrières de pierre à bâtir.

Revenons au percement des galeries : pour le faire mécaniquement, on emploie les perforatrices, aujourd'hui si nombreuses et si diverses que nous allons emprunter la classification que M. Fillot en a faite dans les *Annales des ingénieurs civils*.

« 1° Machines procédant par le percement de trous de mines nombreux et disposés les uns pour déterminer, les autres pour limiter l'effet de la poudre. Cette classe est la plus générale : elle comprend un grand nombre d'appareils qui peuvent se diviser en deux catégories, suivant la disposition et le mode d'action de l'outil.

« La première sera celle où l'outil est un fleur et agissant par percussion et n'ayant qu'un mouvement accessoire de rotation ; il faut y ranger les perceurs à air comprimé de MM. Sommeillier, au mont Cenis, Darnig (Prusse) employé à la Vieille-Montagne, Bergstrom (Suède), Lows (Angleterre), enfin le perceur à vapeur de Haupt à Philadelphie.

« La seconde catégorie sera celle où l'outil est une tarière, ou une bague armée de saillies suffisamment dures, agissant par un mouvement de rotation sous une pression continue ou périodique : elle comprendra : les perceurs à main de M. Leschot, ainsi qu'une modification de ce système combiné avec le moteur à pression d'eau de M. Penet ; par M. de La Roche-Tolay, nous rattacherons à cette catégorie les machines Dubois et François ainsi que la machine Ferroux employées au percement du Saint-Gothard.

2° Machines supprimant l'effet de la poudre en procédant par la division des masses, au moyen de sillons étroits qui y sont creusés : soit par un outil à mouvement alternatif armé de couteaux comme cela a lieu dans la haveuse à pression d'eau de M. Carret, Marshall et C^{ie}, soit par un pic oscillant ;

c'est la machine à découper la houille de MM. Jones et Lewick, marchant à l'air comprimé ; soit au moyen de disques tournants armés de ciseaux ou de dents de scie : soit, enfin, par l'action de disques en plomb tournants, combinée avec celle d'un corps rodant. Les trois premières ne peuvent s'appliquer qu'aux pierres susceptibles de se tailler au couteau ou au pic ; les deux premières machines mentionnées sont particulières à l'exploitation des mines de houille. »

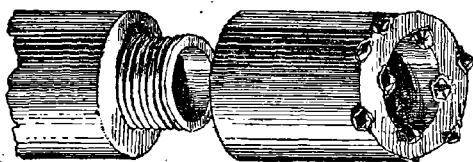
Notre intention n'est certainement pas ici d'entrer dans l'examen de toutes ces machines, d'autant que dans notre travail sur les chemins de fer nous avons donné des détails sur les principales perforatrices à tunnels, qui peuvent s'appliquer aux galeries d'exploration par la raison que qui peut le plus peut le moins, nous y renvoyons donc nos lecteurs, et nous n'étudierons que les plus récentes des machines spéciales à l'exploitation des mines.

De ce nombre est la haveuse Winstanley, employée surtout dans les houillères d'Angleterre pour remplacer le havage à la main, qui se fait toujours à la partie inférieure de la taille ; ce qui obligeait l'ouvrier à travailler couché — mais qui peut rendre de grands services pour le percement des galeries d'exploration dans les terrains ébouleux et dans les roches tendres.

L'outil en est une sorte de scie circulaire, dont les dents sont armées de couteaux inclinés dans le même sens, pour entailler la roche. Cette scie reçoit son mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un pignon à engrenage, d'un arbre moteur, actionné par deux petits cylindres oscillants, dont les axes forment l'un par rapport à l'autre un angle de 90 degrés.

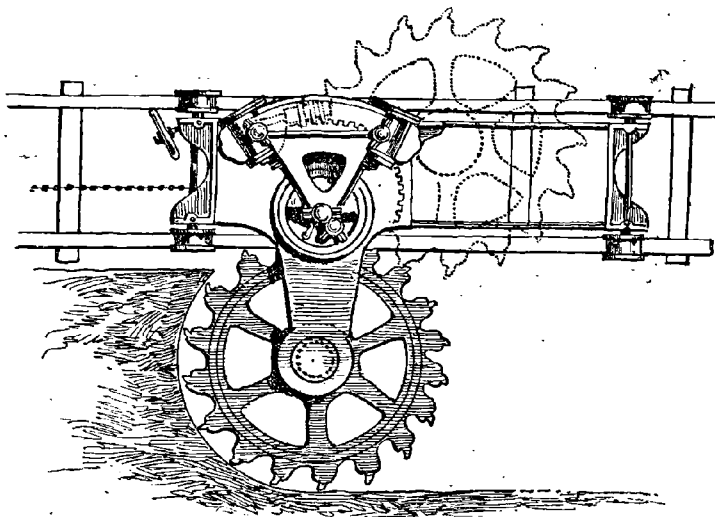
Le tout est monté sur un bâtis en fonte porté par quatre petites roues, qui roulent sur des rails établis dans la galerie au fur et à mesure de son avancement. Pour le percement de la roche tendre, on se sert

aussi, principalement en Amérique, d'un perforateur à diamants, composé d'une tige mue d'un mouvement de rotation, par le mécanisme ordinaire et coiffé d'une espèce



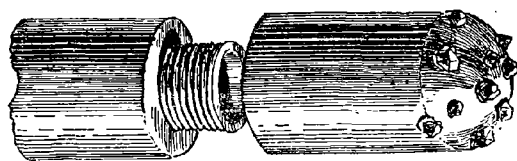
Perforateur à diamants. — (Système américain.)

de bague, ou de manchon terminé en cône et dans lequel on a serti un certain nombre de diamants noirs, c'est le contact de ces diamants, taillés en pointe naturellement, qui,



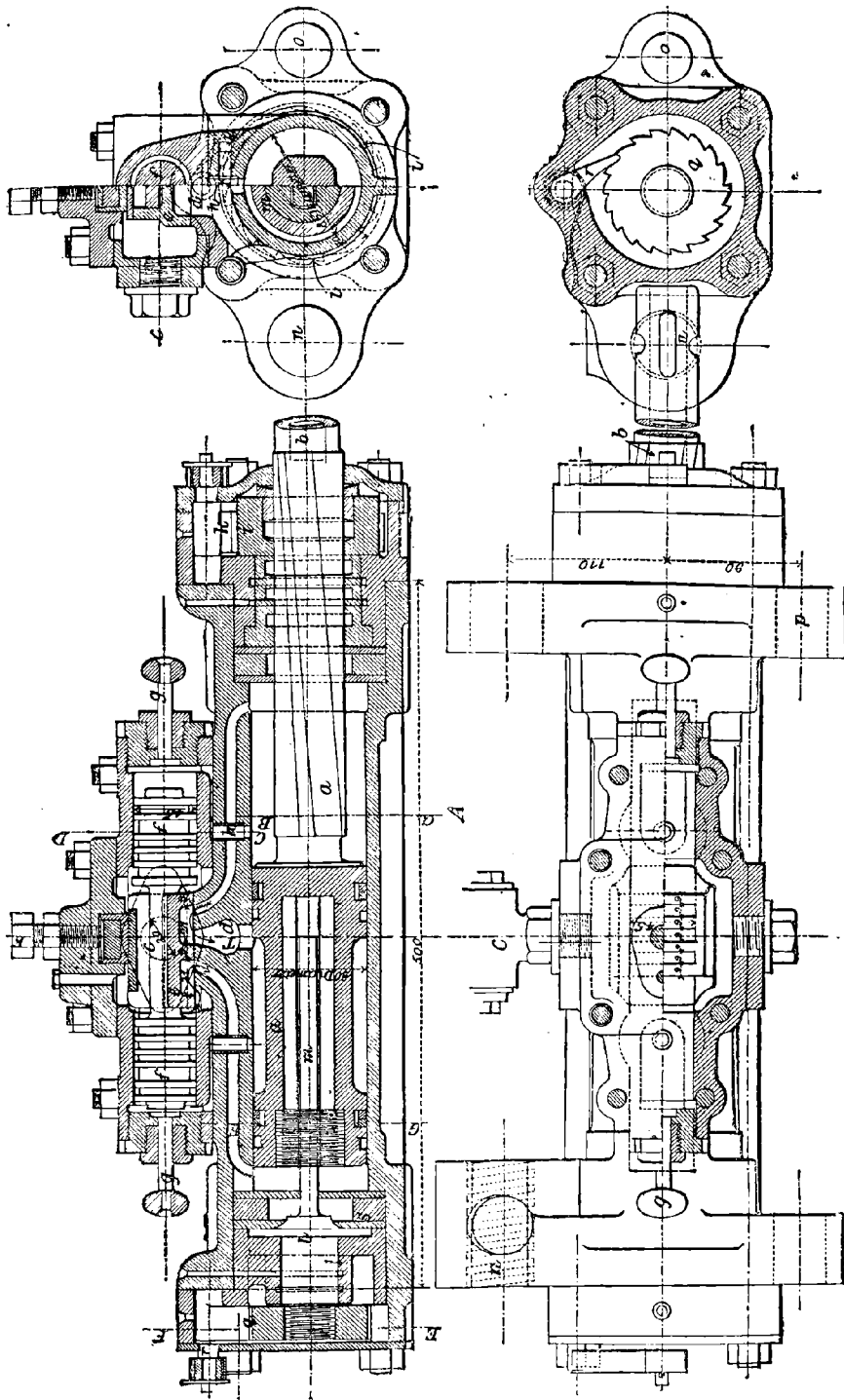
Havense mécanique. — (Winstanley.)

par une évolution très rapide creuse la roche en la réduisant en miettes. C'est du reste exactement le système du perforateur Leschot avant le perfectionne-



Perforateurs à diamants. — (Système Leschot.)

ment qu'on y a apporté par l'addition du moteur à pression d'eau de M. Penet. Cet appareil se compose d'une tige creuse, autrement dit d'un tube de fer, à l'extrémité



Détails de la perforatrice Brozmann.

duquel on visse en guise de tarière une espèce de fraise en acier, hérissée de pointes de diamants noirs enchâssés de façon à produire dans la roche, une fois le mouvement de rotation donné, le plus possible de cercles coupants, qui se trouvent assez rapprochés l'un de l'autre pour que la roche se désagrège complètement partout où porte la fraise, qui fore alors comme une tarière.

Les déblais très menus, quasi poussiéreux, sont enlevés au fur et à mesure de l'avancement de l'outil, par un courant d'eau très énergique qui arrive dans le trou soit par un tuyau en caoutchouc ajusté à la tige, soit même directement par la tige puisqu'elle est creusée intérieurement.

Pour les roches plus résistantes où il faut faire jouer la mine, il ne manque pas de perforatrices à fleuret, nous avons déjà parlé du perforateur Mac Kean, de la machine Sachs que construit la société Humboldt, nous parlerons aussi de la perforatrice Broszmann, plus spéciale au travail de galeries, parce qu'elle est simple, robuste, d'un entretien presque nul, d'une manœuvre facile et par conséquent des plus pratiques. Aussi, quoique récente, a-t-elle déjà conquis ses droits de cité dans les exploitations importantes.

En voici la description avec dessins explicatifs.

Un piston percuteur *a* est renfermé dans un cylindre muni de conduits et tiroirs de distribution analogues à ceux d'une machine à vapeur, il est en quelque sorte double puisqu'il est formé de deux disques reliés par une partie évidée; lorsqu'il est au milieu de sa course il forme deux petits canaux *h/h'* qui débouchent à chacune des extrémités de la boîte de distribution.

Dans cette boîte le tiroir *e* reçoit son mouvement d'un piston distributeur *ff* qui est prolongé par deux tiges *g g* sortant à l'extérieur et qu'on peut aisément tirer ou pousser à la main.

Si, après avoir ouvert le robinet d'admis-

sion d'air, on pousse le piston distributeur à l'extrémité arrière, le tiroir se placera comme dans le premier dessin, la lumière de droite communiquera avec l'échappement *d*, l'air comprimé arrivant à l'arrière du piston percuteur agira sur lui en le lançant en avant.

Dès que le piston a dépassé le milieu de sa course, l'air comprimé passant par le canal de gauche *h'*, arrive à l'arrière du piston distributeur, tandis que l'avant communique avec l'échappement par le cylindre et le conduit de distribution de droite.

Le tiroir sera donc poussé à l'arrière et, la distribution étant renversée, le fleuret sera ramené.

Voilà pour le mouvement percuteur : quant au mouvement de rotation de l'outil, il ne se produit que pendant la marche arrière.

A cet effet, dans le piston pénètre une tige carrée terminée à gauche par un plateau *b*, une roue à rochet *q*, sur les dents de laquelle vient buter un cliquet *r*, qui l'empêche de tourner dans un sens. L'outil *a* est pourvu de cannelures hélicoïdales et traverse un écrou en bronze, pouvant tourner à frottement dans le prolongement du cylindre et terminé par une roue à rochet *i*, munie d'un cliquet *k* agissant en sens inverse du cliquet *r*.

Pendant le coup avant, l'air presse le plateau *b* contre le fond du cylindre, rend fixe la tige qui sert alors de guide au piston; les cannelures de l'outil agissent sur l'écrou en bronze et le font tourner. Au coup arrière, l'air qui agissait sur le plateau *b* communique avec l'échappement et rend cette tige libre, le cliquet *k* empêche la roue à rochet *q* de tourner; c'est donc le piston percuteur qui recevra le mouvement de rotation.

En somme, machine très recommandable, en ce qu'elle peut être confiée à n'importe quel ouvrier.

Il y a aussi les perforateurs Burton : l'un

mû par la vapeur pour le travail à ciel ouvert, et par l'air comprimé pour le forage en galeries souterraines; et l'autre manœuvré à bras d'hommes et construit plus spécialement pour les petites exploitations qui ne nécessitent pas l'installation d'un moteur mécanique.

Le premier, connu sous le nom de perforateur « Éclipse » a pour organes principaux, comme toutes les machines de ce genre, du reste, le cylindre et son piston, le tiroir, pour l'admission et la distribution de la force motrice et les mécanismes d'avancement et de rotation.

Le tiroir étant disposé d'une façon presque identique à celle des tiroirs de locomotive, la succession d'admission et d'échappement de vapeur ou d'air comprimé, produite par le jeu des pistons, se continue et se renouvelle tant que le robinet de prise est ouvert, et le fonctionnement est d'autant plus régulier qu'il est pour ainsi dire sous point mort, puisque l'un des conduits étant constamment en communication avec l'échappement, le tiroir ne peut fermer simultanément les conduits d'admission.

Du reste, il n'y a aucune perte de force; car le piston n'ayant à vaincre dans sa course rétrograde que, son propre poids augmenté de la résistance due au frottement du foret, on n'a donné à sa face antérieure que le développement nécessaire à opérer ce travail.

Restait à éviter les vibrations toujours nuisibles dans les appareils à grande vitesse. A cet effet un matelas d'air comprimé ou de vapeur est laissé à chaque extrémité du cylindre et le piston est muni de rondelles en caoutchouc et en acier.

L'avancement du foret s'obtient automatiquement par l'effet d'une came dont le double biseau fait légèrement saillie à l'intérieur. Cette came est clavetée sur un arbre portant à l'autre extrémité un levier sur lequel est placé un cliquet appuyé sur un rochet, par un ressort longitudinal.

L'arbre est maintenu en position par un bras, et un ressort d'arrêt empêche la roue dentée de tourner à gauche.

Lorsque le piston accomplit sa course en avant il déplace la came, qui imprime un mouvement de rotation partielle à l'arbre et au levier; ce dernier soulève le ressort et ramène le cliquet en avant en le rapprochant de la verticale.

Alors le ressort dégagé presse sur le cliquet qui descend et fait tourner le rochet d'un nombre de dents en rapport avec la course du piston ou pour mieux dire, proportionné à la résistance du roc.

Le mécanisme de rotation est tout aussi simple. Il se compose d'une hélice portant trois spires et munie à sa naissance d'une roue dentée dans laquelle engrèment deux cliquets.

A son autre extrémité l'hélice est engagée dans un écrou en bronze dur qui porte des spires identiques à celles de l'hélice. La roue et ses cliquets sont logés dans un évidement pratiqué dans le couvercle du cylindre et les cliquets sont maintenus sur l'engrenage au moyen de petits ressorts à boudins.

Il s'ensuit que pendant que sa course rétrograde, le piston est obligé de tourner à gauche sur l'hélice qui reste fixe; ce qui fait prendre au piston et conséquemment au foret emmanché au bout, une position nouvelle après chaque choc, d'autant que dans sa course en avant le piston accomplit un mouvement rectiligne, l'hélice et le rochet tournant alors à droite.

La rotation s'obtient donc graduellement et automatiquement, et rien n'est plus facile à manœuvrer que ce perforateur avec lequel un seul homme peut faire beaucoup de besogne, à la condition pourtant de graisser constamment le piston et le tiroir, du moins si on opère à la vapeur, car l'emploi de l'air comprimé ne nécessite pas une lubrification aussi fréquente.

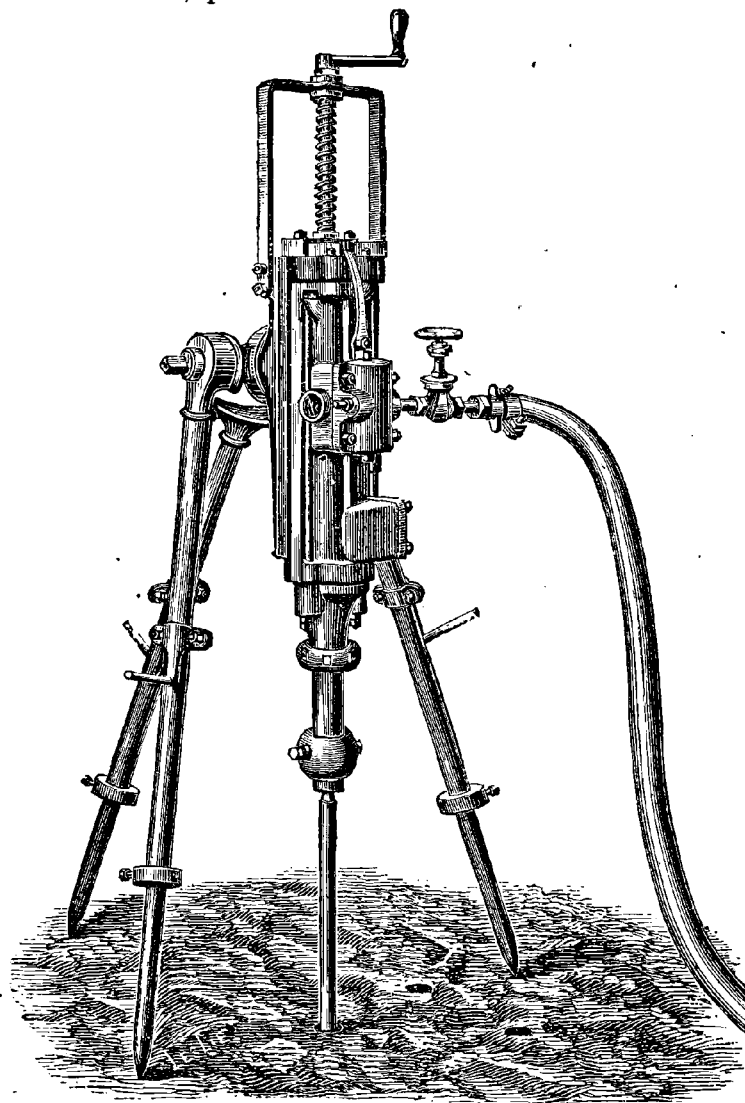
Le perforateur à bras repose sur les

mêmes principes, mais ses organes sont disposés autrement.

L'action lui est donnée par deux volants manivelles placés à chaque extrémité d'un arbre armé d'une came, qui dans son

mouvement de rotation soulève le piston, lequel est muni à sa partie supérieure, d'un segment de cuir surmonté d'une rondelle en acier.

Dans sa course ascendante le piston com-



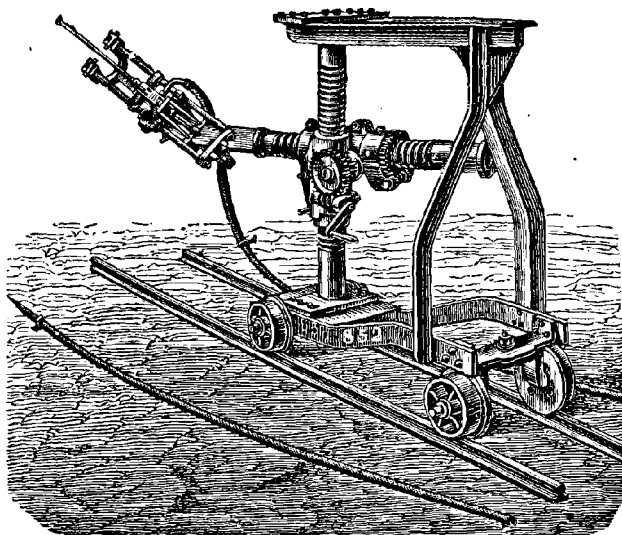
Affût à trépied du perforateur *Eclipse*.

prime, à une pression qu'il est facile de régler, l'air contenu dans la partie supérieure du cylindre et aussitôt que la came a quitté le manchon qui la retient, il retombe brusquement et fait naturellement pénétrer le foret dans la roche.

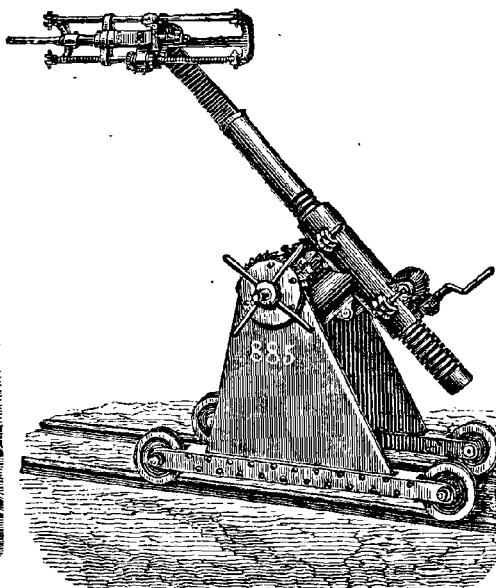
Cette compression de l'air est occasionnée par le segment de cuir, mais comme à chaque coup, malgré l'étancheté du segment il s'échappe toujours une certaine quantité d'air, une soupape destinée à l'aspiration de l'air qui doit remplacer celui qui se perd,

est placée à la partie inférieure du cylindre.

Outre cette soupape d'aspiration il y a encore une soupape d'équilibre, indispen-



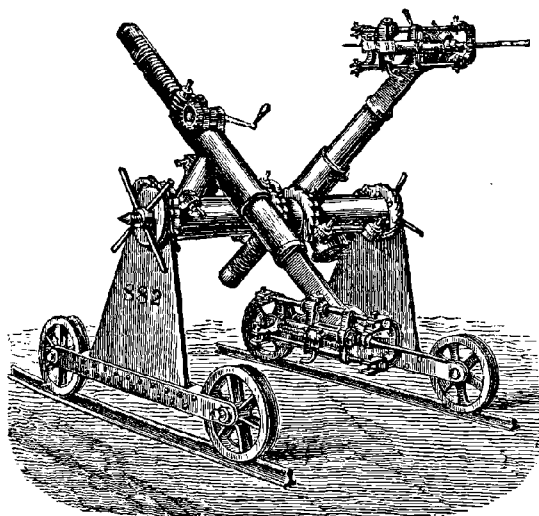
Affût Humboldt. -- (Premier système.)



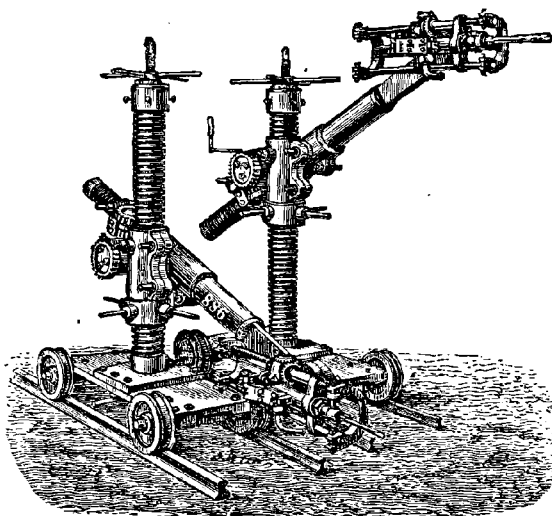
Affût à treuil.

sable d'ailleurs pour régler la pression et la maintenir constante.

Le fonctionnement se produit d'une façon parfaite si l'on a soin de bien entre-



Affût à treuil pour deux perforatrices.



Affûts à colonnes pour deux machines.

tenir le segment de cuir qui doit être fréquemment débarrassé des poussières et graviers aspirés avec l'air.

Le mécanisme qui donne la rotation se compose : d'un manchon en fonte de deux pièces réunies à la partie inférieure par

une bague en acier et à l'autre extrémité par un chapeau en bronze portant douze dents, d'un rochet en acier, fixé sur l'écrou à six pans de la barre qui porte le foret; ce rochet reçoit deux cliquets armés de ressorts et assemblés avec la face supérieure du manchon.

Lorsque la came soulève le manchon, elle tend à lui imprimer un mouvement de rotation que l'on paralyse, pendant une partie de la course du piston, au moyen d'un guide vertical embrayé dans une des dents du chapeau, mais qui se rétablit sitôt que l'adent n'est plus en contact avec le guide.

La barre du foret étant solidaire avec le piston au moyen d'une clavette à ressort, il s'ensuit que les deux cliquets entraînent dans leur mouvement rotatif l'écrou hexagonal du porte-foret et par suite tout le système.

Le mécanisme de l'avancement est aussi très simple. A l'arrière du perforateur se trouve une tige de fer munie à sa partie inférieure d'un levier présentant un plan incliné; lorsque le manchon dépasse la course qu'on lui a fixée il rencontre le bec du plan incliné et lui donne un léger mouvement de rotation, qui se communique à la tige tournant sur deux supports fixés au bâti, laquelle le transmet elle-même par l'intermédiaire de deux secteurs dentés, calés sur ces supports, à un levier muni d'un tourillon qui s'engage alors dans un plateau, fou sur une douille ajustée sur les six pans de l'écrou du porte-outil.

Ce plateau reçoit deux cliquets agissant sur un rochet en acier, fixé à la douille de sorte que si, par suite de la rotation, les cliquets parcourent sans effet quelques dents du rochet, aussitôt que le manchon n'agit plus sur le levier, le ressort longitudinal reprend sa position primitive et force la douille à tourner à gauche aussi bien que l'écrou du porte-foret qu'elle entraîne.

Et l'avancement se produit, puisqu'il n'est possible que l'écrou ne peut se déplacer dans le sens vertical et

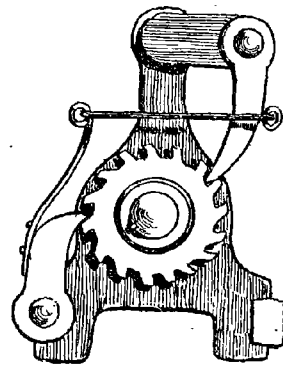
que, comme nous l'avons dit, la barre du foret est solidaire du piston.

Quant aux affûts de ces perforateurs ils diffèrent selon les travaux à exécuter: pour le forage à ciel ouvert, la machine est montée sur un trépied disposé de façon à pouvoir se placer solidement même sur un sol accidenté, par l'effet de la mobilité des pieds.

Pour le travail en galerie souterraine on se sert d'un affût à colonne fixe, dont les articulations sont formées par des emboîtements coniques, munis d'écrous que l'on serre à bloc et qui assurent une rigidité absolue, indispensable d'ailleurs pour l'efficacité du travail.

Si l'on veut, ou pour mieux dire, si l'on peut installer dans les galeries à creuser, des machines plus expéditives, il y a les perforatrices à tunnels que l'on peut monter seulement par quatre ou six sur un affût.

Outre celles dont nous avons déjà parlé, les plus connues sont: pour les roches dures, le perforateur Dubois et François appliqué avec succès dans les charbonnages belges, et en France, aux mines de Blanzy; ce n'est qu'une modification du système Sommeiller, les deux faces du piston étant d'inégale grandeur, de façon que le mouvement de percussion contre la roche soit plus accentué que le mouvement de recul, la seule chose nouvelle, d'ailleurs très appréciable dans la



pratique, est la disposition ingénieuse que donne le mouvement de rotation au burin.

C'est une came, placée au-dessus de la

boîte où se distribue l'air comprimé, et qui reçoit de deux petits cylindres, ascendant et descendant, un balancement autour de son axe, au moyen d'une tige rigide placée dans le sens de la longueur, ce mouvement se communique à une dent qui pousse une roue à rochet, disposée à l'arrière de la machine et dans laquelle la base de la barre à mine, qui glisse à frottement doux, tourne sur elle-même et toujours dans le même sens, puisqu'un cliquet empêche le mouvement arrière de la roue à rochet.

Il y a aussi la machine Mac Kean, que nous avons déjà décrite et qui est peut-être la plus ingénieuse de toutes, puisqu'elle est complètement automatique et que tous les mouvements, y compris même celui d'avancement de l'appareil contre le front d'attaque, s'y font mécaniquement et sont commandés par le mouvement du piston.

Pour le travail en roches tendres ou demi-dures, il y a la machine Penrice qui supprime entièrement l'emploi de la poudre ou de la dynamite.

L'outil se compose d'un plateau circulaire divisé en quatre secteurs occupant chacun les deux tiers de la surface d'un quadrant, le dernier tiers servant à l'évacuation des déblais et au passage des ouvriers.

Chaque secteur présente des rainures dans lesquelles sont implantées de champ des couteaux d'acier taillés en biseau, disposés quatre par quatre de façon à désagréger la roche par éclats, car ils frappent des coups rapides, tout en tournant lentement autour de l'axe de percussion.

L'ensemble est actionné par un arbre coudé qui, recevant l'impulsion du piston moteur, la communique, au moyen d'engrenages, à trois arbres transversaux qui ont des fonctions spéciales.

Le premier rend le piston solidaire, mais avec débrayage facultatif, du mouvement de rotation du trépan.

Le second assure, au moyen de galets avec lesquels il est lié, l'avancement de la

machine au fur et à mesure que le trépan pénètre dans la roche.

Le troisième transmet le mouvement à une chaîne sans fin, munie de palettes solides qui enlèvent les déblais et les déposent à l'arrière de la machine, dans des wagonnets préparés à cet effet.

Outre ces organes, l'avant de l'appareil est muni d'un tuyau courbé en arc qui, par les nombreux petits trous dont il est percé, projette de l'eau sur le front d'attaque, pour faciliter le travail du trépan et le refroidissement des couteaux.

Cette machine peut donner par vingt-quatre heures un avancement moyen de 3^m,75 dans le granit et de 5^m,50 dans le grès dur.

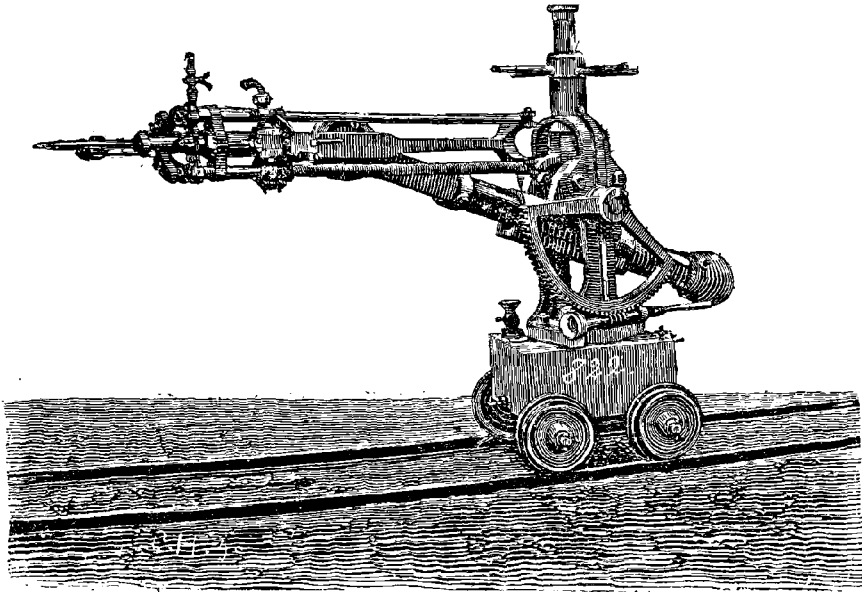
Beau résultat, mais qui est bien dépassé encore par la perforatrice de Beaumont, et surtout par la machine de Brunton, que nous rappelons seulement ici, les ayant décrites à propos du percement du tunnel sous la Manche.

Un mot maintenant sur les affûts, en commençant par ceux que fabrique la société Humboldt, naturellement pour ses perforatrices spéciales, mais auxquels on pourrait adapter n'importe quelle autre.

Dans le principe ils étaient assez compliqués, ainsi qu'on peut le voir par notre dessin portant le n° 852, mais on s'aperçut bien vite qu'ils étaient lourds, encombrants et surtout difficiles à manier, aussi les remplaça-t-on par l'affût à treuil, qui présente cet avantage qu'on peut fixer dessus, sans employer beaucoup plus de place, deux perforatrices au lieu d'une.

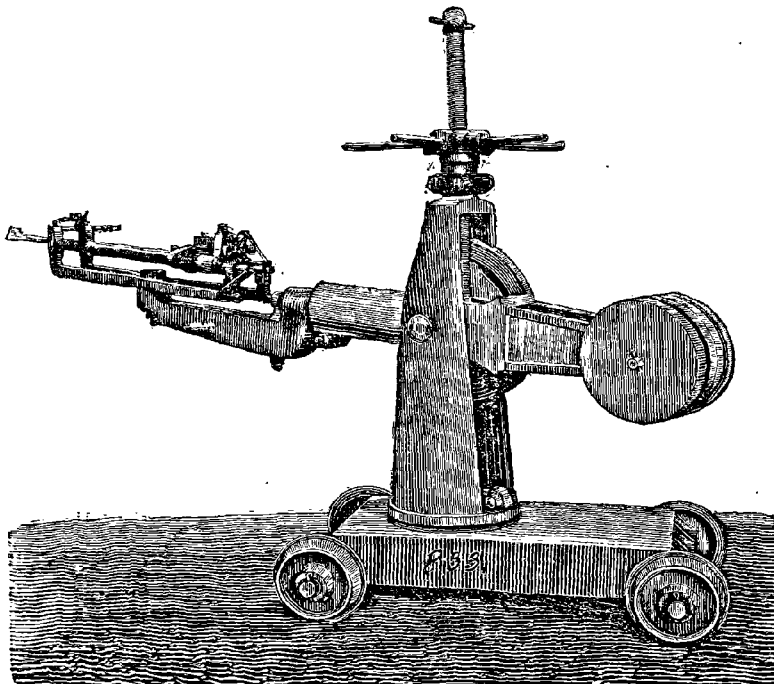
Mais si ces deux machines attaquant à la fois le haut et le bas du chantier, faisaient beaucoup de besogne, elles faisaient aussi beaucoup de déblais qu'il était difficile d'enlever vite parce que l'affût accaparait presque toute la largeur de la mine.

Alors on essaya l'affût à colonne, infiniment moins embarrassant, mais qui construit comme il était, ne pouvait donner place



Affût Steinforth.

qu'à une seule perforatrice; il est vrai qu'on | batterie, comme on le voit dans notre
 avait la ressource de mettre deux affûts en | dessin, quitte à en éloigner un après le coup



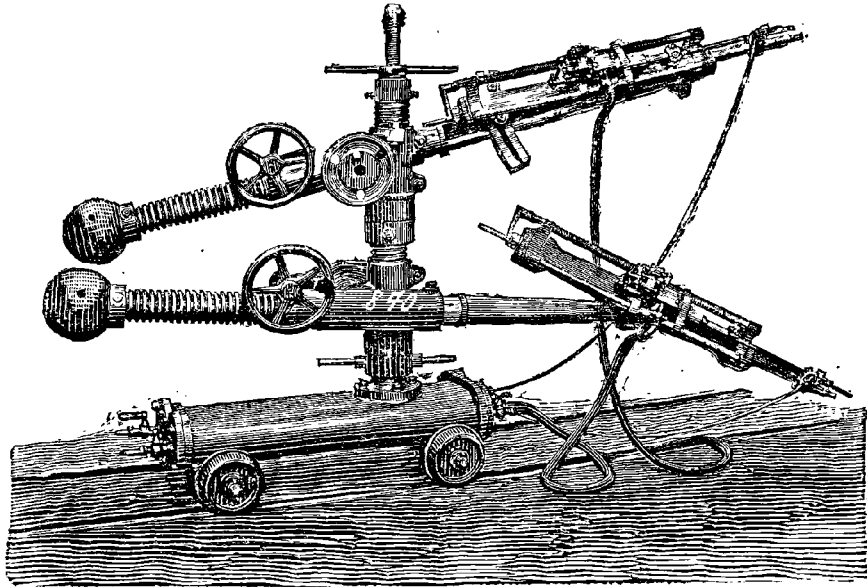
Affût Pelzer.

de mine, de façon à rendre une voie libre pour le déblayage.

Vint après l'affût Steinforth, qui aux

mêmes qualités joint une plus grande stabilité.

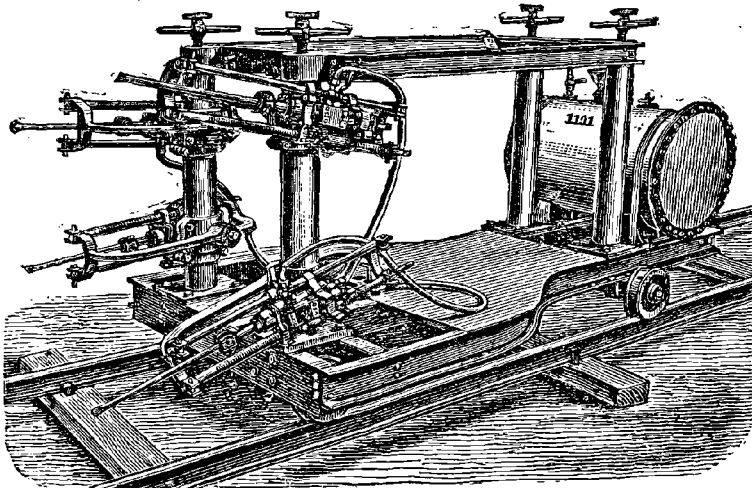
Puis l'affût Pelzer, encore plus solide



Affût Humboldt à chariot tubulaire.

et dont la disposition permettait le placement de deux perforatrices, en donnant

seulement un soubassement à la colonne. C'est en partant de ce principe que la



Affût Humboldt avec réservoir, pour quatre perforatrices.

société Humboldt a créé son affût double, qui réunit en un petit volume les avantages de tous ses prédécesseurs, et même de

nouveaux, notamment le remplacement du chariot massif qui porte l'appareil, par un chariot creux composé de deux cylindres

accouplés, dont l'un contient l'eau nécessaire à l'injection dans les trous de mine, et l'autre une provision d'air comprimé suffisante pour activer le travail des perforatrices.

Sur ce chariot s'élève une colonne fileté, dans les endroits qui portent les deux bras mobiles, sur lesquels sont placées les perforatrices, dont les fleurets peuvent être dirigés dans tous les sens, par suite des mouvements de rotation qu'on peut imprimer aux bras et aux perforatrices, au moyen de petits volants et de poignées qui remplacent très avantageusement les clefs employées à cet usage dans les autres affûts, d'autant qu'elles sont très faciles à égarer.

Pour mettre en travail rien de plus facile : on approche l'affût du chantier en faisant légèrement pénétrer dans le roc les pointes qui terminent les bras, on serre la vis qui surmonte la colonne contre le toit de la galerie, on embranche le tuyau en caoutchouc sur la conduite d'air comprimé et les machines fonctionnent avec autant de régularité que de stabilité.

La même société fabrique aussi des affûts à quatre et à six perforatrices qui, bien que très simples, peut-être même parce que très simples, ont été très appréciés pour le percement du grand tunnel de Cochein.

Les affûts des perforateurs Mac Kean, en ce qui concerne le travail en galeries souterraines, sont de deux sortes.

Il y a l'affût à colonne et l'affût à chariot.

Le premier, plus spécialement employé quand on ne veut mettre en action qu'un seul perforateur, est un appareil support qui, muni d'une vis, s'adapte à la hauteur de la galerie. Son pied et les pointes du haut sont flexibles.

La partie supérieure du tube creux est munie d'un tampon de caoutchouc qui le maintient fixe après serrage, malgré la trépidation occasionnée par le mouvement accéléré de l'outil.

La genouillère, qui maintient le perforateur sur la colonne d'appui, peut tourner autour et glisser dessus au moyen de vis; le perforateur peut, lui-même, décrire un cercle complet dans la genouillère.

Ce système de montage permet de donner à l'outil la direction nécessaire au travail, et de forer horizontalement aussi bien que sous toutes les inclinaisons, quitte à retourner l'appareil-support lorsqu'on doit opérer près du plafond.

Le second, qui se recommande plus particulièrement pour la manœuvre simultanée de deux machines, est un chariot trépied peu embarrassant, puisqu'il n'occupe qu'une surface d'un mètre.

Sur ce chariot dont les trois pieds sont des vis qui s'enfoncent dans le sol, s'élève une colonne fileté sur laquelle on fixe, à la hauteur voulue, les bras tubes qui portent les perforatrices, lesquelles peuvent prendre la direction que l'on veut, puisque, comme dans le système précédent, elles tournent dans leur genouillère, qui elle-même est mobile autour du bras tube.

D'ailleurs tout est mobile dans cet affût; aussi bien la traverse portant la colonne montante, qui peut glisser sur les bras du chariot; que les bras tubes, qui peuvent monter, descendre et tourner à volonté autour de la colonne.

La rigidité de l'appareil est obtenue : d'une part par l'effet des vis du trépied sur le sol et de l'autre par l'extrémité de la colonne montante, munie d'une pointe flexible et d'un tampon de caoutchouc, qui la maintient fixe après le serrage.

C'est du reste le même système que pour l'affût à colonne.

Pour les travaux plus accélérés, lorsqu'on veut, par exemple, faire fonctionner à la fois quatre ou six perforateurs, il y a un chariot spécial que fera bien comprendre notre gravure.

Les machines y sont adaptées par la queue et fixées par devant, dans des cro-

chets où elles tiennent par leur propre poids.

Au moyen de la série de vis dont le chariot est muni, on peut baisser, remonter, tourner d'un côté ou de l'autre l'arrière ou le devant de chaque perforateur; de façon à les avoir tous en marche simultanément et à pouvoir régler leur travail pour ne pas s'écarter de l'alignement de la galerie à percer.

C'est ce système qui a été employé, en plus grand, pour les travaux du tunnel du Saint-Gothard; mais il est d'autant mieux applicable aux galeries de mines qu'avec lui on peut opérer sur un front d'attaque de 2 mètres de côté.

En résumé tous les affûts sont bons, pourvu qu'ils soient légers, solides et peu encombrants et à cet égard les meilleurs, de même que les outils qu'ils portent, sont naturellement les plus robustes, parce qu'au besoin ils doivent pouvoir être conduits par des ouvriers qui ne sont pas mécaniciens.

BOISAGE DES GALERIES

L'abattage de la roche n'est pas le seul travail du percement des galeries, car il est extrêmement rare, à moins qu'on n'attaque de la roche récalcitrante, que les excavations puissent se soutenir d'elles-mêmes au moins sur une grande longueur; il est donc nécessaire de combattre préventivement les éboulements possibles, au moyen de revêtements, qui varient de formes et de matières suivant la nature des terrains traversés et les exigences locales; mais qui tous cependant rentrent dans les deux catégories de boisage ou de muraillement. Le boisage peut être total ou partiel selon qu'on redoute l'éboulement de toutes les parois ou d'une seule.

Dans le premier cas il consiste à appliquer contre les parois de la galerie, et au fur et à mesure de son avancement, une série de cadres de bois équarri, ou même de bois

en grume, qui se composent chacun de deux pièces quasi verticales qu'on appelle des montants, d'une pièce supérieure qui forme le chapeau et d'une pièce inférieure qu'on appelle indifféremment *sole* ou *semelle*.

Tous les cadres sont reliés entre eux par un garnissage composé de fortes planches ou plus communément de gros rondins refendus, posés horizontalement en dehors des cadres et de façon à ce que chacun, pour plus de solidité, s'appuie sur deux cadres; des coins sont du reste enfoncés entre les parois et le garnissage pour donner plus de stabilité encore.

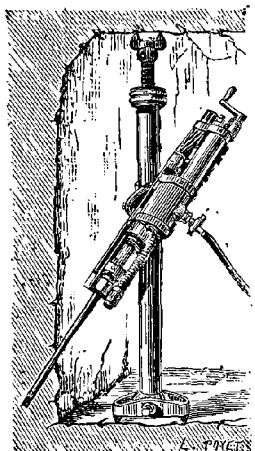
S'agit-il d'un boisage partiel, on procède de la même façon en supprimant une ou deux des quatre pièces qui forment le cadre, quitte à fixer les autres par des encastremements pratiqués dans la paroi solide.

Pour ce travail, on emploie, selon les ressources locales, le chêne, le hêtre, le pin, le sapin rouge et le sapin blanc, et l'on donne aux pièces de bois une force proportionnée à la résistance qu'elles doivent opposer à la poussée des terres, mais en général le boisage n'est adopté que pour les galeries dont la hauteur ne dépasse pas deux mètres, ou pour celles plus vastes qui sont percées dans des terrains de consistance moyenne.

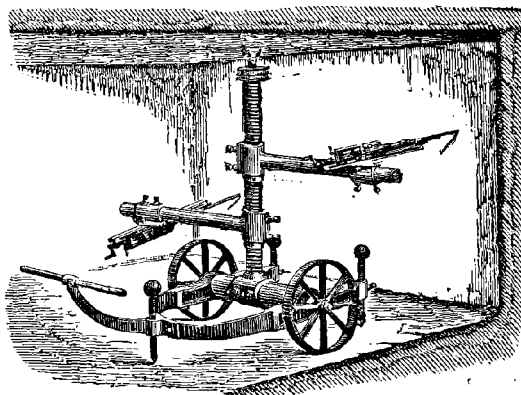
Dans les autres cas, on muraille les galeries soit avec de la pierre sèche, soit en maçonnerie, briques ou moellons scellés avec mortier de chaux et de sable.

MURAILLEMENT DES GALERIES

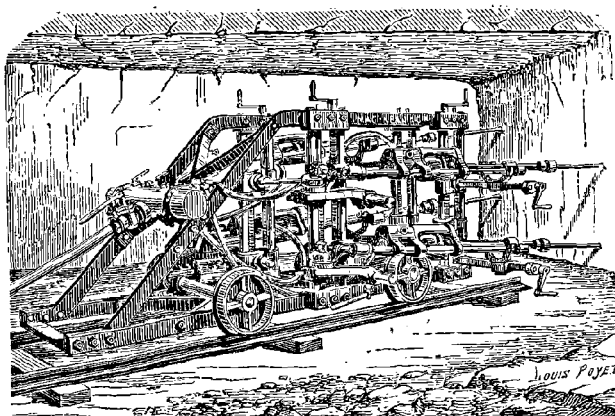
Le muraillement d'une galerie n'étant pas autre chose que la construction d'un tunnel, nous ne détaillerons point les opérations qu'il nécessite, renvoyant notre lecteur à ce que nous en avons dit déjà à propos des chemins de fer, en ajoutant seulement quelques observations spéciales aux galeries de mines, qui, de dimensions



Perforateur Mac Kean. — Affût à colonne.



Perforateur Mac Kean. — Affût à chariot pour deux machines.



Perforateur Mac Kean. — Affût à six machines pour grandes galeries.

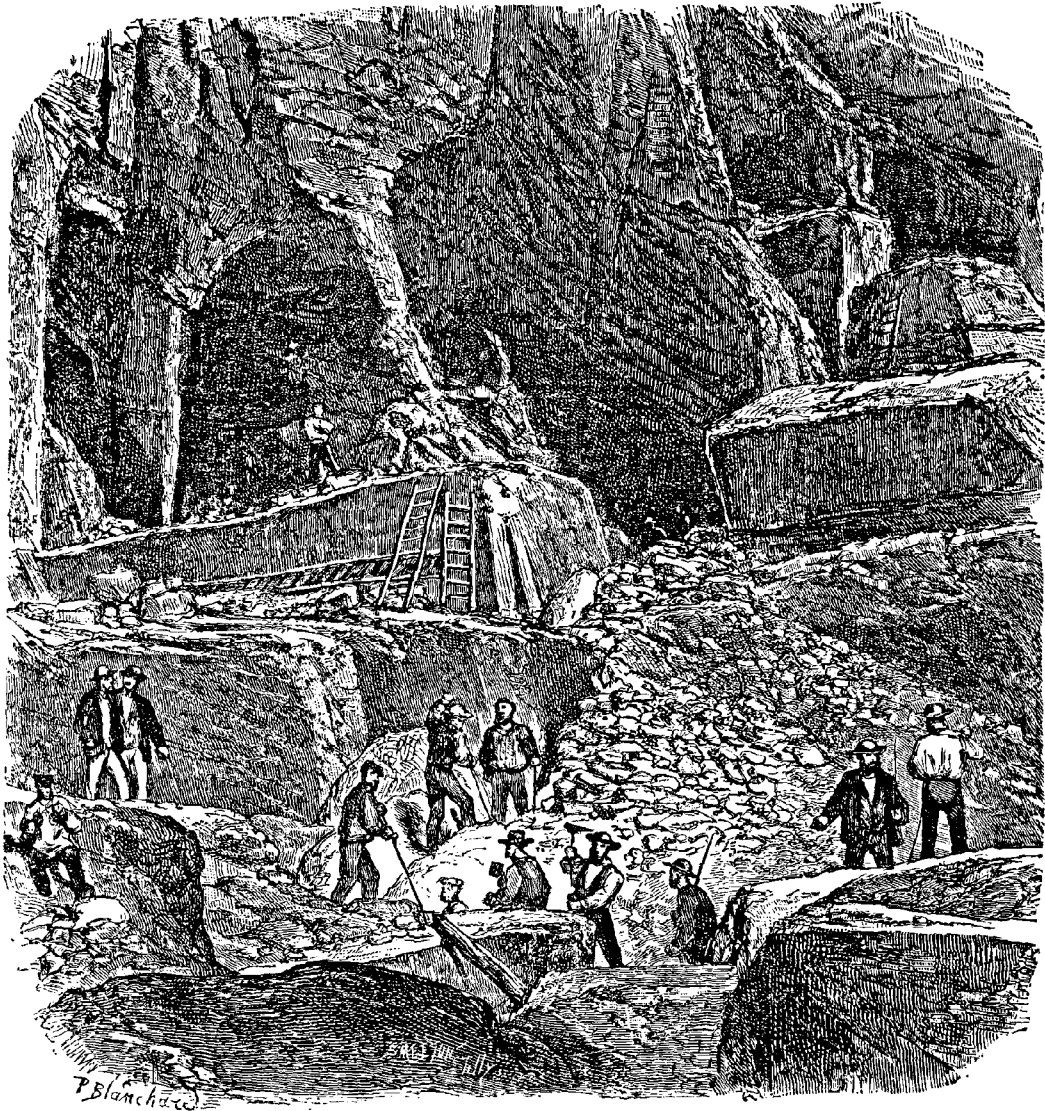


Boisage total d'une galerie.



Boisage partiel d'une galerie.

beaucoup plus restreintes que celles qui doivent donner passage à un chemin de fer, ne nécessitent, dans la plupart des cas, ni un outillage si parfait, ni une installation aussi complète; puisqu'on n'a point à lutter contre les effets de la trépidation des trains lourds-



Carrières de marbre de l'Échaillon.

ment chargés, ni contre celui de l'air qu'ils déplacent en si grande quantité quand ils sont lancés à toute vitesse.

Il suffit qu'une galerie de mine soit aussi étanche que possible pour s'opposer à l'in-
Liv. 59.

filtration des eaux, et assez solide pour résister à la poussée des terrains susceptibles de se gonfler au contact de l'air humide.

A cet effet, son muraillement se compose, le plus souvent, d'une voûte en plein cintre

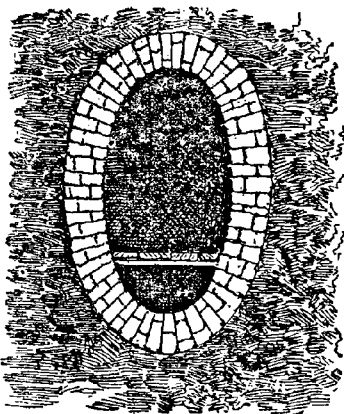
reposant sur des pieds droits que l'on fonde dans des entailles latérales.

Cela suffit presque toujours, avec le plancher qui relie les bases des pieds droits,



et sur lequel on installe un petit chemin de fer de roulage; à assurer le soutènement, du ciel et des parois de la mine.

Cependant lorsqu'on traverse des couches aquifères, dont les eaux pourraient filtrer au-dessous des pieds droits, et attaquer ainsi les bases de l'édifice, lorsque même le sol est très sujet au gonflement, on est obligé, pour s'opposer à la poussée qui en résulterait, de terminer l'ouvrage en dessous



par la construction d'une voûte renversée qui s'établit exactement, comme la voûte supérieure, quoique avec plus de facilité.

De cette façon la galerie, infiniment plus

solide, puisque c'est un tube encastré dans la terre, présente la forme ovoïdale, que l'on détruit intérieurement par l'établissement d'un plancher en bois destiné à la circulation et que, à cause de cela, on place naturellement assez haut, pour avoir le plus de dégagements possible.

En dehors de cela, tout ce que nous avons dit précédemment de la construction des tunnels s'applique exactement au muraillement des galeries de mines.

EXPLOITATION

Les procédés d'exploitation varient non seulement selon les localités, mais surtout selon les matières qu'il s'agit de mettre en valeur et suivant la situation et la manière d'être des gîtes exploitables, ils rentrent cependant tous dans deux grandes catégories : exploitation à ciel ouvert et exploitation souterraine.

L'exploitation à ciel ouvert comprend les terres alumineuses et argileuses; les sables ordinaires, et matériaux de construction et de pavage, tels que : gypses, calcaires, granits, schistes ordinaires, pierres meulières, marbres; les sables d'alluvion métallifères; la plupart des minerais de fer; certains dépôts de sel gemme, les marnes, les tourbes et généralement tous les gîtes en amas superficiels ou très rapprochés de la surface.

Nous dirons quelques mots de chacune de ces matières, en indiquant leurs principaux gisements, avant de nous occuper des procédés d'extraction.

MINÉRAUX S'EXPLOITANT A CIEL OUVERT

Les terres alumineuses, les plus communes de toutes, ne sont cependant pas celles qui contiennent le plus de minerais exploitables; car si l'alumine est la base de toutes les argiles et d'un certain nombre de cristaux, elle est généralement répandue en parcelles trop tenues pour pouvoir être utilisées.

À l'état pur, où elle est extrêmement rare, elle se présente en cristallisations qui, selon le coloris qu'elles ont reçu par le contact des substances métalliques gisant dans les mêmes couches, portent les noms de rubis, de saphir oriental, et de corindon, c'est-à-dire les pierres les plus précieuses après le diamant.

Si elle se combine naturellement avec d'autres métaux, elle produit, selon ces combinaisons : les aluns de potasse, les aluns de soude, les aluns de chrome et de fer ; de plus, l'alunite, le grenat, l'émeraude, le mica, le feldspath, et plusieurs autres matières plus ou moins précieuses connues sous les noms : d'aluminates de glucine, (chrysolite orientale et chrysobéryl) d'aluminates de magnésie (rubis spinelle, candite et ceylanites), d'aluminates de plomb et d'aluminates de zinc.

C'est aussi de l'alumine que se tire l'*aluminium*, métal qu'on peut dire inventé vers 1834, par M. Sainte-Claire-Deville ; car, si on le connaissait en Allemagne dès 1827, on ne savait pas l'extraire du minerai d'une façon assez économique, pour qu'il fût autre chose qu'un produit de laboratoire.

Il n'est, du reste, exploité sérieusement encore que par deux usines, l'une en France, à Salindres (Gard), qui en produit environ 2,000 kilogrammes par an, et l'autre en Angleterre, à Newcastle, qui ne doit pas en livrer beaucoup plus au commerce.

Il a pourtant considérablement diminué de prix, puisqu'il ne coûte que 100 francs le kilogramme tandis qu'en 1854 on le payait 3,000 francs.

Les *argiles*, qui sont une combinaison d'alumine, de silice et d'eau, se trouvent à peu près partout, mais rarement pures, et mélangées en proportions variables avec des matières étrangères, telles que carbonates de chaux, oxydes de fer ou autres, d'où on les divise en quatre grandes catégories savoir :

1° Les argiles infusibles, qui selon leur

plus ou moins grande pureté sont de deux sortes : les kaolins et les terres plastiques.

Le kaolin, employé à la fabrication des porcelaines, ne se trouve que dans les pegmatites de la Chine — où il fut exploité d'abord — et dans les terrains analogues de Saint-Yrieix près de Limoges, et du comté de Cornouailles, en Angleterre.

Il existe aussi, en grandes quantités, dans les porphyres des environs de Hall, en Saxe et dans les granites des environs de Fribourg.

L'argile plastique constitue la terre réfractaire avec laquelle on fait les briques, carreaux, creusets, cazettes pour faire cuire les porcelaines, la terre à potier, la terre de pipe d'Alsace et du Pas-de-Calais, et la terre connue sous le nom de « terre anglaise de Montereau ».

Les exploitations principales sont : en France, à Gournay, Forges-les-Eaux, Dreux et Montereau ; en Belgique, à Andances ; en Angleterre à Sourbridge, dans le comté de Cornouailles ; en Allemagne, à Vollendar, près de Coblenz et à Gross Almérode, pour la fabrication spéciale des creusets de Hesse.

2° Les argiles fusibles, déjà moins pures que les premières, sont également de deux sortes.

Les argiles figulines, qui, contenant de cinq à six pour cent de chaux, servent pour le modelage en sculpture, et pour la fabrication des faïences communes, des tuiles, briques et carreaux ordinaires, ainsi que des tuyaux de drainage et de cheminée ; les carrières des environs de Paris : Vanves, Vaugirard et Arcueil en fournissent des quantités considérables.

Et les argiles smectiques, qu'on appelle aussi terre à foulon, parce qu'on les emploie surtout au dégraissage des draps.

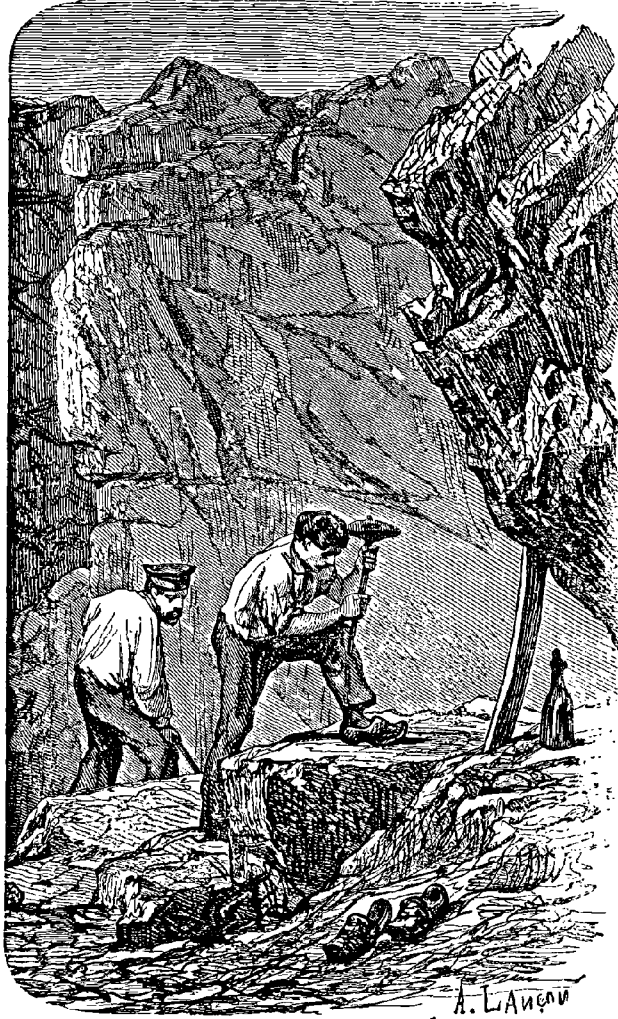
On les trouve plus ou moins mélangées de chaux et de magnésie : en Alsace, en Normandie, en Angleterre (Cornouailles), où on l'appelle pierre de savon, dans l'île de Cymolis (archipel Grec), et en quantité

beaucoup moins abondante, dans les carrières de plâtre de Montmartre.

3° Les argiles effervescentes, qu'on appelle ainsi de la propriété qu'elles possèdent de faire effervescence avec les acides;

on leur donne le nom de marnes, quand elles contiennent de cinq à vingt pour cent de calcaire.

4° Les argiles ocreuses qui, renfermant une portion plus ou moins considérable



Carrière de pavés des environs de Paris.

d'oxyde de fer, servent à fabriquer nombre de peintures minérales qu'on appelle : ocres, bols ou terres.

Les meilleures ocres jaunes proviennent de Normandie, du Berry, de la Bretagne et de la Bourgogne.

Le bol d'Arménie, qui est une ocre rouge, s'obtient par le lavage de sables très abondants dans l'île de Lemnos.

La terre d'Ombre se tire d'Italie comme la terre de Sienne, ainsi nommée du lieu de sa provenance.

Dans cette catégorie on peut classer aussi l'almagre, qui se trouve en Espagne et sert à polir les glaces; et la terre de Bucaros, originaire de Portugal, avec laquelle on fabrique les alcarazas destinés à la conservation de l'eau fraîche.

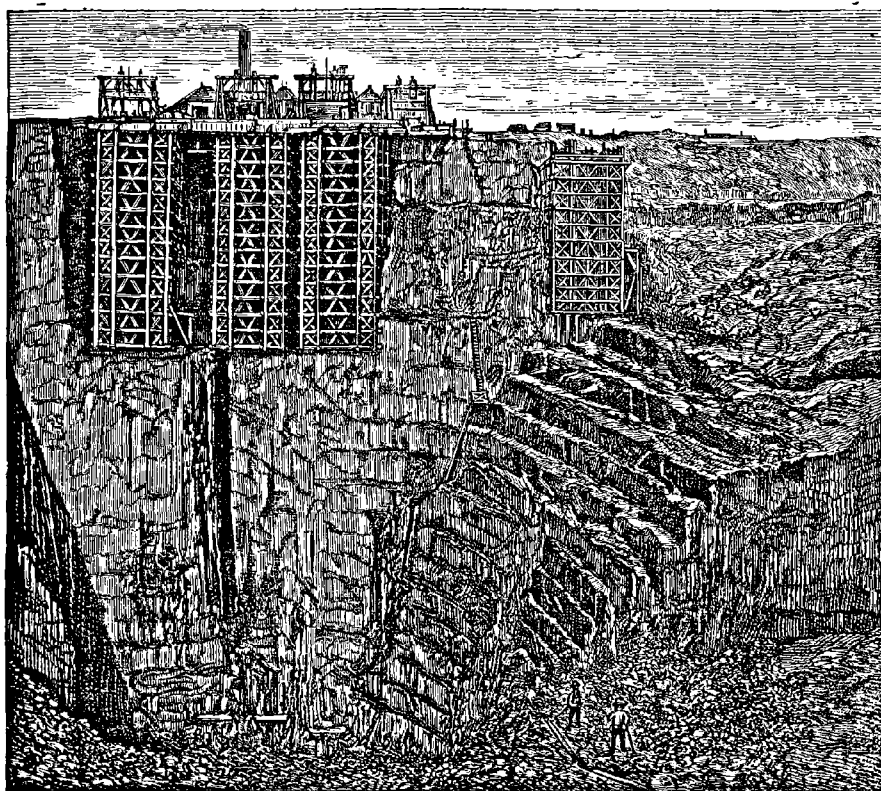
Les sables ordinaires (nous ne nous occupons naturellement que des fossiles)

se divisent, selon les matières qui les composent, en sables calcaires ou sables siliceux.

Les premiers sont formés de particules calcaires mélangées plus ou moins de grains de quartz.

Les seconds portent différents noms, ainsi il y a :

1° Les sables quartzeux, qui ne con-



Les ardoisières d'Angers.

tiennent que des parcelles de quartz.

2° Les sables micacés, formés de débris de granit contenant silice et alumine en proportions variables.

3° Les pouzzolanes composées de silice, d'alumine et de peroxyde de fer et renfermant quelquefois de la magnésie, de la chaux, de la potasse, de la soude, soit en-

semble ou séparément, mais toujours en petite quantité.

4° Et les arènes, ainsi nommées parce qu'on les extrait des sommets arrondis de certaines collines; ce sont des sables quartzeux mélangés d'argile brune ou rouge orangé, en proportion qui varie du quart aux trois quarts du volume.

Le sable sert non seulement à la fabrication des mortiers de construction, mais à la composition des moules pour la fonderie.

C'est aussi avec le sable, additionné d'autres matières que l'on fait le verre, le cristal et les glaces.

Les meilleurs pour cet usage sont les sables extraits des carrières de Fontainebleau, de Nemours et de la Champagne; et leur supériorité est si bien constatée que les Anglais s'en approvisionnent, pour leur cristallerie de luxe seulement; car, pour leurs glaces, ils emploient le sable de mer de l'île de Wight.

Les matériaux de construction sont presque tous des calcaires, tant cette famille est nombreuse et variée; mais les pierres à bâtir peuvent provenir aussi de roches quartzieuses et de roches silicatées; les minéralogistes les divisent du reste en cinq classes :

Les pierres argileuses, pierres calcaires, pierres gypseuses, pierres scintillantes et pierres volcaniques.

1° Les pierres argileuses comprennent les amiantes, les micas, les talcs, les pierres de touche, les pierres à rasoir et les schistes ardoisiers, les plus abondants de tous.

Le schiste ardoisier est un composé d'argile impure, peu perméable à l'eau, d'une structure feuilletée, et dont la couleur est d'un gris bleuâtre qui tire sur le rouge, quand il contient du fer, et sur le noir quand il contient du charbon.

Les exploitations les plus importantes de notre pays sont les ardoisières d'Angers, qui ont d'ailleurs une célébrité, et celles des Ardennes, notamment Fumay et Charleville.

A l'étranger on cite celles de la principauté de Galles en Angleterre, celles du Plastberg en Suisse, d'Eisleben en Saxe, des montagnes du Harz, dans le Hanovre et de la côte de Gênes en Italie. La Belgique et la Hollande exploitent aussi quelques carrières d'ardoises.

2° Les pierres calcaires se subdivisent : en calcaire, proprement dit, craie, tuf calcaire, calcaire grossier, calcaire compacte et marbre.

La pierre calcaire proprement dite produit la chaux, qui n'est en somme que la combinaison par parties égales de l'oxygène avec le calcium, mais comme ces pierres, qui se trouvent d'ailleurs à peu près partout, sont plus ou moins mélangées avec de l'argile, de la magnésie, du quartz et des oxydes de fer et de manganèse, il s'ensuit que les chaux ont plus ou moins de qualité.

Les gîtes les plus purs sont ceux qui produisent la chaux hydraulique notamment en Anjou, et ce ciment qu'on appelle à tort ciment romain, puisque les Romains ne l'ont jamais connu, et qui se fabrique surtout dans le Dauphiné.

La *craie*, qui se rencontre par bancs et couches considérables, notamment dans la Champagne et à Meudon, aux environs de Paris, sert à la composition de la peinture en détrempe, elle entre aussi sous le nom de blanc de Meudon dans la fabrication du mastic de vitrier et de ces crayons blancs, qui servent aux écoliers à écrire sur les tableaux noirs.

Le tuf calcaire ou tuffeau fait partie des pierres tendres à bâtir, qu'on exploite sur une grande échelle, dans la Touraine et dans l'Anjou, et qu'on emploie aussi bien pour les constructions de luxe que pour les plus humbles maisonnettes. On le distingue selon l'épaisseur qu'on lui donne à la taille en *quartier*, *moellon* ou *parpaing*.

Le calcaire grossier est la pierre coquillière, qui s'extrait en masses des carrières des environs de Paris et se taille assez rudimentairement en petits moellons, cette classe comprend : la *Lambourde*, le *Vergelet*, le *Saint-Leu*, le *Conflans* et le *Parmin*.

Le calcaire compacte est ce qu'on ap-

pelle généralement la pierre dure, c'est-à-dire le *liais*, dont il y a trois ou quatre variétés, mais dont le grain est toujours très fin, le *cliquart* qui contient peu de débris coquilliers, la *roche* qui en renferme davantage, ce qui ne l'empêche pas d'être plus dure et le *banc franc*, un peu moins résistant, mais d'un grain plus fin et plus égal.

Les pierres dures les plus belles s'exploitent en France où nous avons notamment : les carrières d'Allemagne (près de Caen) qui exportent jusqu'en Amérique, à telles enseignes que l'église Saint-Georges de New-York en est construite.

Les pierres de Tonnerre et de tout le département de l'Yonne, dont les exploitations les plus importantes sont à Pacy et à Lerrines.

Les pierres de Lorraine, venant d'Euville, Lunéville et Mécrin, près de Commercy.

Les pierres de Chauvigny dans le Poitou, et celles de Saint-Yllie dans le Jura.

L'Angleterre a aussi quelques carrières importantes, les plus connues sont à Portland et à Bath.

Le marbre, infiniment moins commun que la pierre, est cependant si peu rare, qu'on aurait plutôt fait de citer les pays où il n'y en a pas que ceux où il y en a.

Les marbres se distinguent en marbre statuaire et en marbre de décoration.

Le premier est de couleur uniforme, sans nuance ni veine et surtout sans filandres. Les exploitations les plus célèbres sont celles de Serravezza et de Carrare en Italie, de Paros, de Tenos, et des îles de Naxos et de Chio en Grèce; et plus près de nous, les carrières de l'Échaillon, d'où l'on a tiré les blocs dans lesquels ont été sculptés les groupes et statues de la façade de l'Opéra.

Les marbres de décoration se désignent surtout par leurs couleurs et le nom des carrières d'où ils sont extraits; il y a cependant une classification par espèce, ainsi les *brèches* sont des composés de débris de marbres plus anciens, agglutinés dans les

carrières par un ciment de même nature; les *lumachelles* sont formées de coquillages agglutinés par un ciment calcaire; quant aux *poudingues*, aux *brocatelles*, ce ne sont que des variétés de brèches aussi bien que le *cervelas*, qu'on appelle ainsi parce que son aspect rappelle celui du cervelas ou du fromage d'Italie.

Après l'Italie, où le marbre entre couramment dans la construction, c'est la France qui est la plus riche en exploitations marbrières. Les Pyrénées, les départements du Nord, du Pas-de-Calais (Marquise notamment), les Vosges, l'Aude en fournissent de toutes les couleurs et de toutes les variétés, y compris la griotte dite d'Italie qui s'exploite à Caunes, dans le département de l'Aude.

La Belgique a de riches carrières de marbre gris (Sainte-Anne) et de rouge royal de Franchemont, le plus estimé des marbres de Flandre.

La Prusse a les marbres de Mecklingausen, de Neanderthal et de Buschenberg.

L'Autriche a ses marbres blancs de Veza, de Villasenina et de Ceni.

L'Espagne et le Portugal ont les carrières de l'Alentejo, d'Estrenas, de l'Estramadure et de l'Alhambra.

La Turquie a les marbres d'Andrinople, de l'île de Marmara, de l'île du Prince et de Fenerbaetché.

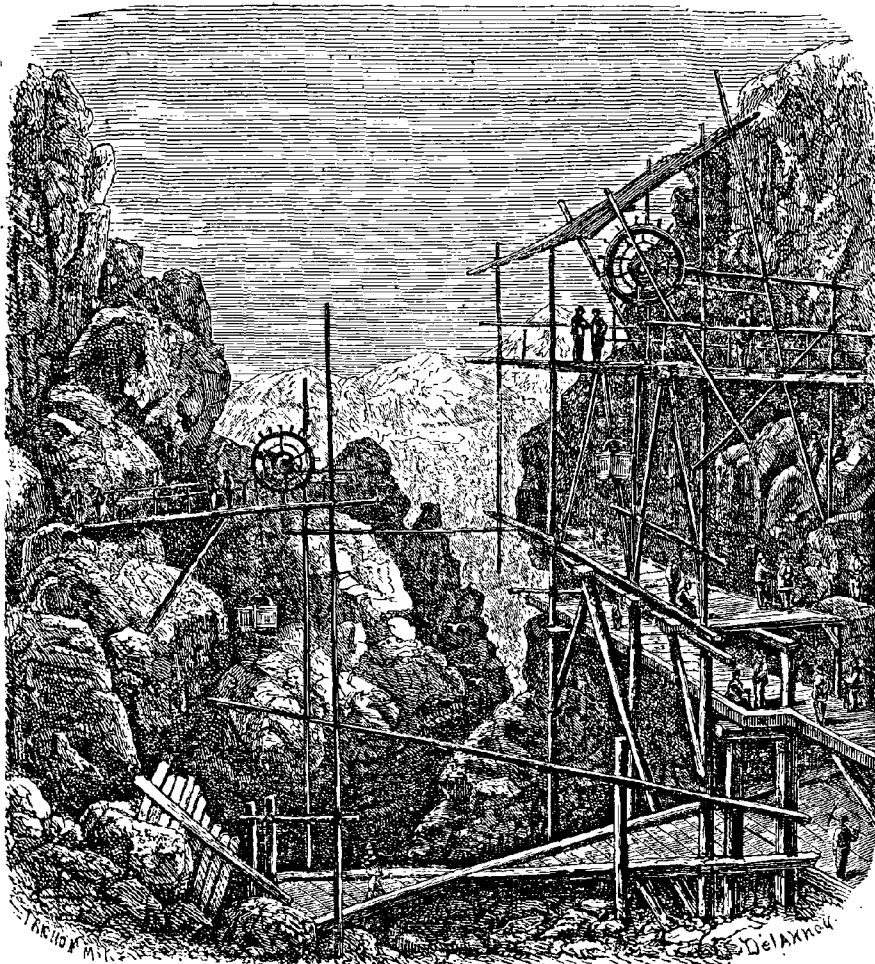
Il n'y a guère en Europe que l'Angleterre qui n'exploite pas de marbres; mais elle a dans l'Inde les carrières à statuaire de Delhi, de Gya, de Jyepore et de Joudpore, sans oublier les marbres plus communs de Madras, d'Assam, de Durha et de Bellary.

Parmi les albâtres, qui sont de même nature que les marbres, on cite ceux de Volterra en Italie, dont les variétés les plus remarquables sont le *giallo* qui rappelle le marbre jaune de Sienne et le *florito* qui ressemble aux marbres gris veinés de Serravezza; et l'albâtre algérien que l'on trouve

soit vert-émeraude, soit rouge vif, jaune d'or et de toutes les nuances du jaune jusqu'au blanc laiteux.

3° Les pierres gypseuses, qui fournissent le plâtre, se distinguent en cinq espèces selon la forme et la situation des lits ou

couches dans lesquelles elles se trouvent, savoir : le gypse feuilleté, le gypse strié ou filamenteux, le gypse écaillé, l'alabastrine ou faux albâtre, et le gypse commun, employé surtout à la fabrication du plâtre (il suffit pour cela de le faire chauffer à



Mines de fer de Dannemora.

130 degrés) dans des fours spéciaux qui ne sont pas rares dans les environs de Paris, dont les carrières sont très abondantes.

4° Les pierres scintillantes ou siliceuses comprennent les grès purs, les pierres à briquet ou silex, les pierres meulières, les granits et les porphyres.

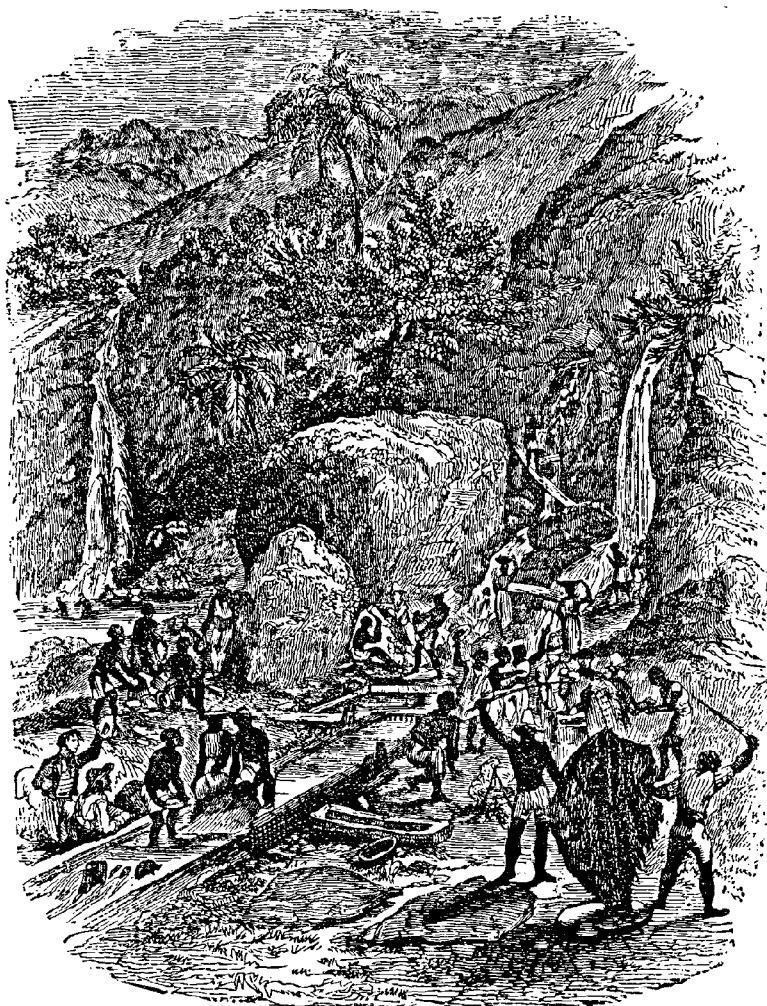
Les grès qui servent surtout au pavage des rues et qu'on exploite abondamment à Fontainebleau et dans les environs de Paris près de Chevreuse et d'Orsay, se divisent en grès siliceux très dur et à grain très fin ; grès calcaires un peu moins résistants et grès argileux, qu'on appelle assez impropre-

ment molasses car ils acquièrent à l'air une dureté extraordinaire.

Les silex, que l'on rencontre très communément dans les couches de craie, sont

des rognons d'une pierre extrêmement dure qu'on appelle pierre à fusil.

La pierre meulière qui s'exploite en Seine-et-Oise et surtout en Seine-et-Marne,



Mines d'or du Brésil. — Procédés primitifs.

à la Ferté-sous-Jouarre, est un composé de débris quartzeux, de chaux carbonatée d'alumine et d'oxyde de fer, dans des proportions assez variables pour en faire de deux qualités, les premières d'un gris blanchâtre et dures comme du silex, sont employées à la

Liv. 60.

fabrication des meules de moulin, les secondes d'un jaune rougeâtre, qui ne se trouvent, du reste qu'en petits morceaux, servent de matériaux de construction.

Le granit est formé par l'agglomération de trois minerais : le feldspath, le quartz et

60

le mica qui s'y rencontrent en proportions variables et qui sont plus ou moins colorés par le voisinage ou l'incorporation d'une certaine quantité d'oxyde de fer.

D'où de nombreuses variétés de granits, dont la nomenclature serait sans intérêt, les granits répandus un peu partout d'ailleurs, étant surtout connus par leurs lieux d'extraction et dénommés généralement par leur couleur; les contrées où ils se trouvent le plus abondamment dans notre pays sont les côtes de Bretagne et de Normandie.

Le *gneiss* est une variété de granit dans laquelle le mica est disposé en lames parallèles, ce qui lui donne un aspect schisteux ou rubanné; il n'a pas de gîtes particuliers et se trouve par filons ou en amas dans les couches de granit.

Quant au porphyre, c'est encore une roche granitique, mais dans laquelle il n'entre ni mica ni quartz et qui est composée d'une pâte feldspathique, contenant en plus ou moins grande quantité, des cristaux de feldspath, qui graduent la qualité de la matière; le porphyre, employé à la décoration des édifices s'exploite surtout dans les Vosges et dans les Pyrénées.

5° Les pierres volcaniques comprennent : les laves, les trachytes, les trapps et basaltes et les tufs volcaniques.

Les trachytes, qu'on exploite principalement sur les bords du Rhin, sont des roches éruptives de la formation la plus ancienne, dans lesquelles les cristaux de feldspath ont pris un assez grand développement pour présenter des surfaces cristallines très nettes fort appréciées pour le dallage.

Les trapps ou basaltes sont des masses éruptives plus modernes, composées généralement de pyroxène (silicate de magnésie et de fer) et de labrador (c'est-à-dire feldspath mélangé d'alumine, de soude et de chaux); on les exploite pour le pavage, les bordures de trottoirs et surtout les bornes; dans le Cantal, dans le Puy-de-Dôme et en Écosse.

Les laves sont des matières minérales rejetées par les volcans éteints et s'étendant sur leurs flancs, en masses plus ou moins épaisses, et qui se sont solidifiées par un lent refroidissement à l'air libre.

Les plus estimées pour la construction sont celles de Volvic, bien connues d'ailleurs sous le nom de pierres de Volvic.

Les tufs volcaniques que l'on n'exploite qu'aux environs de Naples, sont des laves, moins dures, moins résistantes, soit parce qu'elles ont été vomies plus ou moins récemment par le Vésuve, soit parce qu'elles ont été enfouies plus ou moins longtemps sous des couches de terres végétales.

Il nous reste à citer comme matières s'exploitant à ciel ouvert, la tourbe, — dont nous parlerons plus loin parce qu'elle nécessite un procédé d'extraction spécial — et les sables d'alluvions métallifères qui contiennent selon leur nature, presque tous les minerais de fer, l'or, le platine, le palladium, l'iridium, le diamant et les pierres précieuses qui, comme lui, se trouvent : soit dans les alluvions superficiels, soit dans le sable de certaines rivières.

Le fer, qui est extrêmement rare à l'état natif, ne s'y trouve que sous deux formes : fer *tellurique* (de la terre) dont quelques échantillons ont été recueillis en Dauphiné, en Auvergne, en Saxe et aux États-Unis. et fer *météorique* ou *sidérique* provenant des aérolithes qui tombent quelquefois des espaces célestes : dans cet état il est toujours incorporé avec des quantités plus ou moins grandes de nickel, de cobalt, de chrome ou de manganèse, et d'ailleurs si rare qu'il n'est pas exploitable, puisqu'on cite comme des curiosités une demi douzaine de blocs de cette nature qui ont été trouvés sur la surface de la terre, en Sibérie, en Louisiane, au Brésil, au Pérou et au Mexique et dont le plus considérable ne pèse que 20,000 kilogrammes.

Mais les minerais desquels on l'extrait sont plus communs, on pourrait en citer

vingt-deux, quatre seulement sont exploités savoir : la *magnétite*, l'*oligiste*, la *limonite* et le fer *carbonaté*.

La *magnétite*, connue aussi sous les noms de fer *oxydulé*, fer *oxydé*, *magnétique* ou *mine noire en roche*; est la pierre d'aimant naturelle, de couleur noire, elle forme dans les terrains de cristallisation, soit des dépôts grenus ou compactes, soit même des montagnes entières comme à Dannemora, à Tuberg en Suède et à Arendal en Norwège.

C'est le minerai le plus riche en fer; il en contient jusqu'à 72 pour cent, dont la qualité est exceptionnelle.

Outre les célèbres exploitations de Suède et de Norwège (on y compte jusqu'à 524 mines) on cite celle du cap Calamita dans l'île d'Elbe, de Saint-Léon en Sardaigne; des environs de Blagodat, dans les monts Ouars; et de Mokta el Hadid en Algérie.

La France possède aussi quelques gisements de magnétite, notamment à Villefranche (Aveyron), à Collobrières (Var), dans la vallée de Carol (Pyrénées-Orientales), à Drellette (Manche) et aux environs de Nogent et de Segré, en Maine-et-Loire, mais le minerai n'y est pas très abondant.

L'*oligiste*, qui contient jusqu'à 60 pour cent de fer, se présente sous plusieurs formes :

Cristallisé, il est d'un noir rougeâtre et prend généralement le nom de *fer oligiste*, il est très abondant à l'île d'Elbe, dont les mines sont de longtemps célèbres, en Angleterre dans les comtés de Lancastre et de Cumberland, puis au Brésil, en Suède dans le Hartz et dans l'ancien duché de Nassau.

La France n'en possède qu'un gisement, à Framont dans les Vosges.

En masses amorphes et compactes, l'*oligiste* est d'un rouge foncé et constitue ce que les mineurs appellent la *mine rouge en roches*, les exploitations principales sont en Belgique sur les bords de la Meuse, et en

France aux environs de la Voulte et de Privas dans l'Ardèche.

En masses fibreuses, l'*oligiste* qui est alors la sanguine du langage vulgaire, s'appelle *hématite rouge*, il est moins commun sous cette forme que sous les autres, nous en avons cependant une mine en France à Baïgorry, dans les Basses-Pyrénées.

La *limonite*, qui prend son nom de sa situation dans le limon des terrains d'alluvion, mais qu'on appelle aussi fer *oxydé hydraté*, et fer *hydroxydé*; est presque aussi riche que l'*oligiste* et se présente comme lui sous différents aspects.

1° En masses mamelonnées, fibreuses, de couleur noire ou brune, on la désigne sous les noms d'*hématite brune* ou *hématite noire*, elle n'est pas rare en France, mais les gîtes les plus considérables sont ceux de Rancie, de Vicdessos, dans l'Ariège et du Canigou dans les Pyrénées-Orientales.

2° En masses composées de petits globules agglutinés comme des œufs de poisson, elle prend le nom de fer *oolithique*; c'est sous cette forme que le minerai est le plus répandu dans notre pays; notamment dans les départements de Meurthe-et-Moselle, de la Haute-Saône, des Vosges, des Ardennes, de l'Aube, de la Marne, de l'Ain, de l'Isère et de l'Aveyron.

3° En masses, également granuleuses, mais dont les globules sont de la grosseur de pois, ce qui lui a fait donner le nom de fer *pisolithique*; on le trouve abondamment dans les départements du Cher, de l'Indre, de la Haute-Saône et du Doubs.

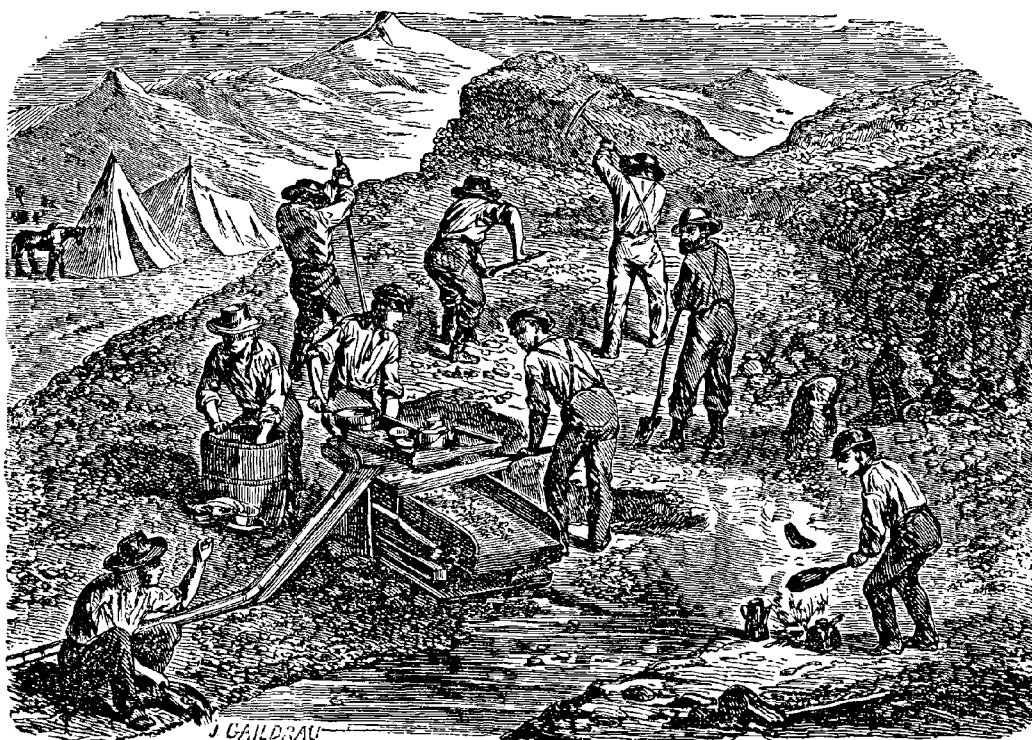
4° En masses compactes de couleur brune on l'appelle *mine brune en roche*, on l'exploite ainsi chez nous dans l'Ariège et dans le Gard.

5° En masses terreuses, d'un jaune de rouille, que l'on rencontre dans quelques plaines basses immédiatement au-dessous de la terre végétale, mais en trop petites

quantités pour pouvoir être exploitées, on l'appelle alors indifféremment : *Limonite terreuse*, *limonite ocreuse*, *fer limoneux*, *mine de fer des marais* ou *mine de fer des prairies*.

Le *fer carbonaté*, le moins riche de tous puisqu'à l'état le plus pur il ne peut donner que 47 pour cent de matière utile, se divise en deux catégories.

Le *fer spathique*, qu'on appelle aussi mine d'acier, parce qu'il renferme une certaine quantité de manganèse; il se montre sous une apparence cristalline en couches ou en filons de puissance assez considérable, dans la Carinthie, la Styrie, la Thuringe, à Stiegen en Westphalie, en Bohême, en Saxe, dans le Tyrol, dans les Pyrénées Orientales où on l'exploite pour la fabrica-



Placers de Californie. — Lavage de l'or au *Berceau* et au *Longton*.

tion des aciers catalans, dans le Dauphiné notamment à Allevard et à Vizille, ou on l'emploie pour les aciers de Rives, et à Aiguebelle et Modane dans la Savoie.

Le *fer carbonaté lithoïde* qui se rencontre surtout dans les terrains houillers, et qu'on appelle à cause de cela fer des houillères.

C'est le minerai le plus commun en Angleterre où il s'exploite dans les mêmes gisements que les charbons et quelquefois par les mêmes puits.

Très abondant, également en Russie, en Westphalie, dans le Palatinat et aux Etats-Unis, il ne se rencontre généralement en France qu'en rognons ou en couches trop peu étendues pour qu'on puisse en tirer parti; on n'en connaît qu'une seule exploitation à Palmesalade, dans le Gard.

L'or est peut-être plus commun que le fer, car il y en a presque partout à la surface du globe et il y a peu de rivières dont le

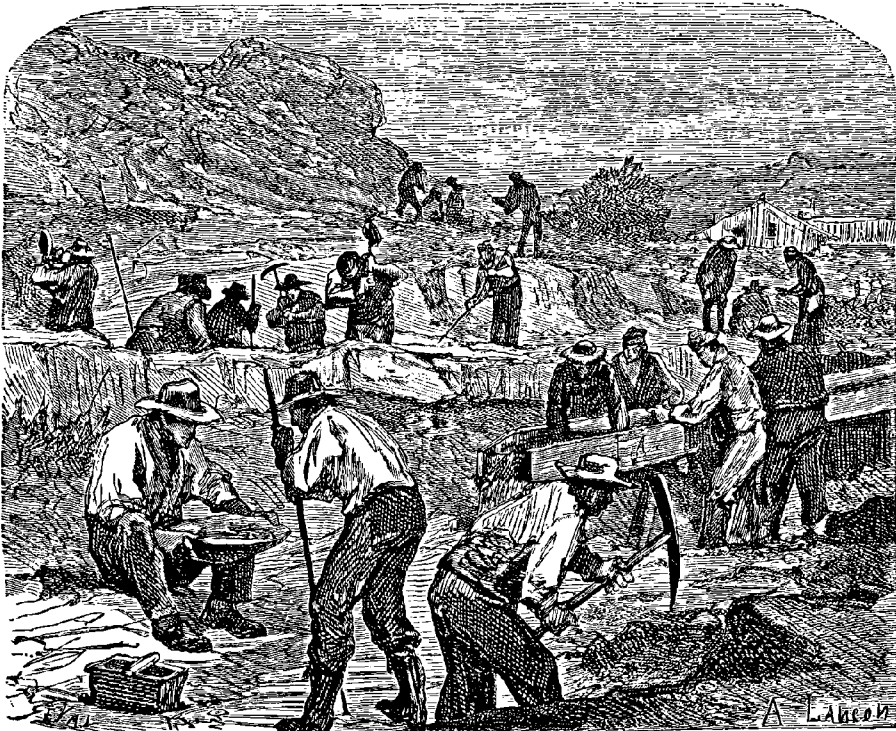
sable n'en charrie, mais le plus souvent en parcelles si petites qu'il est impossible de l'exploiter.

Il se présente soit à l'état natif plus ou moins pur, soit combiné avec d'autres minéraux; dans le premier cas il a trois sortes de gîtes.

On le trouve : 1° en lits ou en veines sous forme de petits grains, de cristaux, de

lamelles quelquefois imperceptibles dans des gangues quartzeuses, comme en Australie, en Californie, aux environs de Salzbourg, au mont Rose et surtout au Brésil, notamment à Gongo-Socco, à Villarica et à Taquary.

2° Dans des filons pierreux ou métallifères, soit en veinules dans des filons de quartz, comme à la Gardette dans les Alpes



Mines d'or d'Australie. — Lavage à la battée et au sluice.

Dauphinoises, soit en particules presque invisibles dans des filons argentifères comme en Transylvanie, en Saxe, en Hongrie et en Amérique; soit encore dans des filons de pyrites cuivreuses ou ferrugineuses, comme au Rammelsberg, dans le Hartz, à Macugnaga, dans le Piémont et à Berésof dans les monts Ourals.

Et 3° dans les terrains d'alluvions superficiels, qui le plus souvent sont aussi platinières et gemmifères; ce qui est sa façon la

plus ordinaire de se montrer; puisque ces sortes de gisements produisent plus de 90 pour cent de l'or versé annuellement dans le commerce.

Au premier rang de ces gisements sont, ou ont été, ceux de la Californie qu'on appelle des *placers*, ceux d'Australie, ceux du Brésil, de la Nouvelle-Grenade, du Chili, de la Sonora et de Sinaloa, au Mexique, des îles Philippines, des îles de la Sonde, de la Guyane française, et plus près

de nous, ceux de la Russie sur les versants des monts Ourals.

Les minerais dans lesquels l'or est contenu en plus ou moins grande quantité sont l'or *argentifère* qu'on appelle *Electrum* quand il renferme plus de 30 pour cent d'argent, il se trouve en Sibérie, en Australie, au Brésil, en Californie, en Transylvanie et dans l'ancienne Colombie.

L'or *rhodifère*, ainsi nommé parce qu'il contient 3 à 4 pour cent de rhodium; il existe surtout dans les sables platinifères de Choco et de Barbacoas, dans la Nouvelle-Grenade.

L'or *amalgamé*, qui renferme jusqu'à 60 pour cent de mercure; on ne l'a encore trouvé que dans la vallée de Mariposa, en Californie et dans la Nouvelle-Grenade.

L'or *palladié*, extrait à Gongo-Socco, dans le Brésil, qui contient 25 pour cent de palladium.

L'*Auro poudre*, qui se compose de 86 parties d'or, 10 de palladium et 4 d'argent, on l'appelle aussi *Porpezite*, parce que c'est dans la capitainerie de Porpez, au Brésil, qu'on l'a découvert.

Il y a aussi l'or *tellurique*, qu'on ne trouve guère qu'à Offenbanya et à Nagyag, dans la Transylvanie, où il prend trois noms différents: *Elasmose* quand l'or n'y entre pas pour plus de 10 pour cent, *Mullerine* où il y a 26 pour cent d'or et *Sylvanite* ou or blanc, qui en contient plus de 30 pour cent.

Le platine, très cher à cause de sa rareté, se trouve comme l'or à l'état natif et dans des sables de même composition quartzeuse et ferrugineuse, mais non dans tous. On l'exploite seulement dans la Nouvelle-Grenade, dans les provinces de Matto-Grosso et de Minas-Geraes au Brésil, dans la rivière Yaki à Haïti, dans les monts Ratoos à Bornéo, et surtout sur les pentes orientales des monts Ourals, notamment à Nischne-Tagilsk, le plus important centre d'exploitation que l'on connaisse.

Bien que se présentant à l'état natif et sous forme de grains ou de paillettes, le platine est presque toujours accompagné, sinon combiné avec des minerais étrangers, notamment le *Palladium* et l'*Iridium*, deux métaux qui ne sont connus que depuis 1803 et qui s'extraient tous les deux du minerai de platine, dont ils en sont en quelque sorte la gangue.

Le diamant, le plus précieux de tous les minéraux, a ses gisements dans des sables de même composition que l'or et le platine, sables qui se trouvent le plus fréquemment dans le lit des rivières, parce qu'ils ont été produits en grande partie par les éboulis des roches métamorphiques.

Cependant on l'a rencontré quelquefois dans la roche même au sein de laquelle il a pris naissance notamment au Brésil, mais dans ce pays c'est surtout dans le lit du fleuve Jiquitinhonha et de ses affluents qu'on le recherche, ce qui n'empêche pas d'explorer aussi certains terrains de transport souvent très accidentés, mais sans sortir de la zone diamantifère qui est comprise entre les fleuves Jiquitinhonha, Paraguaçu, Doce et Paraguay, dans la province de Matto-Grasso.

Dans l'Inde, qui a eu longtemps avec le Brésil le monopole des diamants, on les trouve, mais non plus en si grande quantité qu'autrefois, sur les rives du Kistrah et du Pennar, dans le Golconde, dans un poudingue formé de quartz, de silex et de jaspe, agglutinés par un ciment ferrugineux qui gît dans le fond des vallées, à peine recouvert de terre végétale.

Des gisements de même nature se rencontrent aussi dans les provinces de Saint-Paul et de Minas au Brésil, et au pied du mont Ratoos, dans l'île de Bornéo

Au Cap, où l'on exploite maintenant le diamant sur une grande échelle, et par les procédés les plus modernes c'est le fond des rivières qu'on explore, travail pénible parce que ces rivières coulent,

quand elles ne sont pas à sec, dans des lits étroits, sinueux et creusés à quinze ou vingt mètres de profondeur. Mais l'emploi du porteur Decauville pour le transport des minerais, simplifie beaucoup les difficultés.

Quant aux pierres précieuses qui se trouvent aussi dans les alluvions, et c'est la plus grande partie, elles proviennent surtout des Indes orientales, c'est l'archipel de la Sonde (Bornéo particulièrement), le Bengale, le Golconde, Visapour, le Pegu et l'île de Ceylan qui fournissent les plus belles.

Nous n'allongerons point ce travail d'une nomenclature des pierres précieuses, qui ont toutes la même origine que les cristaux et n'en diffèrent que par le coloris qu'elles empruntent aux matières minérales au milieu desquelles elles gisent ; nous avons hâte, du reste, d'arriver aux procédés d'exploitation.

PROCÉDÉS D'EXPLOITATION À CIEL OUVERT

L'exploitation à ciel ouvert, la moins coûteuse de toutes, varie selon la conformation des gisements et la nature des matières qu'il s'agit de mettre en valeur, mais quel que soit le système adopté, on ne s'écarte jamais des principes généraux que M. Burat résume ainsi :

« 1° Donner aux excavations une forme telle que les massifs se présentent toujours dégagés sur deux faces, ce qui conduit à les disposer en gradins droits, ou dessus d'escalier.

2° Ménager des rampes pour les transports, ou, si l'exploitation est trop profonde, établir des treuils d'extraction, en ayant soin de faire le triage dans le fond, afin de n'avoir pas à remonter toutes les matières inutiles.

3° Expulser les eaux atmosphériques et les eaux d'infiltration, soit par des tranchées soit par des puits d'absorption, soit enfin par des moyens mécaniques, après les avoir réunies dans des puisards. »

Voici maintenant les différentes modifications de détail apportées à ces prescriptions générales, soit par la disposition des terrains, soit par les formes particulières à donner aux matières extraites.

EXPLOITATION EN MATIÈRES TENDRES

Si l'on opère dans des matières peu résistantes, comme les sables fossiles, les terres argileuses, la plupart des minerais de fer et certains sables d'alluvion, on procède à peu près comme si l'on voulait creuser une tranchée, c'est-à-dire qu'après avoir débarrassé le gîte reconnu de la terre végétale qui le recouvre, on enlève d'abord un prisme triangulaire de façon à se ménager une rampe pour descendre dans l'excavation que l'on agrandit tant que le gisement reste exploitable, en abattant successivement des prismes rectangulaires.

Naturellement, la rampe s'adoucit en prolongeant plus ou moins la ligne de base qui forme l'angle droit du triangle, ce qui est indispensable pour l'extraction des matières abattues, qui se fait encore quelquefois au tombereau, bien qu'il y ait des moyens plus efficaces dont nous parlerons plus loin et auxquels on est obligé d'avoir recours lorsque la circulation sur les rampes devient trop difficile.

Les sables aurifères, platinifères et gemmifères font exception à cette règle, il y a pour l'or et les diamants des procédés spéciaux.

L'exploitation de l'or en terrains d'alluvion est peut-être la plus facile et la moins dispendieuse de toutes, puisqu'il suffit de laver les sables qu'on extrait du lit des rivières ou des terrains de transport accumulés sur leurs bords, pour les séparer de l'or qu'elles contiennent.

Il y a pour cela plusieurs moyens : le plus élémentaire qu'on appelle la *battée* consiste, selon les pays, soit en une sébille ordinaire ou une petite auge en bois munie de deux anses, que l'ouvrier remplit de sable et

d'eau et qu'il agite jusqu'à ce que les parcelles d'or soient tombées au fond.

Le *berceau*, plus employé en Californie, est une caisse montée sur deux tourillons et

qu'on fait osciller alternativement de gauche à droite ou de droite à gauche, pour que l'eau entraîne les sables.

Le *longton* est une auge fixe dont le fond

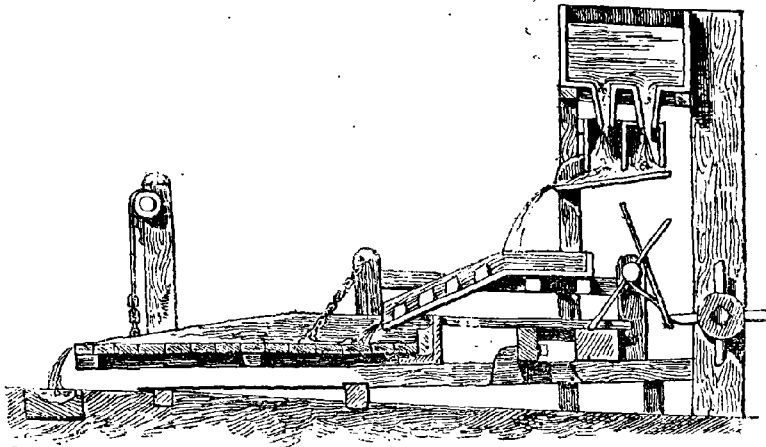


Table à secousses pour laver les sables aurifères.

est percé comme un crible, et dans laquelle on jette les sables que l'on agite par un courant d'eau continu, les paillettes passent à travers les grilles avec le sable fin et sont

recueillies dans une caisse inférieure pour être lavées de nouveau au berceau.

Le *sluice* est un long canal en planches (il y en a qui ont cent mètres de long) assez

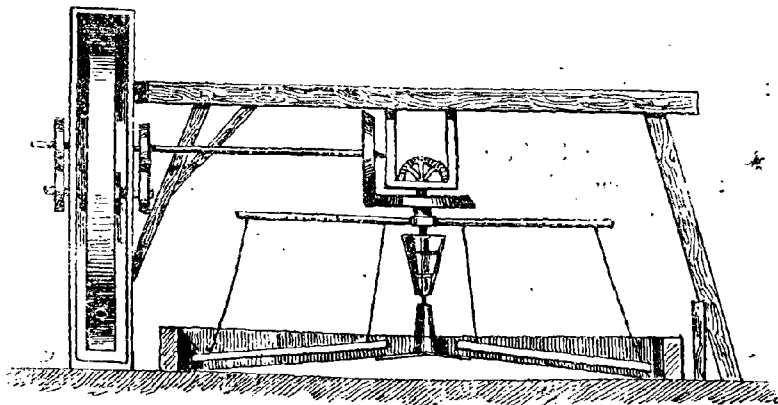


Table conique pour le lavage de l'or.

incliné pour que le sable, qu'on y jette au fur et à mesure de l'extraction, puisse être entraîné par un courant d'eau, les paillettes d'or restant au fond du canal couvert, pour

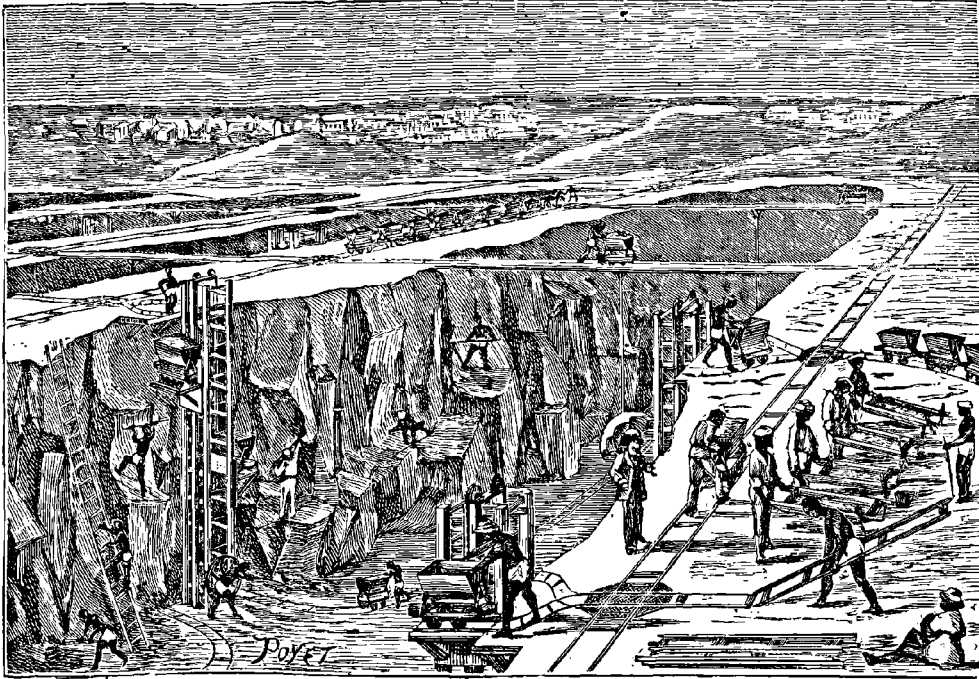
les retenir, de rugosités et de cannelures qui y forment des espèces de poches.

Cet appareil est le plus expéditif de tous, puisqu'un ouvrier peut laver avec près de

vingt mille kilogrammes de sable par jour.

Comme procédés élémentaires pour obtenir par le lavage, non de l'or pur, mais des

sables aurifères très riches, citons encore ceux qu'on emploie en Russie, c'est-à-dire soit des tables à secousses, des tables à

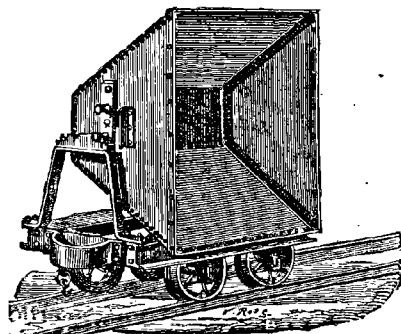
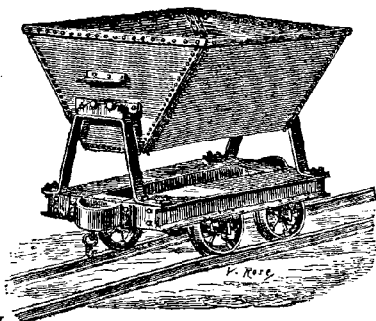


Les mines de diamant du Cap. — Installation du porteur Decauville.

toiles, des tables dormantes, et des tables coniques; procédés qui ne sont pas d'ailleurs spéciaux à l'or et sont adoptés aussi pour le

lavage des minerais, qu'on débarrasse ainsi du plus gros de leurs gangues.

La table à secousses consiste en une table



494 Wagonnets basculeurs (système Decauville) employés aux mines de diamant du Cap.

inclinée et suspendue à quatre poteaux au moyen de chaînes, qui est projetée en avant par des leviers mis en action par un arbre à

comes; elle vient alors buter contre des heurtoirs en bois, qui lui font reprendre sa première position, de sorte qu'elle a un

Liv. 61.

61

mouvement de va-et-vient continuuel avec des secousses qui mettent les sables en suspension dans l'eau, qui coule continuellement sur la table; de façon que les molécules métalliques, plus lourdes, se déposent sur le fond de la table et glissent vers le bas du plan incliné, où on les recueille pour les remettre sur la table, jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment séparées des sables.

Les tables dormantes, sans mouvement comme leur nom l'indique, sont placées généralement deux à deux (d'où on les appelle tables jumelles) et sur un plan très incliné; de façon que les sables aurifères, qui sont jetés dessus et constamment relevés vers le haut par des ouvriers, qui les agitent au moyen de rateaux, se séparent assez facilement des parcelles métalliques.

La table à toile est une toile sans fin tendue sur un plan incliné et qui tourne continuellement (à l'aide d'un moteur quelconque) dans le sens du chevet de l'appareil, c'est-à-dire de bas en haut.

Les sables et l'eau, amenés par des rigoles sur le plan incliné, descendent tout naturellement, tandis que les grains métallifères qui s'attachent à la toile remontent avec elle, et tombent, quand la toile se retourne, dans un bac plein d'eau disposé pour les recevoir.

La table conique est un cône très surbaissé, qui reçoit un mouvement rotatif continu d'un arbre placé au centre et qui est mû par un engrenage.

Autour de cet arbre est l'entonnoir, par lequel on introduit les sables et le courant d'eau, qui tombent ensemble sur la table tournante et s'y trient en raison de leur densité; c'est-à-dire que les sables sont entraînés tandis que les paillettes d'or s'agglomèrent sur les bords inférieurs du cône.

Beaucoup plus simples sont les procédés employés par certains orpailleurs, qui d'ailleurs n'exploitent pas sur une grande échelle; les uns versent tout simplement le sable fortement étendu d'eau, sur des tables inclinées recouvertes de drap grossier

ou même de peaux de bêtes, dont les aspérités et les poils retiennent les parcelles d'or.

D'autres se contentent de barrer les cours d'eaux aurifères avec des couvertures de laine, qu'ils retirent lorsqu'ils les supposent suffisamment chargées de paillettes du précieux métal.

Mais ce sont là des usages locaux et non des procédés d'exploitation.

Pour le diamant: le lavage n'est pas l'opération principale, c'est l'extraction, qui est difficile, d'autant que la matière est rare.

Si l'on explore des ruisseaux peu profonds et naturellement peu larges, on creuse dans leur lit et l'on lave les sables à la battée, mais le cas ne se présente plus guère, et l'on préfère, du reste, opérer comme dans les torrents plus profonds.

On commence par en mettre le lit à sec au moyen de barrages, en ayant soin, autant que possible, de détourner l'eau pour les besoins du lavage, puis on déblaie la première couche de terre qui généralement ne contient pas de diamants (il y a cependant des exceptions puisque la fameuse *Étoile du Sud*, qui pèse 250 carats, a été trouvée en 1853 dans des déblais abandonnés), mais l'exception prouve la règle et la règle est que le terrain ne devient diamantifère que lorsqu'on y trouve des petites pierres de transition que l'on appelle selon leur couleur: *patha de arroz*, *fava freta*, *agulha siricoria*, et qui sont presque toujours mélangées avec de l'émeri.

A ces indices connus sous le nom de *formations* on en ajoute un autre, à Minas Geraes; c'est la présence dans les débris quartzeux, qu'on appelle *cascalho*, de l'or en poudre granuleuse.

Le gisement reconnu, on creuse et on déblaie par les procédés ordinaires, que l'on emploie aussi dans l'exploitation à sec des terrains de transport, avec cette différence que, dans ce cas, les gisements étant plus profonds, on a infiniment plus de peine,

d'autant que la plupart du temps l'eau manque pour laver les terrains.

Il est vrai qu'on remédie à cet inconvénient en amoncelant les déblais diamantifères sur des escarpements en pente douce, où ils seront suffisamment détremés et lavés quand viendra la saison des pluies.

Et pour que le lavage se fasse progressivement et surtout que les pierres précieuses ne soient pas entraînées trop rapidement, on pratique, dans ces escarpements qu'on appelle des *gupiaras*, des rigoles en forme d'escaliers où la chute des diamants, qui sont toujours enveloppés d'un ciment terreux argenté ou rougeâtre, peut être surveillée.

Cela nécessite, naturellement, des frais de transport assez considérables mais les diamants ne seraient pas aussi chers, s'il n'y avait qu'à se baisser pour en prendre.

Passons des diamants à la tourbe; la transition est subite, puisque les uns sont aussi rares que l'autre est commune, mais nous devons dire un mot aussi de l'exploitation des tourbières.

La tourbe, qui est employée comme combustible dans les pays où, comme en Hollande, le bois et les charbons sont chers, est extrêmement répandue, les exploitations les plus considérables sont dans les Pays-Bas, le Danemark, le Hanovre et la Westphalie; on en trouve aussi en France dans plus de quarante départements, mais les gisements les plus considérables sont ceux de la vallée de la Somme, qui s'étendent depuis Saint-Quentin jusqu'à Abbeville.

Le procédé d'extraction est des plus simples, si la tourbe est recouverte de terre végétale; si au contraire elle est recouverte par les eaux, on l'assèche le plus possible, soit par des canaux d'écoulement, qui au besoin peuvent servir au transport des matières, soit, si la situation ne permet pas la création de canaux, au moyen des pompes d'épuisement dont nous parlerons tout à l'heure.

La tourbe superficielle est généralement de mauvaise qualité, elle est d'autant plus fibreuse que les matières végétales qui la constituent sont plus ou moins complètement décomposées, mais il faut bien l'enlever d'abord, ce que l'on fait avec une bêche ordinaire, après quoi on la dispose en tas que l'on laisse sécher pour la vendre à bas prix.

La tourbe compacte, qui vient après, s'extrait : soit au moyen d'un louchet, espèce de bêche augmentée d'une partie tranchante placée à angle droit et qui permet d'enlever des parallépipèdes de 30 centimètres de longueur sur 14 à 16 d'épaisseur et de largeur.

Soit, d'une façon plus expéditive, avec une caisse ouverte et tranchante à sa base, et garnie intérieurement de lames coupantes qui la divisent en compartiments réguliers; on laisse tomber cette caisse d'une certaine hauteur dans la tourbière, et, quand on la retire, elle rapporte autant de pains de tourbe qu'il y a de compartiments dans la caisse.

Si l'on est envahi par l'eau, en trop grande quantité pour être épuisée, on peut encore creuser la tourbière au moyen d'une espèce de pelle en tôle percée de trous, emmanchée à angle droit au bout d'une longue perche, que l'ouvrier manœuvre placé dans un bateau; cela s'appelle une *drague*.

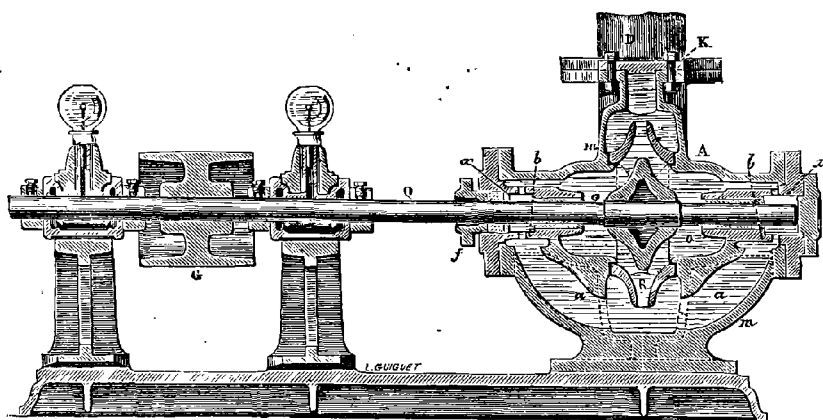
On se sert aussi, mais seulement pour extraire les parcelles de tourbe qui pourraient nager dans les eaux, d'un sac en toile assez claire, dont l'ouverture est adaptée à un cercle de fer, emmanché dans une longue perche.

De toutes façons, la tourbe extraite doit être séchée aussi complètement que possible, et pour cela, empilée de façon à ce que l'air puisse circuler facilement entre chacun des parallépipèdes, c'est pour cette seule raison, du reste, qu'on l'extrait sous cette forme, quand on ne veut ni la réduire en

mottes, moulées sous des presses spéciales, ni la convertir en charbon pour en faire un combustible supérieur.

POMPES CENTRIFUGES

Pour le desséchement des tourbières, et même pour l'épuisement de tous les travaux



Pompe rotative Dumont. — Détails de l'appareil (fig. 1).

de recherches et d'exploitation à ciel ouvert | mines, on emploie généralement des pom-
aussi bien dans les carrières que dans les | pes centrifuges, faisant infiniment plus de

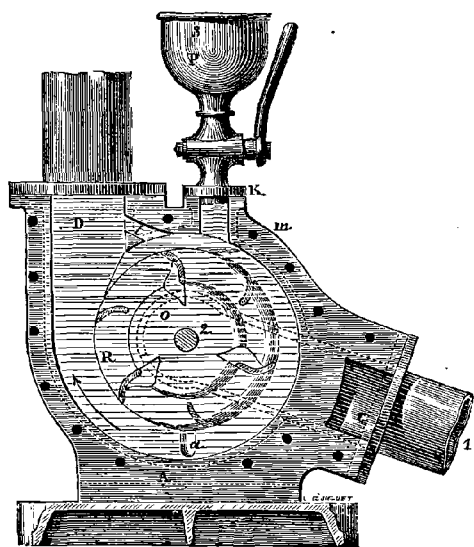


Figure 2.

Pompes rotatives Dumont.

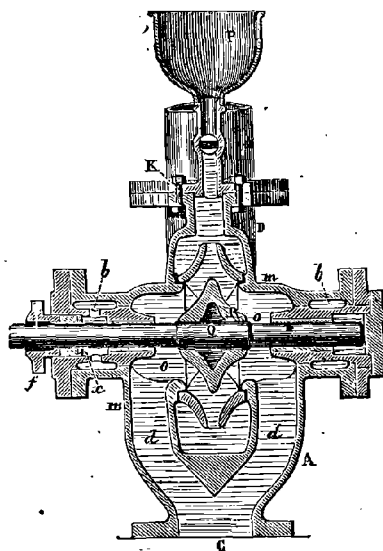


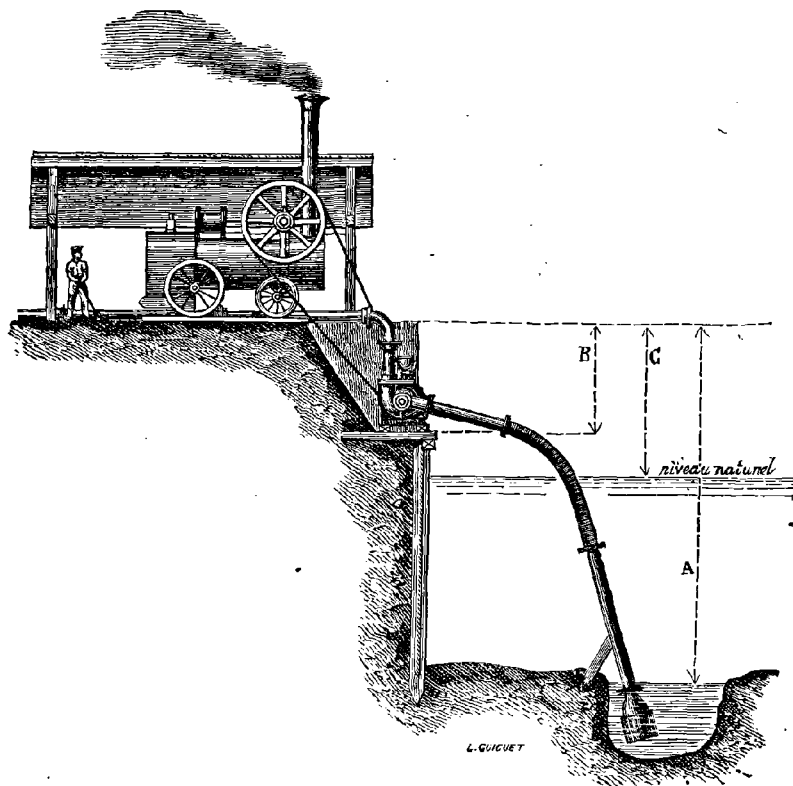
Figure 3.

travail et plus économiquement que les pompes à pistons.

Nous allons en donner une idée par la

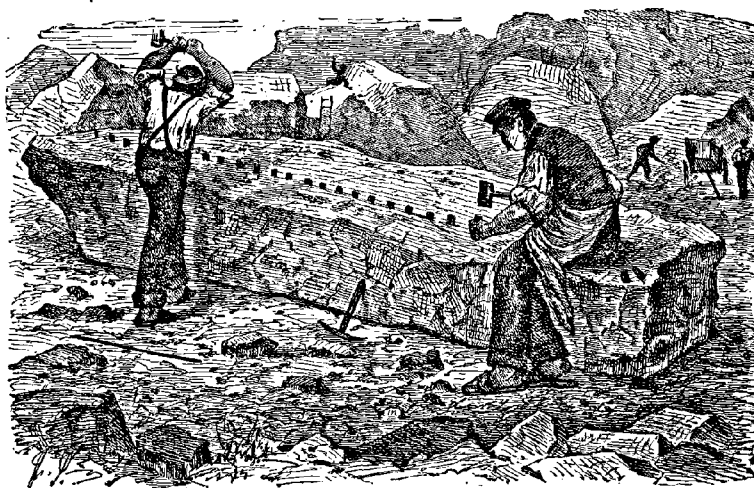
description de la pompe Dumont, l'une des plus répandues, au moyen de trois dessins : le premier représentant une coupe longitu-

dinale, suivant un plan vertical, passant | par l'axe de la pompe ; le second, une vue



Pompe Dumont appliquée à un travail d'épuisement.

de face en supposant le corps de pompe | coupé par le milieu ; et le troisième, une



Le mortaisage.

coupe suivant la ligne brisée indiquée dans | la deuxième figure par les chiffres 1, 2, 3,

passant par l'axe de la pompe et celui de la tubulure d'aspiration et montrant l'arrivée de l'eau dans la pompe.

Dans les trois dessins, A est le corps de la pompe, composé de deux coquilles *m, m*, réunies par des boulons, et renfermant une roue à aubes, R, calée sur un axe Q, qui traverse une presse-étoupe.

Cet axe est muni à son extrémité d'une poulie G, tournant entre deux paliers et par laquelle il reçoit son mouvement d'un moteur soit à vapeur, soit hydraulique, au moyen d'une courroie (du moins c'est le cas le plus ordinaire, car il y a aussi des pompes à action directe dont nous parlerons tout à l'heure.

C'est le tuyau d'aspiration, qui se bifurque à son départ du corps de pompe en deux conduits *d d* aboutissant aux ouvertures centrales *a a*, qui correspondent à celles du disque mobile R.

Naturellement ce tuyau se prolonge par des tubulures aussi loin qu'il le faut pour atteindre le niveau de l'eau, et se termine par un clapet, muni d'une crépine; prolongement percé d'un grand nombre de trous de petit diamètre, qui a pour effet d'empêcher les corps étrangers de pénétrer dans la pompe et aussi de répartir la succion sur tous les points de la masse d'eau à enlever.

Cette crépine fait naturellement saillie sur le tuyau, car pour le bon fonctionnement de la pompe, pour qu'il n'y ait pas une résistance trop considérable, en raison de la division de l'eau en petits filets il faut que sa section totale, c'est-à-dire l'addition des diamètres de ses trous, soit au moins quadruple de celle des tuyaux. P est le tuyau de refoulement, qui s'allonge naturellement par une tubulure pour déverser l'eau pompée dans le conduit d'écoulement. Quelquefois même on place sur ce tuyau, et comme intermédiaire avec le conduit, un bassin déversoir qui emmagasine provisoirement l'eau, et qui peut servir, après les suspensions de travail, à réamorcer la pompe, car le fonc-

tionnement des pompes centrifuges ne s'obtient que si le corps de pompe est rempli d'eau.

Pour suppléer à cette installation on se contente de placer en K, au sommet du corps de pompe, un bouchon fileté qu'il suffit d'enlever pour y introduire de l'eau ou, mieux encore, un entonnoir P, commandé par un robinet qu'on n'a que la peine de tourner pour amorcer la pompe.

Voyons maintenant le fonctionnement : la pompe pleine d'eau et un mouvement de rotation communiqué à l'axe, l'eau qui se trouve dans la roue à aubes R est entraînée dans le mouvement de rotation. La force centrifuge développe dans cette masse d'eau une pression qui s'exerce du centre à la circonférence; lorsque cette pression est devenue suffisante, l'eau s'échappe par toute la circonférence de la roue à aubes. La dépression qui se produit au centre de la roue y fait affluer celle que renferment les deux conduits *d d*, qui se réunissent en G au tuyau d'aspiration. L'eau qui s'échappe par la circonférence de la roue à aubes afflue dans le corps de pompe et s'écoule par le tuyau de refoulement. La rotation continuant, le mouvement du liquide s'établit d'une manière constante et uniforme.

Et c'est la continuité de ce courant d'eau qui explique comment la pompe centrifuge, peut, sous un petit volume, donner des quantités d'eau considérables.

En effet, tandis que dans les pompes à mouvement alternatif, l'eau ne peut guère, sans qu'il en résulte des chocs violents ou même des ruptures, avoir une vitesse supérieure à 50 centimètres par seconde dans les divers passages, cette vitesse atteint facilement 3 mètres par seconde dans les pompes centrifuges Dumont; elle pourrait même être plus grande théoriquement, mais il faut tenir compte des résistances dues au frottement et aux changements de direction; on peut donc obtenir le même volume d'eau avec des sections bien moindres.

La régularité du courant a aussi pour effet de supprimer les chocs, trépidations, ébranlements dus aux mouvements alternatifs et de rendre complètement inutiles tous réservoirs d'air.

Il y a d'ailleurs d'autres organes : ainsi, les petits conduits *aa* amènent de l'eau prise sur le corps de pompe, et qui, pressée par toute la colonne de refoulement, pénètre dans les chambres *bb* qui entourent les frottements.

Du côté où sort l'arbre, cette eau commune avec une chambre hydraulique *x*, placée entre la garniture du calfat, arrêtée par une bague, et la douille dans laquelle l'arbre est ajusté. L'eau, enfermée dans cet espace, empêche complètement toute rentrée d'air qui pourrait se produire de l'extérieur par suite du vide relatif existant dans la partie centrale.

t est un petit orifice qui sert à l'évacuation de l'air qui pourrait se cantonner au sommet du corps de pompe.

Donc la continuité et la régularité du travail sont également assurées.

Les pompes Dumont, montées quelquefois sur chariot, quand on veut les rendre mobiles, sont, plus généralement pour le service de l'épuisement dans les carrières, fixées toutes prêtes à marcher, soit avec un seul palier, soit avec deux, selon les besoins de l'exploitation, sur un bâti qui économise tous les frais d'installation.

D'un petit volume, et conséquemment d'un faible poids, elles peuvent se placer partout et être mises en chantier par un ouvrier aussi étranger à la mécanique que possible; puisqu'il suffit de les fixer sur leur plan de pose, sol ou charpente, d'y ajuster les tuyaux et de leur donner le mouvement par une courroie actionnée par une machine à vapeur quelconque.

Aussi fonctionnent-elles maintenant partout où il y a à faire des travaux d'épuisement assez considérables pour nécessiter l'emploi d'une machine à vapeur ou d'un mo-

teur mécanique d'une puissance équivalente.

EXPLOITATION EN MATIÈRE DURE

Les matières résistantes qui s'exploitent à ciel ouvert sont les pierres à bâtir, les ardoises, les grès, les meulières, les granits et les marbres, mais les procédés ne varient que par certains détails que nous dirons tout à l'heure.

Si l'on opère en plaine, on commence comme toujours, du reste, par enlever la terre végétale, pour mettre à découvert la roche vive qu'il s'agit d'exploiter, puis on perce, au milieu de l'espace déblayé, une grande rainure verticale qui sert de centre d'opérations; car de chaque côté de cette rainure on travaille par gradins droits comme si l'on voulait faire un escalier, en organisant son chantier de façon que chaque ouvrier, devant abattre une tranche de quelques décimètres de hauteur, est placé en avant de celui qui doit abattre la tranche immédiatement inférieure.

Si le gisement se trouve sur le flanc d'une montagne ou d'une colline, comme cela arrive généralement pour les marbres et les schistes ardoisiers, on établit immédiatement des gradins sur toute la hauteur de la montagne, c'est ce que l'on a fait à Trélazé (près Angers) dont les carrières, bien qu'exploitées maintenant souterrainement, peuvent être considérées comme type d'une grande exploitation à ciel ouvert; c'est ce que l'on fait d'ailleurs dans toutes les ardoisières importantes.

Pour les grès à pavés et les matières aussi résistantes, qu'on ne tient pas à obtenir en blocs de grand volume, l'extraction consiste en deux opérations : le *burinage* et le *mortaisage*.

Le burinage est le percement dans la roche de trous de mine disposés de façon à détacher des blocs aussi réguliers que possible.

Cette opération peut se faire avec des perforateurs mécaniques; de main d'homme, elle nécessite deux ouvriers, l'un qui tient

et dirige le burin d'acier, l'autre qui l'en-
fonce à grands coups de marteau.

Le mortaisage demande plus d'habileté;
car il a pour objet de diviser le bloc séparé



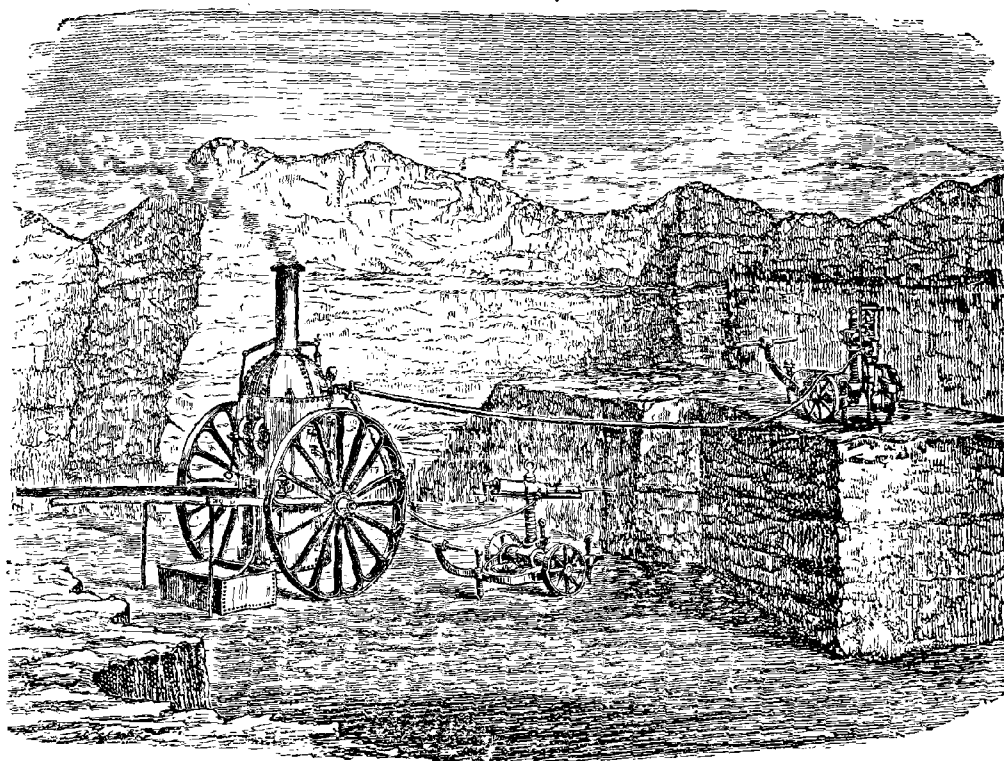
Le burinage.

de la roche en tranches d'égale épaisseur | qu'on subdivisera ensuite en pavés d'échan-

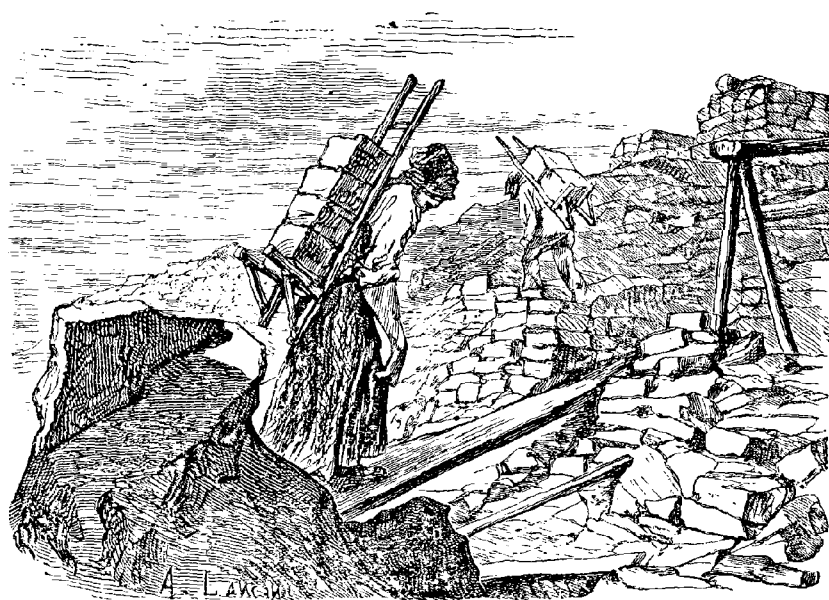


Méthode à la trace. Le mortaisage.

tillon; pour cela, l'ouvrier trace d'abord au | dans ce sillon, il place, aussi près l'un de
pic un sillon peu profond sur la pierre, puis, | l'autre qu'il le juge nécessaire, une série



Perforateur Mac Kean. — Fonctionnement dans une carrière.



Transport des pavés. — Carrières des environs de Paris.

Lrv. 62.

62

de coins d'acier qu'il enfonce à coups de marteau dans toute l'épaisseur du bloc qui, sauf des veines exceptionnelles, se fend alors régulièrement.

Pour le marbre, la pierre de taille, le granit, que l'on veut et que l'on doit extraire en blocs considérables, le burinage n'est pas suffisant et l'on a recours à la méthode qu'on appelle à la *trace* et qui consiste à isoler le bloc par des entailles profondes, de façon à ce qu'il ne tienne plus à la roche que par une de ses faces.

On commence généralement, pour plus de sécurité, par l'entaille de la base qu'on appelle le *sous-chèvement*, mais ce n'est certes pas la plus facile, car les ouvriers sont obligés de travailler couchés et comme ils disent « à col tordu » ; à mesure que l'entaille devient profonde, on étale le bloc avec des morceaux de bois que l'on enlève quand il est isolé sur cinq de ses faces.

On remplace alors les étais par deux rouleaux sur lesquels le bloc tombera et qui serviront à l'éloigner du chantier quand il aura été détaché de la roche, ce qui s'opère alors, soit par le burinage en ayant soin de faire partir toutes les mines à la fois, soit par un mortaisage pratiqué d'abord avec des coins et ensuite avec des pinces et des leviers qui exercent un effort d'autant plus vigoureux que le bloc ne repose plus sur aucune base.

Pour les meules de moulin, qu'il faut exploiter d'un seul morceau, le procédé à la trace est aussi employé avec cette modification fort ingénieuse qui remplace le burinage.

Au lieu de forer des trous de mine dans la surface qui reste adhérente à la roche, on isole le bloc à enlever au moyen d'une rigole dans laquelle on enfonce une rangée circulaire de coins de chêne, desséchés au four, après quoi on la remplit d'eau. Les coins de bois se gonflent en quelques heures sous l'action de l'humidité et exercent sur la roche une pression suffisante

pour y produire des fissures assez profondes, dans lesquelles on introduit des pinces et des leviers pour achever de détacher la meule de moulin.

Tout aussi ingénieux est le système employé aux environs de Saint-Pétersbourg pour extraire le marbre en grandes masses.

Dans la belle saison on creuse dans les carrières, des entailles longitudinales très profondes, qui tracent la forme que l'on veut donner aux blocs, puis quand les froids arrivent on remplit ces entailles d'eau, qui, se transformant bientôt en glace, augmente de volume et oblige les blocs à se séparer de la masse rocheuse : Le printemps revenu on n'a plus qu'à achever de les détacher et à les enlever de la carrière.

Il va sans dire que le forage des trous de mine, au lieu d'être fait laborieusement à la main, peut être accompli mécaniquement d'une façon beaucoup plus expéditive, et partant plus économique.

D'autant que le perforateur Mac Kean est outillé pour ce service, son poids relativement minime, sa monture sur chariot mobile, permettant de le transporter à volonté aussi bien pour travailler horizontalement sur le front d'attaque du chantier, que verticalement sur les blocs déjà dégagés.

Il peut opérer même sur des plans très inclinés : il suffit d'ajuster à la vis montante, qui est le support de l'outil, un tube traverse de même genre que celui qu'on emploie pour le forage des puits, lequel est terminé par une vis qui, enfoncée dans le sol, aide à la rigidité de l'appareil qui a déjà son premier point d'appui sur les trois pieds du chariot.

On n'a plus alors qu'à fixer le perforateur à l'endroit utile pour que le trou de mine se fore automatiquement.

Dans ce cas, le perforateur n'a pas besoin d'être mù par l'air comprimé, il marche à la vapeur, ce qui est encore économique puisqu'une machine de quatre chevaux,

marchant à l'ordinaire, peut en actionner deux en leur donnant une vitesse moyenne de 700 à 800 coups par minute, que l'on pourrait facilement augmenter, car, aux expériences de démonstration, la machine chauffée à 7 atmosphères, a donné jusqu'à 1200 coups par minute.

Du reste, il ne s'agit pas seulement ici d'une théorie; le perforateur Mac Kean, monté pour les travaux à ciel ouvert, est très employé pour l'exploitation des carrières, pour l'approfondissement des ports, (à Fiume notamment), pour le creusement des canaux, le percement des tranchées de chemins de fer, et nous pourrions citer telle compagnie anglaise « le North Western Railway » qui a employé jusqu'à 60 perforateurs pour les travaux d'établissement de sa ligne.

TRANSPORT DES MATÉRIAUX

Comme nous étudierons plus en détail tous les systèmes adaptés au transport des matériaux quand nous en serons à l'exploitation souterraine, nous ne nous occuperons ici que de ceux qui sont plus spéciaux aux carrières et mines à ciel ouvert.

Les sables et les matériaux de construction, en général, sont ordinairement enlevés au tombereau, mais comme les tombereaux ne peuvent pas toujours pénétrer dans l'intérieur des carrières, les matériaux sont amenés au lieu de chargement, soit par le portage, le brouettage, le trainage ou le roulage.

Le portage, qui n'est plus guère usité que dans certaines carrières de pavés des environs de Paris, se fait sur des crochets à dos d'hommes ou même de femmes, qui ainsi chargées n'ont souvent d'autre chemin que des planches étroites, placées en pentes plus ou moins prononcées, pour relier les différents plans de la carrière.

C'est le mode de transport le plus imparfait, et même le plus coûteux, bien que les femmes qu'on y emploie ne soient pas rétri-

buées en proportion de leurs fatigues, aussi l'abandonne-t-on de jour en jour, et les carrières de la ville de Paris ont adopté le roulage par le porteur Decauville avec wagonnet spécial.

Le brouettage est assez économique dans les exploitations, peu considérables, de sable ou d'argile, mais pour cela il ne faut pas que l'inclinaison des pentes dépasse cinq degrés.

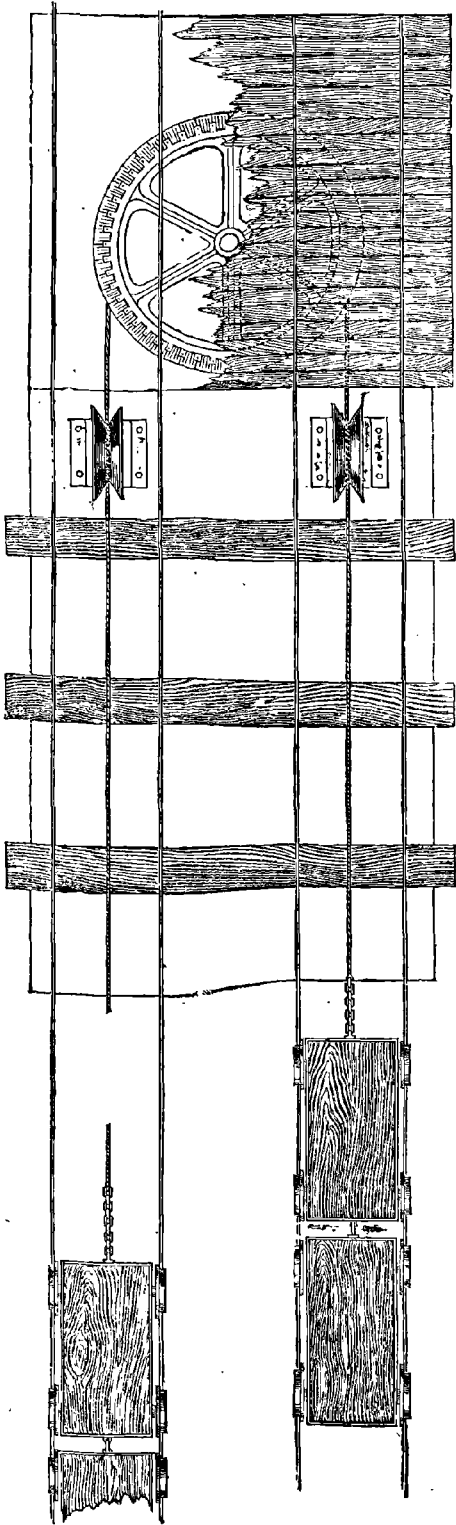
Le *trainage* est effectué par deux ou davantage d'hommes, attelés par des bricoles à de petits chariots à roues ou simplement à patins, pour glisser plus facilement sur le sol.

Quand les pentes sont trop fortes ou le parcours trop long, les traîneurs sont aidés par des pousseurs; quand les uns et les autres ne sont pas remplacés par des chevaux.

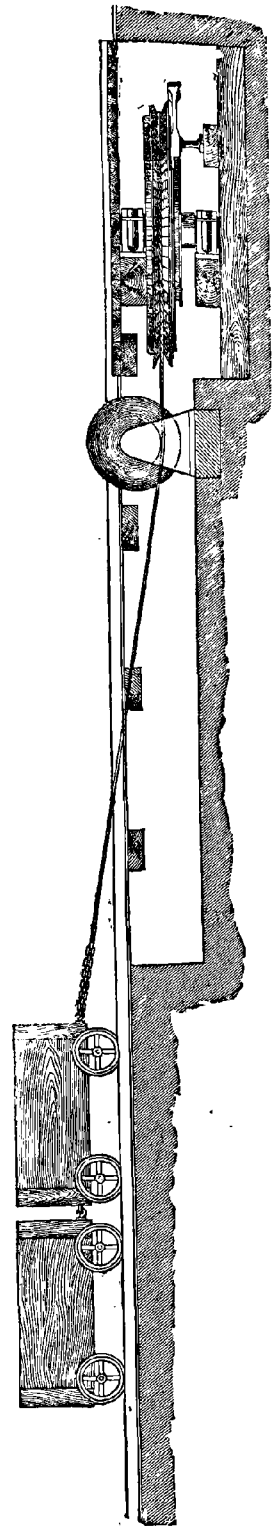
Le roulage, qui consiste à opérer les transports au moyen de wagonnets roulant sur rails de bois ou de métal, tirés par des hommes ou des chevaux, est le système le plus expéditif sur des pentes douces; depuis l'invention des petits chemins de fer portatifs, connus sous le nom de porteurs Decauville, on l'emploie dans toutes les exploitations importantes, partout où l'on peut poser une voie, c'est-à-dire aussi bien à ciel ouvert que dans les galeries souterraines.

Outre les avantages que ce système présente à peu près partout, mais principalement dans les grandes exploitations de minerais de fer, dans les carrières argileuses pour le service des briqueteries presque toujours installées à proximité, et dans les mines de diamant du cap de Bonne-Espérance — puisque, composé de sections de rails il peut changer de place sans frais et sans perte de temps, aussi souvent qu'on veut changer les lieux d'extraction ou les dépôts de déblais — il est pourvu d'un outillage spécial qui assure son succès.

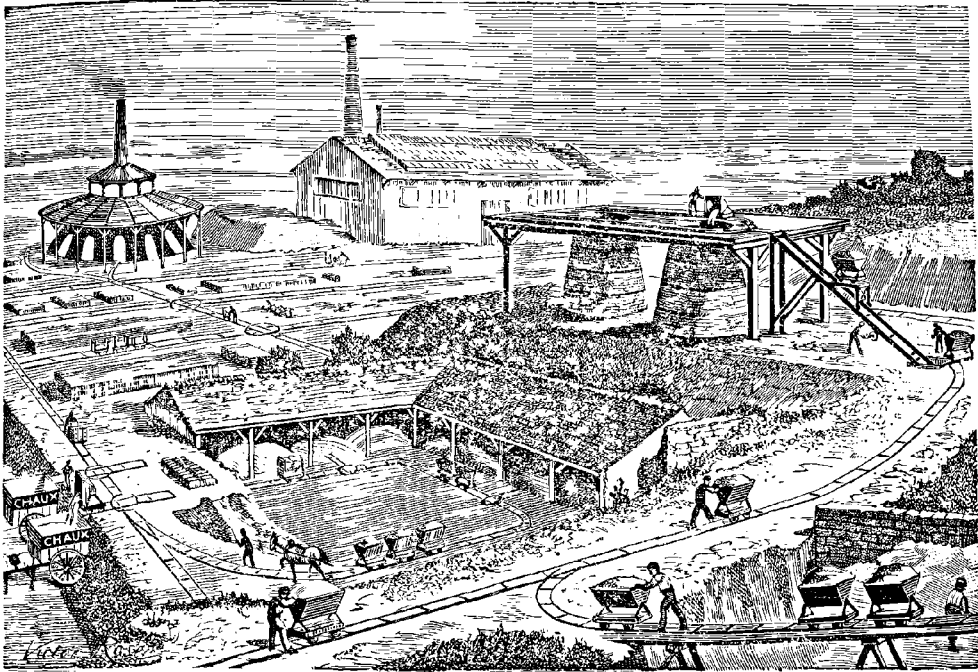
Ainsi les wagonnets, construits sur des types qui diffèrent selon les usages auxquels



Tête de plan incliné. (Vue en plan.)

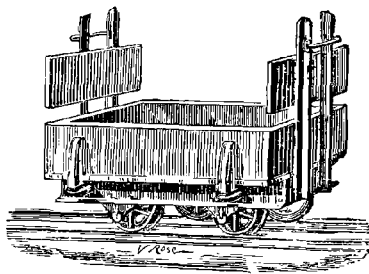


Tête de plan incliné. (Vue de côté.)



Application de porteur Decauville pour les briqueteries.

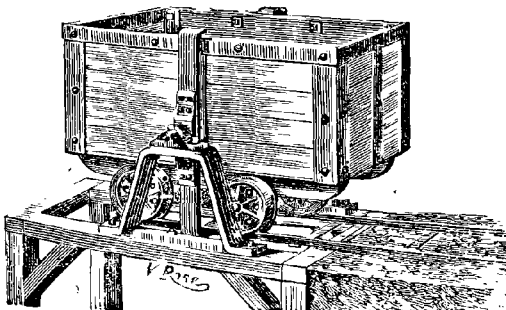
ils sont destinés (autant dire les *berlines*, puisque c'est le nom propre de ces véhicules), arrivent à bout de voie, sur un appareil culbuteur qui permet de les vider presque instantanément soit sur le dépôt des déblais, soit même directement dans des wagons plus



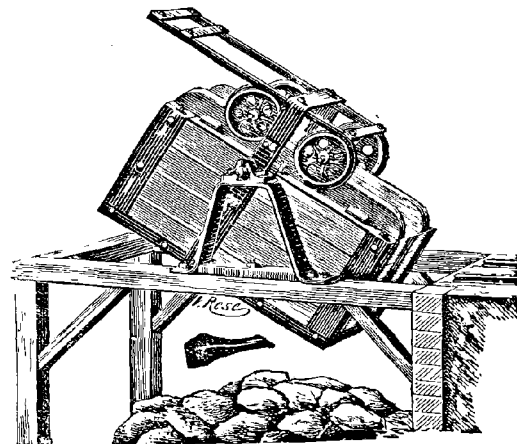
Wagon des carrières de la ville de Paris.

grands si les matériaux doivent être convoyés plus loin.

Ce système n'est pas exclusif, car l'usine de Petit-Bourg fabrique aussi des berlines à bascule, se versant par l'avant, par l'arrière ou par les côtés; selon les besoins de l'exploitation.



Berline Decauville avec culbuteur.



Fonctionnement de l'appareil culbuteur.

Mais, les plus communément employées dans les mines et dans les carrières, sont des caisses à bascule, équilibrées sur deux axes, sans porte ni charnière et qui déchargent d'un seul coup tout leur contenu, sitôt qu'on les pousse du côté opposé.

Pour que ces caisses, qui restent d'ailleurs en équilibre parfait pendant les parcours les plus accidentés, ne se touchent pas par le haut lorsqu'on en attelle plusieurs à la suite l'une de l'autre, on adapte à chaque bout du porteur un tampon central formé d'une bande en fer plat, allant d'un longeron à l'autre et muni d'un crochet anneau. Ce système facilite beaucoup la circulation dans les courbes et présente une élasticité suffisante au tamponnement.

Un système de roulage, fréquemment employé dans les carrières et même dans les mines souterraines; est celui du plan automoteur, mécanisme très simple, en somme, et qui est l'élément primitif des chemins de fer funiculaires.

Il consiste en l'emploi de deux files de wagons, les pleins à l'extrémité d'une corde ou d'un câble métallique, les vides à l'autre et disposés de façon, à l'aide d'une grande poulie et de galets conducteurs; que les wagons pleins en descendant, en vertu de leur poids, remontent les premiers à la galerie de chargement.

Il suffit pour cela que la corde qui les relie ait juste le double de la longueur de la galerie ou du puits incliné à desservir.

Tous les plans automoteurs sont bons, quand ils fonctionnent bien, naturellement; le plus recommandable est celui qu'on fabrique à l'usine de Petit-Bourg parce qu'il est le plus perfectionné et qu'il fonctionne avec le plus de sécurité.

M. Decauville emploie comme agent principal une poulie à mâchoires, qui a sur les poulies à surface plane, l'avantage de répartir également sur la partie du câble, en contact avec le fond et les côtés de la gorge de la poulie; l'effort exercé par la traction

sur le câble et qui tend constamment à l'aplatir.

D'où, moins d'usure et par conséquent meilleure conservation du câble.

Cette poulie n'est pas, d'ailleurs, très compliquée.

Elle se compose de deux parties: la partie supérieure est une roue de fonte sur le pourtour extérieur de laquelle se trouve une série de gorges et de collets en fonte coulés en coquille afin d'être plus résistantes à l'usure. Dans chaque gorge on place une éclisse mobile sur un axe fixé sur les deux collets adjacents.

La seconde partie, qui se visse en saillie sur le pourtour intérieur de la première; est une bague, munie également de gorges et de collets alternatifs, supportant les éclisses de la partie inférieure de la machine

Cette bague est fixée sur la roue de fonte au moyen de boulons et d'écrous, qui permettent de faire varier la distance entre les axes des deux séries d'éclisses, selon le diamètre du câble dont on veut faire usage.

De sorte que le pincement des mâchoires sur le câble est progressif et proportionnel à la tension, et plus le câble s'engage dans la mâchoire; c'est-à-dire, plus le point de centre du câble se rapproche de la ligne passant par les axes des éclisses contre lesquelles elle s'appuie, plus l'action des mâchoires est énergique.

On comprend aussi qu'avec ce système la forme et la régularité du câble ne sont jamais altérées, mais comme malgré tout il peut se casser, on prévoit les accidents qui pourraient en résulter, à l'aide d'un frein puissant, fixé sur l'arbre de la poulie.

Ce frein, qui peut arrêter presque instantanément le mouvement, en cas de rupture du câble sur une voie, et empêcher ainsi la descente d'un wagon sur l'autre, permet en outre à l'ouvrier chargé de la manœuvre, de modérer ou d'activer le mouvement, à sa volonté, avec la plus grande facilité.

Il y a aussi les chemins de fer aériens, employés dans tous les cas où le chemin de fer terrestre n'est pas possible, soit qu'il y ait des pentes trop considérables à franchir, soit qu'il faille traverser une vallée ou même une rivière ; ce qui se fait sans difficultés.

Ce système fut connu d'abord sous le nom de chemin de fer à la Palmer (nom de son inventeur) et un certain nombre d'applications en ont été faites en Angleterre et en France, et notamment, pour ne parler que de mines, dans les houillères de Rivede-Gier.

Le chemin à la Palmer consiste en un rail posé sur une longrine fixée à des poteaux plus ou moins élevés ; sur ce rail se meut une roue à gorge, maintenue dans la position verticale par un appareil en charpente qui ressemble exactement au bât qu'on charge sur les bêtes de somme et dont les deux caisses contiennent les matériaux qu'il s'agit de transporter.

Les chemins de fer aériens d'aujourd'hui sont bien plus simples et surtout bien moins coûteux, ils sont nés du besoin qu'on éprouva d'abord de transporter des déblais inutiles, d'un côté à l'autre d'une carrière.

Comme il importait d'opérer d'une façon économique, on tendit un câble en travers de la carrière, et, copiant le procédé employé pour les bacs qui servent à traverser les rivières ; avec trois poulies assemblées en triangle, on fit une chape à laquelle on suspendit une sorte de nacelle destinée à transporter les matériaux, et dont on régla la course avec une corde attachée à chacune de ses extrémités.

Tel est le principe des chemins aériens qui sont aujourd'hui si perfectionnés, qu'on en pourrait citer nombre de systèmes.

Nous n'en citerons que trois : le système Hodgson, comme le premier en date, le système Otto, que construit la société Humboldt et le système Bleichert, dont le brevet est exploité en France par M. Weidk-

necht ; ces deux derniers comme les plus modernes et les plus employés.

Le système Hodgson, appliqué d'abord au transport du granit des carrières de Bardou Hill au chemin de fer (distant de plus d'une lieue) est un câble métallique sans fin, reposant sur des poteaux placés à cinquante mètres les uns des autres, et mis en mouvement au moyen de poulies par une machine à vapeur.

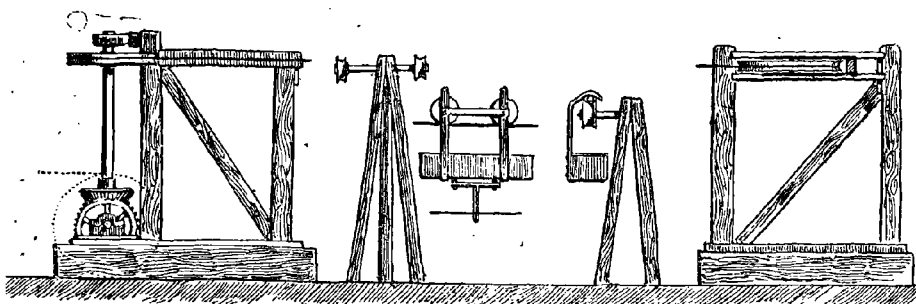
A ce chemin aérien qui marche, il suffit de fixer, par des crampons, un certain nombre de caisses chargées, pour que les matériaux qu'il s'agit de transporter se rendent à destination.

Les autres systèmes ne diffèrent de celui-là que par l'implantement plus ou moins économique des poteaux de soutènement, la disposition des poulies extrêmes, et des galets que portent les poteaux pour laisser glisser le câble, et surtout par les moyens de suspension au câble des caisses transporteuses.

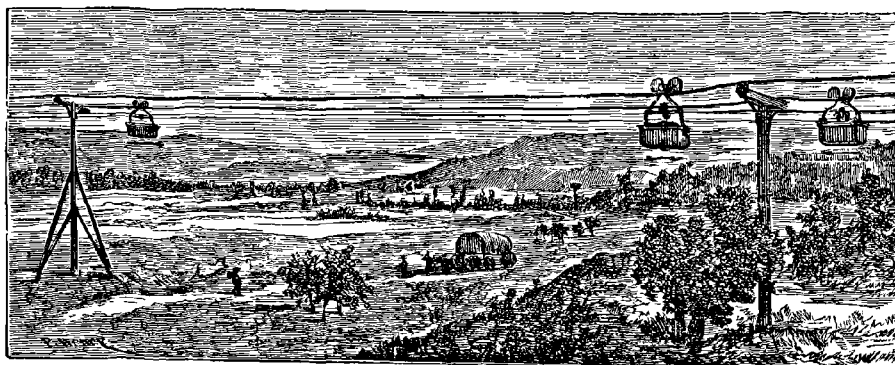
Ainsi dans le système Bleichert, dont notre gravure donne l'ensemble, le chemin naturellement à double voie, puisqu'il s'agit d'un câble sans fin, est consolidé par deux cordes qui passent au-dessous de la traverse porte-galets du poteau et sur lesquelles les caisses glissent au moyen des poulies dont elles sont munies ; ce qui diminue considérablement le poids imposé aux câbles moteurs, et leur laisse toute leur liberté de transmission.

Ces chemins aériens qui ont déjà reçu plus de deux cents applications en Europe : tant pour le transport des matériaux de construction, de déblais et de remblais, de tuiles, briques, farines, et nombre de produits manufacturés, sont employés dans les mines et carrières en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, en Espagne, en Italie, en Russie et en Suède, aussi bien et même plus qu'en France où ils fonctionnent notamment aux houillères et fonderies de Decazeville.

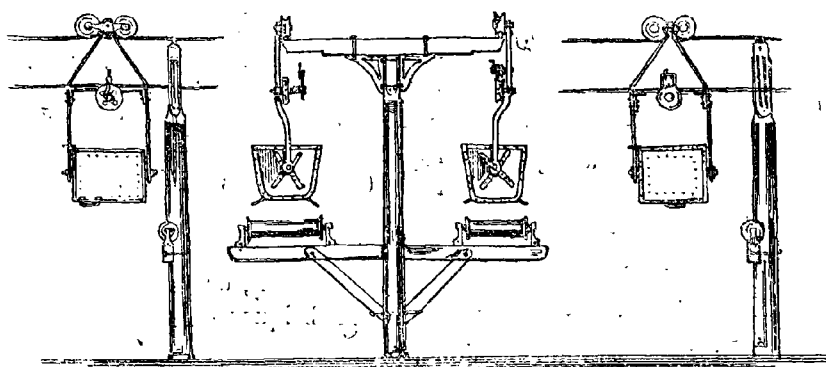
Dans le système Otto, également très répandu surtout à l'étranger, la même combinaison se présente, mais en sens inverse : chaque voie se compose aussi de deux câbles superposés. La corde-rail qui est fixe, et sur laquelle



Chemin de fer aérien. (Système Hodgson, détail des appareils.)



Chemin de fer aérien. (Système Bleichert.)



Chemin de fer aérien. (Système Otto, détail des appareils.)

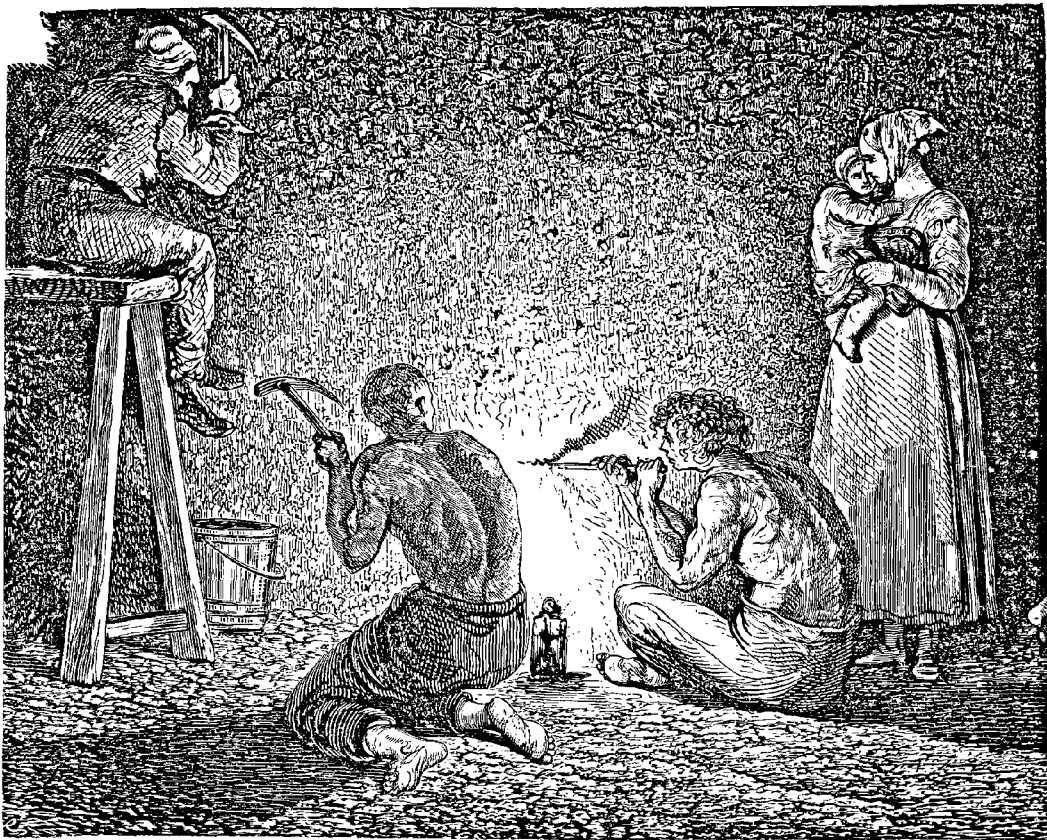
court la caisse, suspendue par des tiges de fer très légères à un système de deux poulies jumelles, qui augmente son assiette et permet de lui donner une capacité de deux hectolitres et demi. Et la corde motrice, chaîne sans fin qui

donne le mouvement aux caisses, par l'intermédiaire du disque ou des galets dont leur encadrement est muni.

En outre, ces caisses sont montées sur leurs supports de façon à ce que leur déchargement soit fait par un simple mouvement de bascule, qui s'obtient en retirant la clavette tenant la caisse en équilibre.

Le chargement se fait aussi très facilement grâce aux rouleaux protecteurs installés juste sous les caisses, sur des traverses adaptées aux appuis tête de ligne.

Nos petits dessins, compléteront l'idée de ce système, qui, en dehors de son utilité pratique, se recommande encore par une certaine élégance.



Mine de houille. — Intérieur d'une galerie.

EXPLOITATION SOUTERRAINE

L'exploitation souterraine est la seule possible pour les matières qui gisent en filons ou en couches plus ou moins inclinées.

On est même presque toujours obligé d'y avoir recours pour les couches horizontales; et la plupart des exploitations commencées à ciel ouvert s'achèvent souterrainement,

Liv. 63.

lorsque les carrières ont atteint une profondeur telle qu'il ne serait plus possible de maintenir les parois des excavations trop considérables, encore moins de monter économiquement à la surface les matières qu'il s'agit de mettre en valeur.

Avant de nous occuper des procédés d'extraction, qui varient selon la composition, la disposition et la puissance des gîtes, nous

63

allons dire quelques mots des différents minerais, exploités souterrainement, qui se distinguent d'abord en deux classes :

Les minerais carbonifères qui fournissent le combustible, et les minerais métallifères qui sont la matière première des métaux,

MINERAIS CARBONIFÈRES

Les premiers comprennent les différentes espèces de houille, l'anhracite, le lignite et même le bitume ; bien que ce ne soit pas absolument un combustible.

La houille, comme tous les charbons fossiles, du reste, se compose essentiellement d'un élément fixe : le carbone, mélangé en proportions variables à trois éléments gazeux : l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, d'où de nombreuses sortes de houilles qui se rencontrent quelquefois dans les mêmes bassins, voire dans les mêmes gisements et qu'on a classé selon leurs caractères généraux, en cinq catégories, savoir :

1° *Houilles maigres anthraciteuses*, qui brûlent sans flamme ou avec une flamme très courte; s'allumant assez difficilement elles ne donnent de bons résultats qu'employées en grandes masses, comme dans les briqueteries, verreries, fours à chaux, etc.

2° *Houilles demi-grasses*, dont la flamme assez courte mais blanche et non fuligineuse répand une légère odeur de goudron ; elles sont très recherchées pour le chauffage bourgeois.

3° *Houilles grasses marécales*, qui brûlent avec une flamme assez longue et toujours fuligineuse. Ce sont celles qui produisent le plus de fumée et cette fumée répand une odeur de goudron très prononcée, aussi ne conviennent-elles bien que pour les forges depuis celles de l'artisan jusqu'à celles de grandes usines métallurgiques.

4° *Houilles grasses à longue flamme*, bonnes pour la grille, mais employées de préférence à la fabrication du gaz, non seulement parce que le gaz qu'elles produisent est le plus

éclairant de tous, mais encore à cause de la qualité supérieure du coke qui en résulte.

5° Les *houilles maigres à longue flamme*, excellentes pour l'alimentation des chaudières à vapeur et en général des appareils qui ne demandent pas une température très élevée.

Les combustibles minéraux se rencontrent presque toujours par bancs ou couches superposées, séparées entre elles par d'autres couches soit de grès houiller, de schiste houiller ou de calcaire houiller. Ces couches, dont l'épaisseur est variable, sont quelquefois très nombreuses dans les mêmes localités. Ainsi à Valenciennes on en a reconnu onze ; à Saint-Étienne, il y en a 13 ; à Aniche, 24 ; à Fimfkirchen, 25 ; dans les mines de Silésie, 35 ; à Newcastle, 40 ; à Sarrebruck, 77 ; à Charleroi, 80 ; en Westphalie, 90 et plus de 100 dans le bassin de Mons.

La houille n'est très répandue que dans l'hémisphère boréal. Les États-Unis d'Amérique en ont des gisements immenses, dont on évalue la surface à cent mille kilomètres carrés ; c'est-à-dire près de quatre fois plus qu'en Europe, où on la rencontre surtout en Angleterre, en Belgique, en France et en Prusse bien qu'il y ait quelques exploitations importantes en Russie, en Autriche et même en Espagne.

La grande Bretagne compte une vingtaine de bassins, dont les deux plus considérables sont celui de Newcastle ; qu'on peut considérer comme le berceau de l'industrie houillère, et qui a une longueur de 77 kilomètres sur 22 de large ; et celui du pays de Galles, long de 120 kilomètres sur une largeur moyenne de 60.

La Belgique, qui vient après, a cinq bassins : Mons, le Centre, Charleroi, Namur et Liège qui, en y regardant bien, n'en forment qu'un seul, se prolongeant à l'est jusqu'aux environs d'Aix-la-Chapelle et au midi dans nos départements du Nord et du Pas-de-Calais. Ce bassin houiller, le plus riche du continent, aurait alors une lon-

gueur de 400 kilomètres sur 10 à 15 de largeur.

La houille est exploitée en France dans 40 bassins mais tous d'une médiocre étendue, puisqu'ils sont repartis sur 30 départements. Le plus considérable est le bassin de Valenciennes (mines d'Anzin).

Viennent ensuite par ordre d'importance ceux : de Saint-Etienne et Rive-de-Gier (Loire et Rhône); d'Alais (Ardèche et Gard); de Commentry (Allier); du Creuzot et Blanzay (Saône-et-Loire); d'Aubin et Decazeville (Aveyron); d'Ahun (Creuse); de Graissessac (Hérault); de Carmaux (Tarn); de Ronchamps et Champagny (Haute-Saône); de Brassac (Puy-de-Dôme et Haute-Loire); de Saint-Eloy (Puy-de-Dôme); d'Epinac et Autun (Saône-et-Loire); de Decize (Nièvre), etc.

La Prusse compte trois bassins houillers considérables : celui de la Rurh, ou de Westphalie, qui n'est que le prolongement de la zone houillère de Belgique; celui de la Haute-Silésie, qui prend une importance exceptionnelle de sa situation relativement orientale; et celui de Sarrebruck, dans la vallée de la Sarre, qui a une superficie de près de 3,000 kilomètres carrés.

En Asie, la houille n'est encore exploitée qu'en Chine, au Japon et dans le Bengale.

En Afrique, on n'en connaît qu'un seul gisement, dans la colonie de Natal, de même qu'en Océanie, où le seul bassin houiller est dans la Nouvelle-Galles du Sud (Australie).

L'*anthracite*, qu'on appelle quelquefois houille éclatante à cause de son éclat métalloïde, est un carbone presque pur (95 pour cent sur 2,55 d'hydrogène et 2,45 d'oxygène et d'azote) qu'on rencontre soit en amas très irréguliers, soit en couches peu épaisses mélangées avec des couches de schiste, de grès, ou de calcaire houiller.

Il n'est guère commun qu'en Amérique, où il gît dans les houillères, à ce point que presque toutes les mines des États-Unis

produisent des houilles plus ou moins anthraciteuses.

En Europe, les principales exploitations sont dans le pays de Galles (Angleterre), en Saxe, en Bohême, et en France dans les départements de la Mayenne, de la Sarthe, de Maine-et-Loire, de l'Isère et de la Savoie.

Le *lignite*, qui, comme son nom l'indique, est la décomposition plus ou moins parfaite de tiges de végétaux et même de bois, ce qui fait qu'il prend plusieurs noms :

Lignite fibreux, dans lequel il est souvent facile de reconnaître encore des fragments de troncs, de branches ou de racines qui le composent.

Lignite terreux, composé d'un mélange de charbon et de matières terreuses.

Lignite parfait, qui est un charbon d'un beau noir luisant et souvent assez dur pour pouvoir être travaillé ou poli; dans ce cas, il devient le *jais* ou *jayet*.

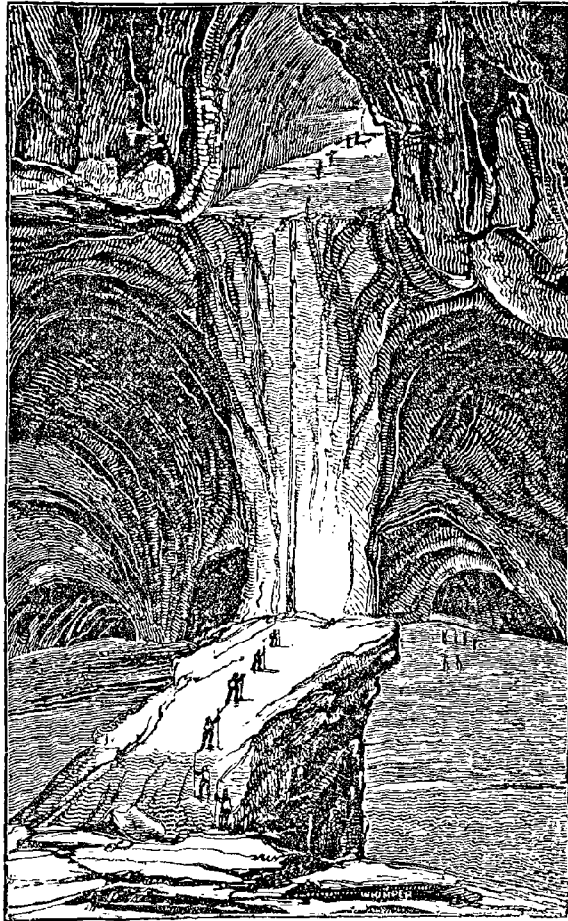
Celui-là est le plus rare de tous; car on ne le trouve guère qu'en Espagne, dans le comté de Sussex, en Angleterre, et à Sainte-Colombe-sur-l'Hers, dans le département de l'Aude; tandis que les autres lignites se rencontrent assez communément, en Allemagne, en Angleterre, en Russie, en Italie, dans l'Asie, dans l'Amérique du Nord, en Tasmanie et à la Nouvelle-Zélande sans compter la France, où on l'exploite dans 14 départements et notamment dans les Bouches-du-Rhône, le Gard, la Haute-Saône, les Basses-Alpes, les Vosges, le Vaucluse, la Haute-Savoie et les Hautes-Pyrénées.

Notons en passant que dans la plupart des cas, le lignite s'exploite à ciel ouvert, comme les terres alumineuses dont il fait d'ailleurs partie, lorsque, à l'état terreux, il renferme des pyrites de fer; ce qui fait que, en certains pays, on l'emploie pour la fabrication de l'alun et de la couperose verte, comme dans d'autres on en fait une couleur brune, connue sous les noms de terre d'ombre, terre de Cologne, terre de Cassel.

Le bitume ou plutôt les bitumes, car il y en a de nombreuses variétés, sont essentiellement composés de carbone et d'hydrogène, quelques-uns contiennent aussi de l'oxygène, mais dans tous, en somme, se trouve un corps solide très carburé, mélangé au carbone avec des huiles qui se volatilisent à l'air.

D'où il y a des bitumes solides, visqueux, ou liquides.

La science appelle les premiers *asphaltes*, les seconds *malthe* ou *pissalphate*, et les troisièmes *pétrole* : il est vrai que l'industrie, gardant le nom de bitume pour désigner le principe des matières bitumineuses, ne donne le nom d'asphalte qu'aux sables quar-



Mines d'argent de Potosi. (Bolivie.)

tzeux, qu'aux roches calcaires ou schisteuses, imprégnées de bitume et qui s'exploitent principalement au Val-Travers, près de Neuchâtel, en Suisse ; et à Seyssel, dans le département de l'Ain.

Quant au bitume proprement dit, il se rencontre de différentes façons, quelquefois à

l'état pur, comme en Judée où il surnage sur les eaux de la Mer-Morte, qu'on appelle à cause de cela lac Asphaltite.

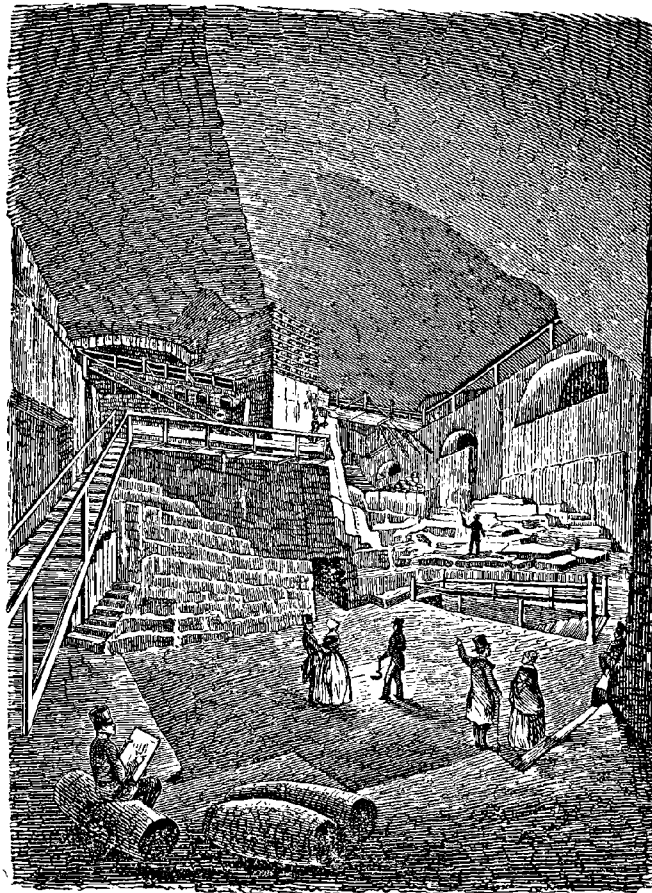
Quelquefois, comme à l'île de la Trinité (aux Antilles), sur le fond d'anciens lacs desséchés, en masses solidifiées par l'évaporation des huiles.

Et quelquefois encore, comme aux environs de Montpellier et de Clermont-Ferrand, en gouttes visqueuses qui s'échappent des rochers.

Le pétrole, qui s'exploite d'une façon spéciale, puisqu'en certains pays, notamment l'île de Zante, la Sicile, les environs de Bakon en Russie, il s'échappe naturelle-

ment du sol pour former des sources où l'on n'a que la peine de le puiser; est surtout abondant dans l'Amérique du Nord, puisque les deux tiers du pétrole du commerce proviennent de la Pensylvanie, de la Virginie occidentale et de la vallée d'Ennis-killen dans le haut Canada.

Là, il gît sous terre à des profondeurs



Mines de sel de Bochnia. (Chambre de l'empereur François.)

plus ou moins grandes, et on l'exploite en forant des puits, qui sont presque toujours jaillissants d'abord, mais dans lesquels il suffit d'installer des pompes pour faire monter le pétrole à la surface du sol, où des tonneaux le reçoivent au sortir de la pompe.

La seule difficulté consiste dans le forage des puits, qui atteignent quelquefois jusqu'à

200 mètres de profondeur; mais, comme nous avons déjà décrit cette opération, nous n'y reviendrons pas.

MINÉRAIS MÉTALLIFÈRES

Les minerais métallifères qui s'exploitent en mines proprement dites, sont, outre le fer, l'or, le platine et autres métaux dont

nous avons déjà parlé; parce que, si on les rencontre quelquefois en filons, ils se trouvent plus communément dans les sables et terrains d'alluvion.

L'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le zinc, le mercure, l'antimoine, le nickel, le cobalt, le bismuth et l'arsenic.

L'argent se trouve : soit à l'état natif; soit en combinaison avec le chlore, le soufre, l'iode, le brôme, l'antimoine, l'arsenic, le sélénium, le tellure et le mercure; soit encore mélangé, mais en très petites quantités, à des minerais de cuivre et de plomb, qu'on appelle alors argentifères.

Il s'ensuit des noms divers donnés aux minerais exploités.

L'*argent natif* se rencontre presque toujours dans des gîtes étrangers, soit en petits cristaux, en dendrites, en filaments qui pénètrent des matières pierreuses, soit disséminé en parcelles imperceptibles dans des argiles ferrugineuses qu'on appelle *colorados* au Mexique, *pacas* au Pérou et *terres rouges* en France.

Quelquefois cependant il git seul et en masses assez considérables, comme à Kongsberg, en Norvège et dans quelques mines du Haut-Pérou, de Sibérie, de Saxe et du Hainovre, où on le trouve en pépites et en blocs plus ou moins gros.

On en a extrait, on en extrait encore dans les mines de Potosi, au Pérou, et de Kongsberg, qui pèsent jusqu'à 100 kilogrammes, quelquefois plus. A la vérité, on ne trouve plus de blocs comme celui de 100 quintaux, tiré au xv^e siècle d'une mine des environs de Schneeberg (Saxe), car le plus remarquable de notre siècle, qui fut extrait de la mine de Kongsberg en 1834, ne pesait que 7 quintaux.

L'*argent sulfuré* ou *argyrose*, que les mineurs appellent *argent noir* à cause de sa couleur, est le minerai qui fournit la plus grande partie de l'argent livré au commerce; à l'état le plus pur, il contient 86 parties et demie d'argent sur 13 et demie de soufre.

Les exploitations les plus considérables sont celles de Guanaxato et de Zacatecas au Mexique, de Marienberg, Freyberg, Annaberg, et Schneeber en Saxe, de Potosi au Pérou, de Kongsberg en Norvège, de Joachimsthal en Bohême et de Schemnitz et Kremnitz en Hongrie.

L'*argent chloruré* ou *kerargyrite*, qu'on appelle aussi *argent corné* à cause de son aspect qui rappelle la corne, contient 76 pour cent d'argent et 24 de chlore, il se trouve surtout dans les mines de Zacatecas et Catorce, au Mexique; de Pasco et Huantahaja au Pérou; et de Chanarcillo, Huasco et Arqueros au Chili.

Les autres combinaisons de l'argent, comme l'*argent antimonial*, l'*argent arsénical*, l'*argent antimonie sulfuré*, l'*argent sulfuré arsénié*, soit en quelque sorte accidentelles, et les minerais de ces natures sont assez rares. On trouve cependant à Guadacanal, dans l'Estramadure, un gisement assez considérable d'argent arsénical, et à Freyberg en Saxe, de l'argent antimonie sulfuré, en quantité assez notable pour former la presque totalité du gîte.

Quant aux minerais qui contiennent l'argent en petite quantité et qu'on appelle complexes, parce que leurs gangues sont des matières utiles, il n'y en a que trois qui sont exploités comme minerais d'argent.

Ce sont d'abord :

Le *cuivre gris*, qu'on appelle aussi *argent gris*, parce qu'il renferme jusqu'à dix et même quelquefois 15 pour cent d'argent; on le trouve en abondance dans les mines de la Saxe, de la Hongrie et de la Transylvanie.

La *galène* (plomb sulfuré) qui est presque toujours argentifère; il est vrai que la proportion d'argent ne dépasse presque jamais trois pour cent et qu'elle est souvent moindre.

Malgré cette pauvreté, qui n'est qu'apparente eu égard à la valeur intrinsèque de l'argent, la galène est traitée comme minerai d'argent, partout où l'on exploite le

plomb, et en France notamment, à Poul-laouen et Huelgoat (Finistère) à Pontgibaud (Puy-de-Dôme), à Villefort et Vialas (Lozère), à Pompéan (Ille-et-Vilaine), etc., etc.

Et le *mispickel*, autrement dit fer *arsénieux* ou *pépîte arsenicale*. Cette matière contient rarement plus d'un pour cent d'argent, ce qui ne l'empêche pas d'être traitée comme minerai : en Saxe, en Hanovre et dans les autres contrées de l'Allemagne où on la trouve en notables quantités.

Le cuivre se trouve, soit à l'état natif, soit en parties plus ou moins considérables dans vingt-trois minerais différents, mais on n'en exploite que sept.

Le *Cuivre natif* se rencontre en grains isolés, ou en lamelles d'épaisseurs variables, dans presque tous les gîtes cuprifères, il a cependant des gisements spéciaux, où il se trouve en masses considérables, notamment à Corocaro, dans la Bolivie, et surtout dans l'État de Michigan, dans l'Amérique du Nord, où une seule mine produit annuellement près de trois mille tonnes de métal.

Le *Cuivre pyriteux*, le plus répandu de tous, puisqu'il fournit au commerce les deux tiers de la consommation, est un composé d'environ 35 parties de cuivre, 35 de soufre et 30 de fer, les mineurs l'appellent *Cuivre jaune* à cause de sa couleur.

On le rencontre tantôt en filons, en veines, en veinules, tantôt en amas, ou en rognons, mais presque toujours accompagné d'autres minerais de cuivre, de plomb, de fer ou de zinc.

Les exploitations les plus considérables sont au Chili, où l'on compte plus de 1.600 mines occupant 20.000 ouvriers, dans les comtés de Cornouailles et de Devon en Angleterre; en Norvège (mines de Loraas), en Suède (mines de Fahlun, Garpenberg, et Nya Kopparberg), en Hanovre (mines du Rammelsberg), en Saxe (mines de Kurprinz, près de Freiberg), en Italie (à Monte Catini,

près de Volterra) et dans la Russie ouralienne.

En France, il y a quelques gisements, notamment à Chessy, à Sainbel (Rhône), à Baigorry (Basses-Pyrénées), et à Langeac (Haute Loire), mais ils ne sont pas assez puissants pour être exploités avantageusement.

Le *Cuivre sulfuré*, appelé aussi *chatcoome* est une combinaison de cuivre (au maximum 79 pour cent) avec du soufre. On le trouve presque toujours mélangé avec des sulfures d'argent, en quantités considérables dans l'Oural et dans l'Altaï, en Russie, et moins abondamment, en Hongrie, en Saxe et dans le comté de Cornouailles. La couleur de ce minerai est d'un gris plus ou moins noirâtre.

Le *Cuivre panaché*, ainsi nommé à cause des plaques rouges ou bleues qui panachent le plus souvent sa couleur jaune bronze violacé, mais qu'on appelle aussi *phillipsite*, est un sulfure de cuivre et de fer, dans lequel le cuivre domine (60 pour cent).

On le rencontre dans presque tous les gîtes cuprifères de Suède, du Cornouailles et du Chili, mais il n'est exploité spécialement qu'au Monte Catini, en Toscane.

Le *Cuivre oxydulé*, minerai rouge, teinté de gris, est un composé de 88 parties 1/2 de cuivre et de 11 1/2 d'oxygène, qui se trouve dans beaucoup de gîtes cuprifères, mais qui n'est assez abondant pour donner lieu à une exploitation spéciale que dans quelques mines du comté de Cornouailles.

Le *Cuivre gris*, dont nous avons déjà parlé, et qui s'exploite comme minerai d'argent. Les gisements les plus considérables qu'on en connaisse sont en Algérie, au col de Mouzaïa.

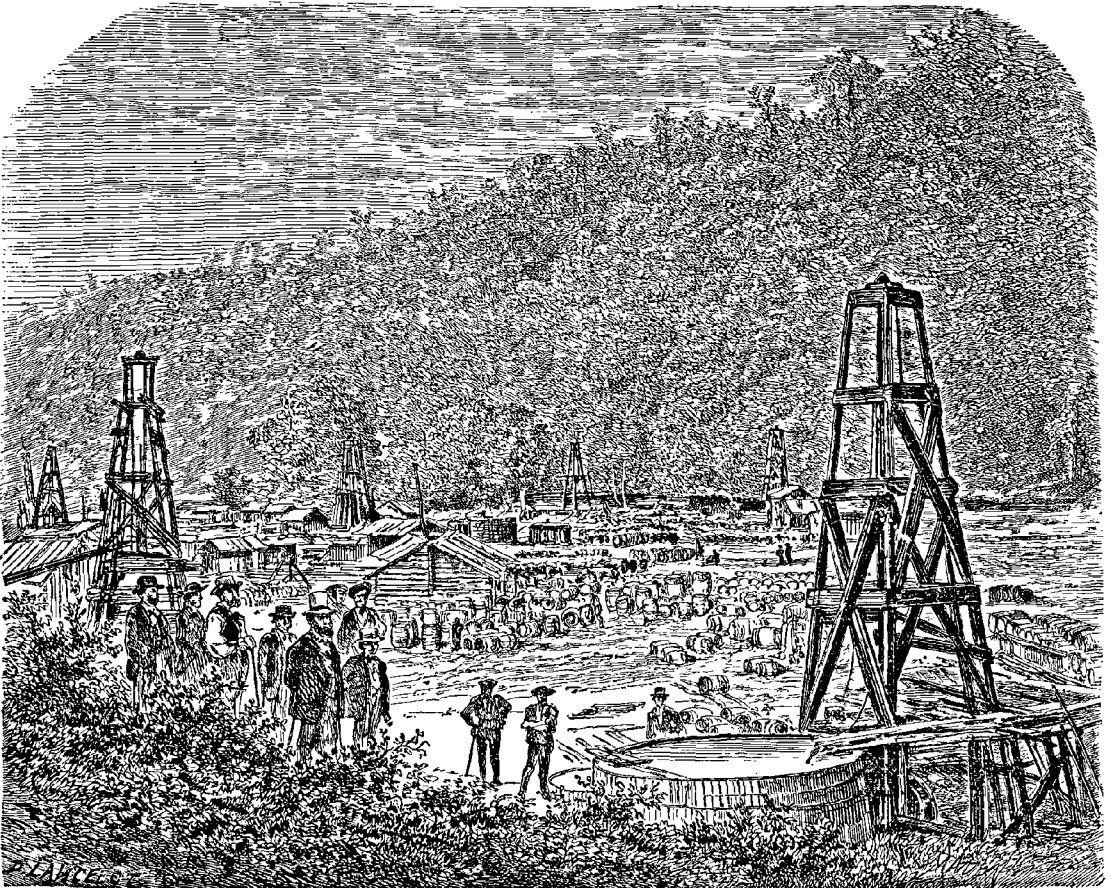
Le *Cuivre carbonaté bleu*, qu'on appelle *azurite*, n'a point d'exploitation spéciale parce qu'on ne le rencontre que dans les filons cuprifères; on en pourrait tirer 55 pour cent de cuivre mais on se garde bien

de l'extraire des cristaux d'un certain volume, car il a bien plus de valeur comme pierre fine.

C'est aussi le cas du *Cuivre carbonaté vert*, qui n'est autre que la *malachite*, mais qui a cependant des gisements spéciaux, très

rare, il est vrai, puisqu'on n'en a encore trouvé qu'en Sibérie et au Sénégal.

L'étain n'existe pour ainsi dire pas à l'état natif (on ne l'a rencontré en fragments qu'en Bolivie et à la Guyane française);



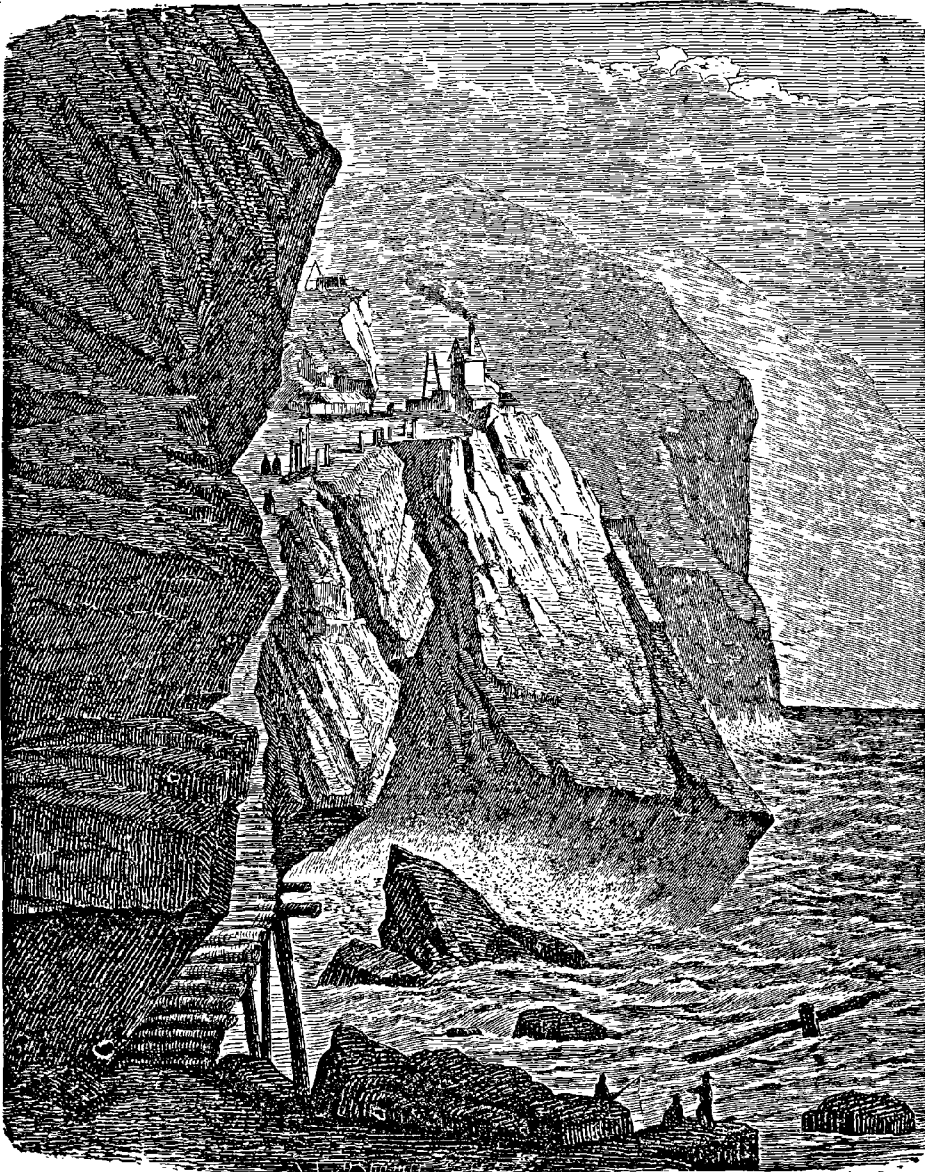
Extraction du pétrole. — Puits Woodford et Philipp (Pensylvanie).

il provient d'un seul minéral, le *Cassitérite* composé de 78 parties d'étain et de 22 d'oxygène, dont la couleur varie depuis le brun rougeâtre jusqu'au gris clair en passant par la gamme des rouges et des jaunes, selon la nature des gîtes où on le rencontre; car il y a l'étain de roche provenant de filons, de veines, ou de veinules et l'étain d'alluvion qu'on trouve en grains

dans certains sables et terrains de transport.

Les mines d'étain ne sont pas nombreuses, bien que le minéral ne soit pas rare, mais il se présente toujours, comme en France, dans la Loire-Inférieure, le Morbihan, la Haute-Vienne et la Creuse, en quantités trop minimes pour être exploitées avantageusement.

Les plus abondantes sont aux Indes, dans la presqu'île de Malacca, et dans les îles de Jeng, Ceylan et de Banda, mais les plus célèbres sont celles de Cornouailles qui s'étendent en certains endroits jusque sous la mer.



Mines du cap Lend Shen en Cornouailles. — Cuivre et étain.

En deuxième ligne, citons les mines de Suède, de la Saxe, de la Bohême et des districts mexicains de Zacatécas et de Guanaxato.

LIV. 64.

Le plomb s'extrait presque en totalité (99 pour cent de la consommation) de la galène, plomb sulfuré, qui ne contient que 15 pour cent de soufre; mais il se trouve

64

néanmoins dans trois autres minerais. Le plomb *carbonaté* ou plomb blanc, qui est la céruse naturelle, le plomb *phosphaté* ou plomb vert, et le plomb *sulfaté* qu'on ne rencontre, du reste, que dans les gîtes de galène, à l'exception pourtant de ce dernier qui est dominant dans la mine de Berncastel (vallée de la Meuse).

Quant à la galène, qui est presque toujours argentifère, ce qui ne l'empêche pas d'être accompagnée de blende, de pyrites de fer, de sulfate de cuivre, de fer arsenical et autres minerais, elle se trouve en abondance en Angleterre, en Espagne, en Prusse, en Silésie, dans le Harz, la Saxe, la Hongrie, la Bohême, la Carinthie, les États-Unis, l'Amérique du Sud, et en France, notamment à Poullaouen et Huelgoat (Finistère), à Pontgibaud (Puy-de-Dôme), à Vialas et Villefort (Lozère); mais les gisements les plus riches sont en Suède, où l'on cite surtout les mines de Kongsberg et de Sala.

Le zinc provient de deux minerais : la *calamine* ou zinc carbonaté (64 pour cent), *blende* ou zinc sulfuré (66 pour cent); il y a bien encore le *zinc silicaté* qui se rencontre presque toujours dans les gisements de calamine, mais cette matière étant irréductible par le charbon et les moyens connus, elle est considérée comme gangue sans valeur, malgré qu'elle renferme quelquefois jusqu'à 55 pour cent de zinc.

La *calamine*, qui fournit plus des quatre cinquièmes de la production du zinc, est presque toujours associée avec du carbonate de magnésie, de fer ou de manganèse (ce qui fait qu'elle est plus ou moins blanche ou jaunâtre). On la rencontre quelquefois en filons, mais plus souvent en couches ou en amas, notamment dans la vallée de la Meuse, (mines de la Vieille-Montagne et de la Nouvelle-Montagne), dans la Prusse, entre Reuthen et Tarnowitz (mines de Haute-Silésie), en Westphalie, près d'Iserlohn, en Espagne, à Santander, puis en Suède, en

Italie, dans la Pologne russe, et en France aux environs de Figeac (Lot), d'Alais (Gard), et de Seintein (Ariège).

La *blende* est un minerai assez commun dans les autres gîtes métallifères, ce qui fait que sa couleur varie du jaune verdâtre au rouge et même au noir, selon les matières auxquelles elle est associée, mais souvent trop disséminée pour être exploitée.

Elle a cependant des gisements spéciaux notamment en Suède, près d'Askersund, en Angleterre, dans l'île de Man, et dans quelques comtés méridionaux, et en France à Pompéan (Ille-et-Vilaine) et à Pierrefitte (Hautes-Pyrénées).

Elle est exploitée plus généralement avec la calamine, qu'elle accompagne presque toujours dans ses gîtes.

Le mercure, l'un des métaux les plus rares, se rencontre soit à l'état natif, soit en combinaisons avec le chlorure, l'argent, l'iode et le sélénium, mais toujours en quantités trop minimes pour être exploités et on ne peut l'extraire avantageusement que du minerai qu'on appelle le *cinabre* et qui est sa combinaison, à 86 pour cent, avec le soufre.

Le *cinabre* se rencontre soit en filons ou en amas, dans les terrains sédimentaires : soit en parcelles et accompagné alors de pyrites de fer ou de cuivre, dans des schistes argilobitumineux ou dans des calcaires compactes. Sa couleur est le rouge cochenille, diversement nuancé,

On en trouve en France, à la Mure et à Allemont dans l'Isère, aussi bien qu'à Meildot dans la Manche et sur plusieurs points de l'Algérie, mais en trop petites quantités pour être exploitable ; les vraies mines sont en Espagne, à Almaden et à Mières, près d'Oviedo, en Carniole, à Idria dans la Bavière Rhépane à Moschel-Lansberg, et en Californie, mines de New-Almaden, de New-Idria, d'Enriquetta et de Redington.

Il y a bien aussi des exploitations en Toscane, en Vénétie, en Hongrie, en

Westphalie, en Styrie, en Carinthie, en Bohême, au Chili et au Pérou, mais elles sont relativement peu importantes.

Quant au mercure natif il se présente en gouttelettes dans tous les gisements de cinabre, dont il paraît être le produit de la décomposition.

L'antimoine est extrait de deux minerais quoique beaucoup d'autres en contiennent : l'*antimoine sulfuré*, ou stibine, qui en contient 72 pour cent, sur 28 de soufre; et l'*antimoine oxydé*, qui ne renferme que 16 parties d'oxygène.

La *stibine*, d'un gris bleuâtre avec un éclat métallique assez vif, est exploitée en France dans le Cantal, le Puy-de-Dôme, la Lozère, la Haute-Loire, le Gard, l'Ardèche; on en trouve aussi en Corse et en Algérie, en Toscane où les gisements de Pereta et de Monte-Cavallo sont en réputation, en Saxe, dans le Harz, en Bohême, en Hongrie, en Sibérie, mais surtout dans l'île de Bornéo, qui fournit tout l'antimoine consommé en Angleterre et aux Pays-Bas.

L'*antimoine oxydé*, ou antimoine blanc, se trouve aux affleurements de presque tous les filons de stibine, mais très rarement dans des gîtes spéciaux, on n'en connaît encore que dans la province de Constantine, où la mine de Sauza a été ouverte il y a une quinzaine d'années.

Le *nickel* a des minerais peu nombreux et surtout peu abondants, un seul même est exploité, c'est le *nickel arsenical*, qu'on appelle indifféremment *nickeline rouge*, à cause de sa couleur, ou *kupfernickel*, bien qu'il ne contienne pas du tout de cuivre, puisqu'il est composé de 44 pour cent de nickel et 56 d'arsenic.

Encore ne le rencontre-t-on qu'en petites quantités dans certains filons métallifères comme à Freyberg, Annaberg et Schneeberg, en Saxe, à Bieberg et Riechelsdorf en Hesse Cassel, à Andreasberg dans le

Hartz, à Wolfach et à Wittichen, dans le grand duché de Bade, et en France, à Challanches (Isère).

Mais, on extrait aussi le nickel du commerce de certaines pyrites de fer magnétique qu'on appelle *pyrrhotines* et d'une substance décomposée connue sous le nom de *speiss*.

Les *pyrrhotines*, qui sont en somme des minerais contenant jusqu'à 5 pour cent de nickel, ont des gisements particuliers, notamment à Varablo (Piémont), à Dillembourg, dans l'ancien duché de Nassau, dans certaines mines de l'Ecosse et de la Suède, et à la Gap Mine aux États-Unis (Pennsylvanie).

Quant au *speiss*, c'est tout simplement le résidu obtenu par le traitement des minerais de cobalt, qui sont toujours plus ou moins nickelifères.

Le cobalt, connu seulement depuis cent cinquante ans, n'a que deux minerais exploitables, bien qu'il se trouve souvent mélangé avec les minerais nickelifères, cuprifères ou argentifères : ce sont le *cobalt arsenical*, qui contient 28 pour cent de cobalt sur 72 d'arsenic, et le *cobalt gris*, composé de 33 parties de cobalt, 45 d'arsenic et 20 de soufre, ceci soit dit pour l'état le plus pur, car il arrive, dans l'un ou l'autre cas, qu'une portion du cobalt est remplacée par du fer ou du nickel.

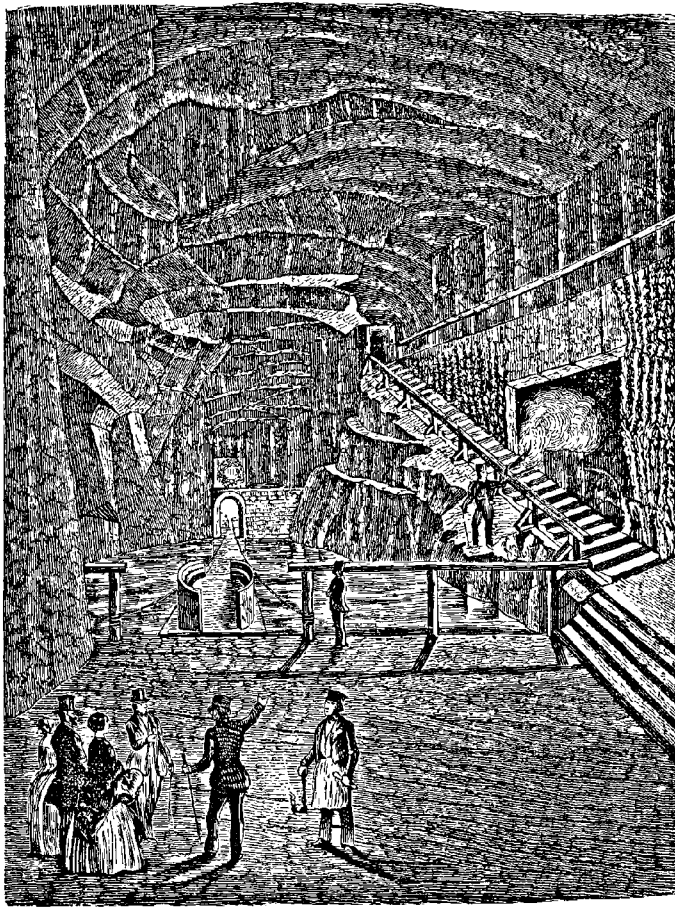
Le *cobalt arsenical*, qu'on appelle aussi *smaltine*, est le plus abondant, on le trouve surtout à Schneeberg et à Annaberg, en Saxe, à Riechelsdorf et à Bieberg, en Hesse Cassel.

Le *cobalt gris*, ou cobalt éclatant, n'a guère d'exploitations connues qu'en Suède, à Tunaberg, Hakambo et Riddarhytsan, et en Norvège, à Skutterud.

Le bismuth, n'a qu'un seul minerai exploitable, le bismuth natif qui n'est jamais pur, puisqu'il est presque toujours associé

à l'arsenic ou disséminé dans des filons de cobalt, de nickel, ou de plomb argentifère. Ses gîtes les plus importants sont à Bieber dans le Hanau, à Bisberg et à Bastnaes, en Suède, à Schneeberg en Saxe, à Joachimsthal, en Bohême, et à Wittichen, en Souabe.

L'arsenic n'a pas à proprement dire de gisements spéciaux, puisque, comme nous l'avons vu, il est presque toujours en combinaison avec d'autres matières métallifères, on le trouve abondamment, mais sous des apparences diverses, dans les filons de galène, de cuivre gris, d'antimoine, de cobalt et de



Mines de sel de Bochnia. — (Chambre Rosetti.)

nickel, de la Saxe, de la Silésie, de la Bohême, de l'Autriche, du Harz et de l'Angleterre.

Les minerais exploités sont au nombre de quatre :

L'arsenic oxydé, qu'on appelle aussi *acide arsenieux*, le moins commun mais

le plus riche de tous, puisqu'il contient 75 pour cent d'arsenic et 25 d'oxygène.

L'*arsenic sulfureux rouge*, communément appelé rubine d'arsenic, ou orpin rouge; il est composé de 69 parties d'arsenic et de 31 de soufre.

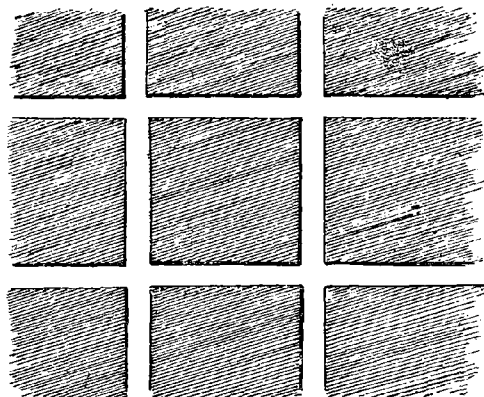
L'*acide sulfuré jaune*, orpiment ou orpin,

qui renferme 62 pour cent d'arsenic et 38 de soufre.

Et le *mispickel* ou fer arsenical, qui est

composé de 44 parties d'arsenic, 35 de fer et 21 de soufre.

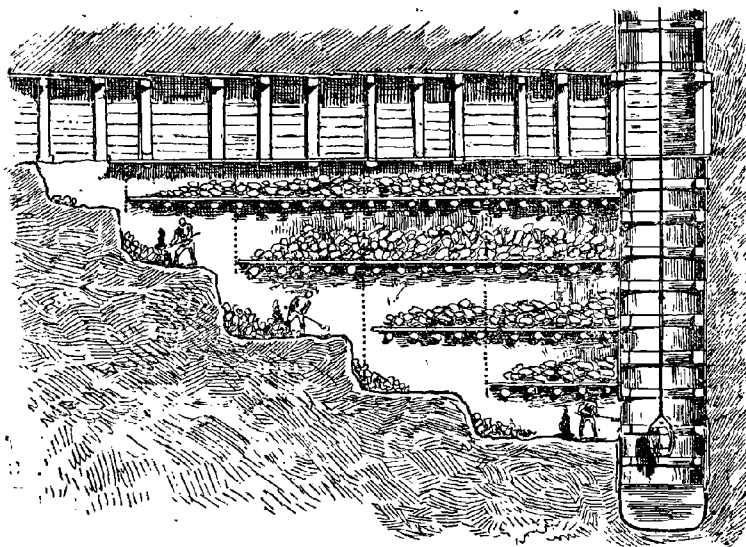
A tous ces minéraux il convient d'ajouter



Division des couches pour l'exploitation.

le sel, bien qu'il ne soit ni carbonifère, ni métallifère, mais parcequ'il s'exploite souterrainement par les mêmes procédés que la houille.

Nous ne parlons naturellement ici que du sel gemme, qu'on appelle aussi *sel en roche* ou *sel en mine*, car le sel marin existant à l'état de dissolution dans les eaux de l'Océan



Exploitation par gradins droits.

et dans les eaux de certaines sources, demande une exploitation différente qui n'appartient point du reste à l'industrie minière.

Le sel gemme se trouve à l'état solide dans les terrains sédimentaires, soit en amas couchés dans le sens des stratifications,

soit en amas, qu'on appelle *coupants* parce qu'ils s'étendent transversalement dans les couches où ils gisent, de façon à passer de l'une dans l'autre.

Il y a des mines de sel à peu près dans toutes les parties du monde ; en France neuf gisements sont exploités : dans le Jura, la Haute-Saône, l'Ariège, les Basses-Pyrénées, et la Meurthe-et-Moselle, ce dernier est le plus puissant de tous, puisqu'il alimente deux mines célèbres : celle de Vic et celle de Dieuze.

Il y en a de plus importantes encore en Espagne et en Angleterre ; les mines de Cordona dans la Catalogne, dont la curiosité est une montagne de sel de plusieurs centaines de mètres de hauteur, et les mines de Northwich, près de Liverpool, qui sont groupées sur une étendue approximative de 8 kilomètres de diamètre.

Mais les plus considérables de toutes, puisqu'elles occupent une longueur souterraine de cent myriamètres sur une vingtaine de large, sont celles de Wieliczka et de Bochnia dans la Pologne autrichienne, non loin de Cracovie.

Ce sont d'ailleurs les merveilles du monde souterrain.

Dans une de nos gravures hors texte nous avons donné une idée de l'ensemble des mines de Wieliczka, nous mettrons ici sous les yeux de nos lecteurs quelques détails pittoresques des mines de Bochnia, qui sont vantées par les touristes comme une curiosité de premier ordre.

Les salles les plus remarquables parmi celles où l'on n'exploite plus le sel sont : le vestibule de la chapelle Saint-Antoine, orné des statues colossales des quatre évangélistes, taillées à même dans le roc.

La chapelle Saint-Antoine, sculptée toujours dans le roc, avec colonnes, statues, autels dans le style hébraïque.

La chambre Drozdowicz, irrégulière et rocailleuse, mais dont les stalactites salines

produisent des effets surprenants à la lueur des torches.

La chambre de l'Empereur, où deux inscriptions indiquent la visite de l'empereur François I^{er} et de l'impératrice Caroline-Augustine.

La salle de bal, qui a gardé ce nom d'un bal qui y fut offert, en 1852, à l'empereur François-Joseph.

La chambre Clément, ornée d'une pyramide commémorative de la visite de l'empereur François I^{er} et sa femme le 3 juillet 1817, et bien d'autres encore qui sont d'autant plus curieuses qu'elles ont pour sol le lac dont l'épuisement complet serait impossible ; puisqu'il a plus de vingt mètres de profondeur.

On l'utilise du reste pour le transport des ouvriers et surtout des touristes qui le traversent au moyen d'un bac.

Mais cette merveille nous éloigne de notre sujet, revenons-y, en nous occupant des divers procédés d'exploitation souterraine.

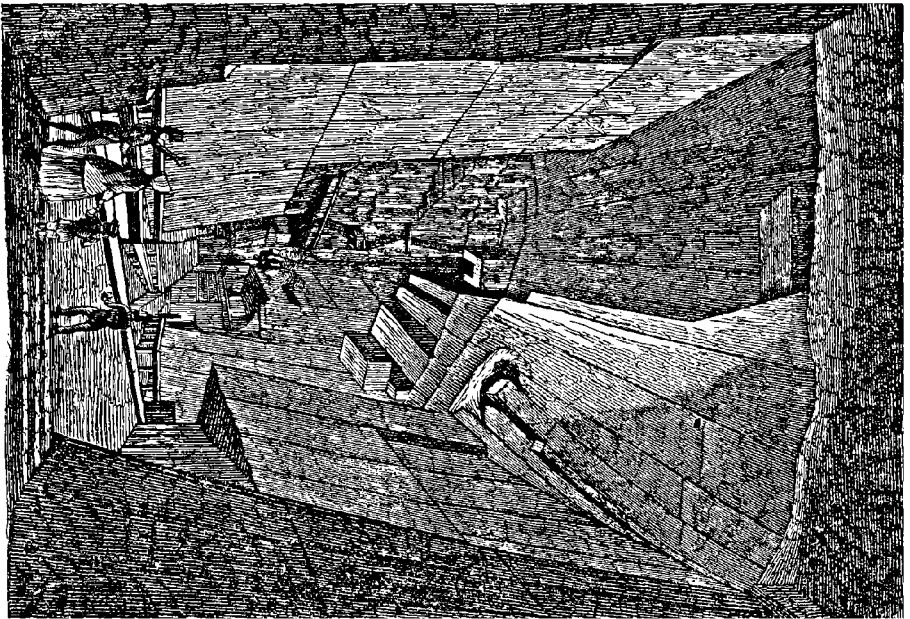
PROCÉDÉS D'EXPLOITATION SOUTERRAINE

Nous avons dit déjà que les procédés d'exploitation variaient selon la disposition des gîtes, mais tous comportent le forage des puits verticaux ou inclinés, et le percement de galeries, soit d'allongement, soit à travers bancs.

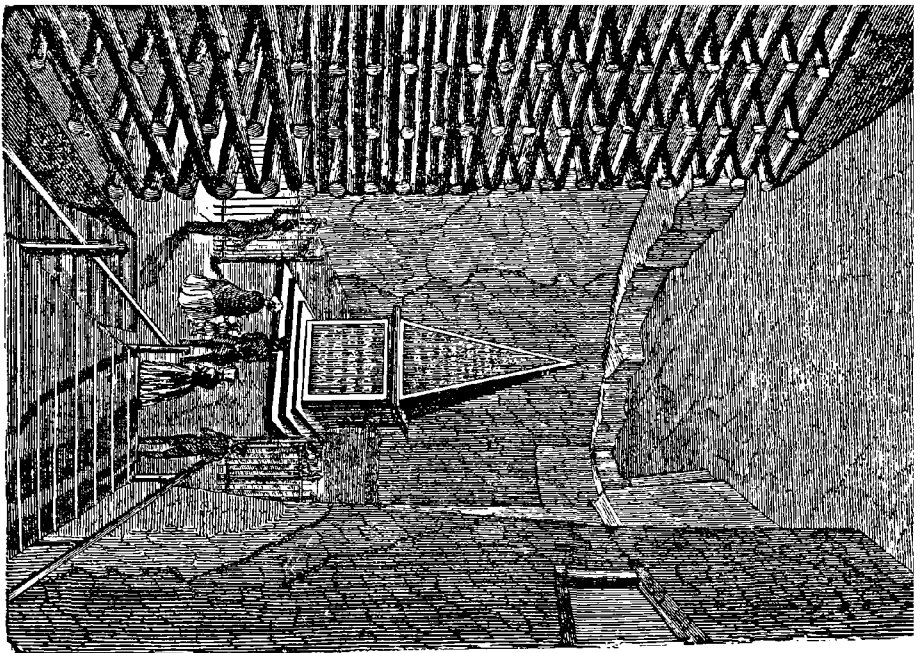
Ainsi, un gîte qui affleure à la surface peut être attaqué : soit par la crête, en pénétrant dans sa masse par un puits incliné qui en suit les inflexions ; soit plus profondément à l'aide d'un puits vertical et d'une galerie d'allongement, à laquelle on donne presque toujours une parallèle un peu plus bas.

Si le gîte est placé en plaine à une certaine profondeur, il n'y a qu'un moyen de l'atteindre, le puits vertical et les galeries.

Ces travaux, ou du moins leur commencement a déjà été fait pour la recherche des gîtes, il n'y a plus qu'à les continuer en les

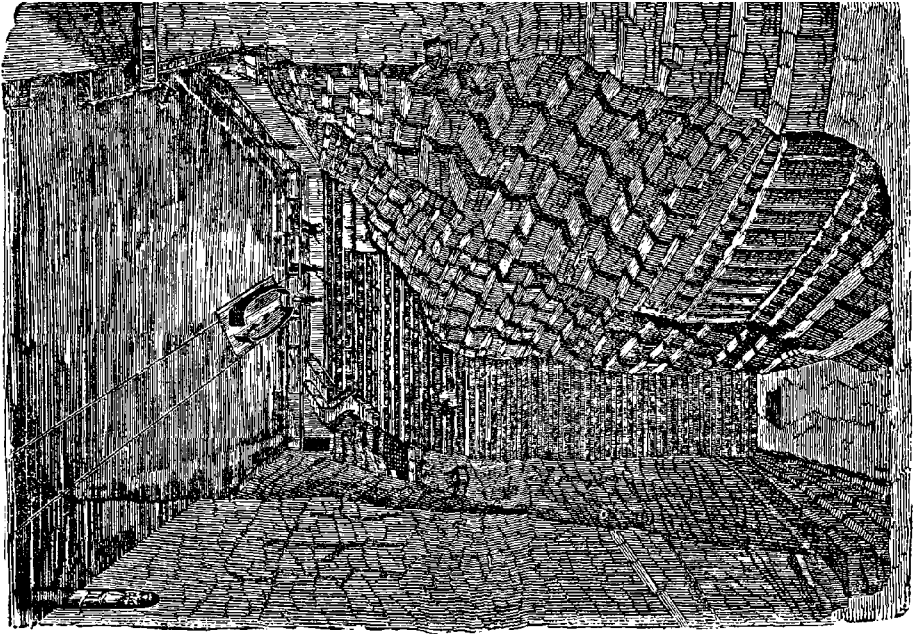


Chambre Steinhauser.



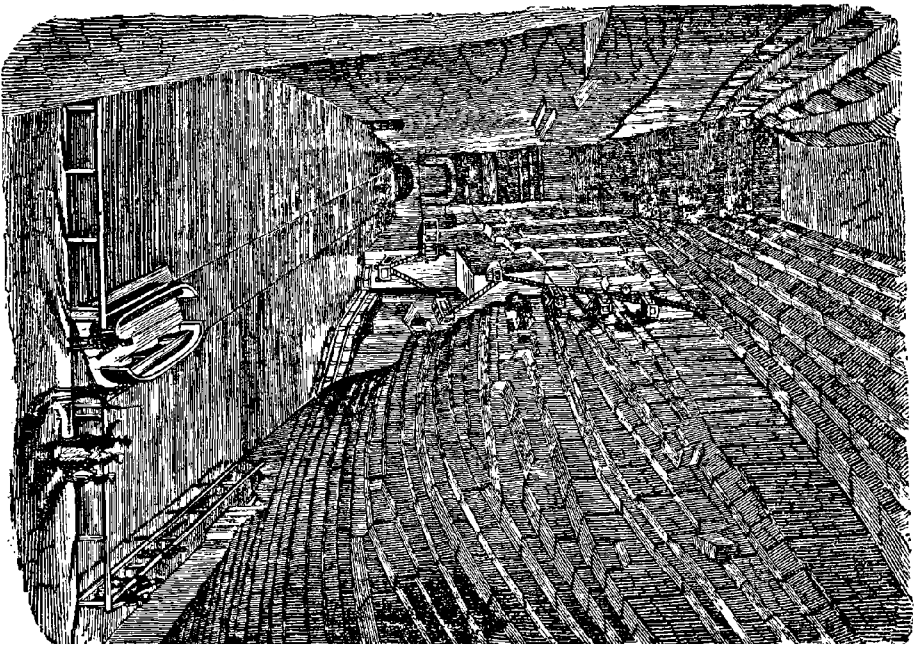
Chambre Ciemens.

VUES DES MINES DE SEL DE BOHINIA (POLOGNE AUTRICHIENNE).



70.

Chambre Przytyos (le lac, côté occidentale).



Le lac (côté oriental).

VUES DES MINES DE SEL DE BOHÉMIA (POLOGNE AUTRICHIENNE).

perfectionnant, et à les multiplier autant que la surface exploitable l'exige, de façon à se procurer les voies nécessaires non seulement à l'abattage, mais encore à l'aéragé, à l'assèchement et au roulage.

Il y a pour cela des règles générales que nous allons emprunter à M. Burat.

1° Attaquer le gîte aussi profondément que possible, afin que les voies établies pour le service restent toujours dans le ferme, et qu'elles aient par l'importance des massifs dont elles sont appelées à desservir l'exploitation, une durée qui compense les frais de leur établissement.

« 2° Diviser le gîte en massifs isolés par des puits, des montages ou des galeries, de telle sorte que l'exploitation ait toujours à sa disposition un nombre suffisant de ces massifs dégagés sur deux faces.

« 3° Disposer les ateliers de manière qu'ils soient aussi rapprochés que possible, afin de rendre la surveillance, l'éclairage, le roulage, etc., plus économiques; de n'avoir pas trop de travaux à entretenir à la fois, et de pouvoir abandonner et isoler les champs d'exploitation dès qu'ils se trouvent épuisés.

« 4° Diriger toutes les eaux sur des points de rassemblement où leur épuisement soit assuré. »

Mais ces règles sont appliquées de différentes façons selon la puissance et l'allure des gîtes, d'où les méthodes diverses dont nous allons parler et qui se réduisent à ceci :

Pour les gîtes d'une puissance inférieure à trois mètres et dont l'inclinaison varie entre la ligne verticale et 45 degrés : par gradins droits, par gradins renversés et par dépilages.

Pour les couches de moins de trois mètres de puissance et dont l'inclinaison est entre 45 degrés et la ligne horizontale : par gradins couchés, par grandes tailles, par galeries et piliers, par massifs longs et par massifs courts.

Pour les couches supérieures à trois mètres de puissance, quelle que soit d'ailleurs leur inclinaison : par ouvrages en travers, par galeries et piliers, par éboulements et par remblais.

EXPLOITATION PAR GRADINS DROITS

La méthode par gradins droits, adoptée dans beaucoup de cas pour l'exploitation des gîtes métallifères, n'est point employée dans les mines de houille par la raison que les ouvriers placés sur le minerai même pour l'abattage et le transport, altéreraient sa qualité d'une manière notable et rendraient impossible le triage intérieur, qui a pour but d'économiser la main d'œuvre en ne montant à l'orifice que des matières utiles.

On commence d'abord par diviser le gîte en massifs réguliers, au moyen de galeries qui se croisent à angle droit et qu'on allongera au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Chacun de ces massifs est ensuite divisé en parallépipèdes de 2 mètres de hauteur sur 4 mètres de longueur, qui sont successivement abattus en commençant par l'un des angles du haut, de façon à donner à l'ensemble de l'atelier la disposition d'un escalier.

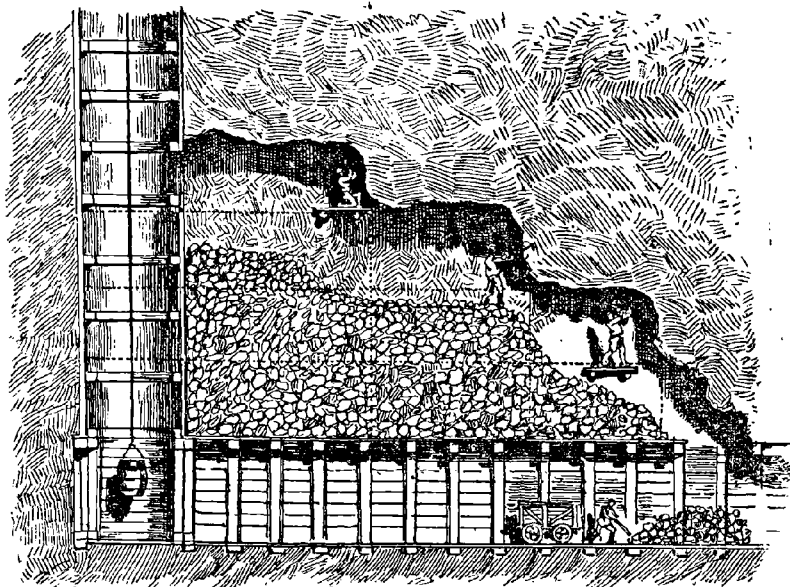
Non pas d'une façon très régulière, car pour donner aux gradins une longueur qui peut atteindre jusqu'à quinze mètres, même dans des couches peu puissantes, il est facile de comprendre que la direction des arêtes ne soit pas toujours perpendiculaire aux faces du toit et du mur; elle prend une certaine obliquité, suivant la longueur que l'on veut donner au front de taille.

L'opération s'explique d'elle-même; pour la mener à bonne fin, on fait avancer plusieurs ouvriers ensemble en les faisant commencer à des intervalles différents, mais calculés de façon que le premier placé en haut, ait le temps de prendre une certaine

avance avant que le second entame un gradin immédiatement inférieur, et ainsi de suite pour les autres, qui ont tous, du reste,

à leur droite et à leur gauche, le mur et le toit du gisement.

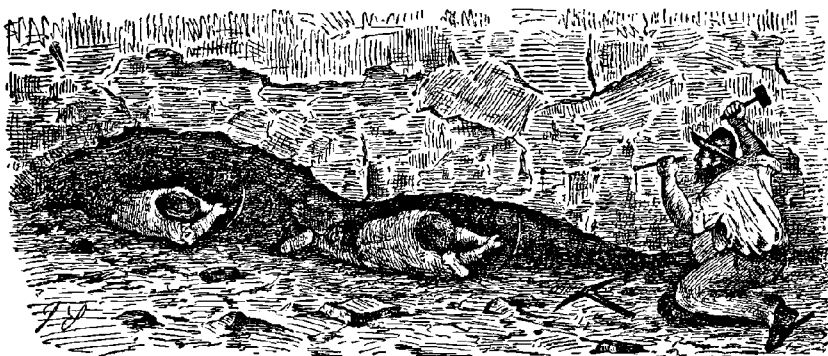
A mesure que l'abattage avance, on boise



Exploitation par gradins renversés.

le vide, qui en est la conséquence, avec des étais appuyés du toit au mur et qui sont solidement calés, au moyen de coins, dans les entailles pratiquées pour cela dans la roche.

Sur ces traverses on pose des planchers, et c'est sur ces planchers que les ouvriers jettent le minerai au fur et à mesure de son extraction et qu'ils lui font subir, à la



Exploitation par gradins couchés. — (Travail à col tordu.)

main et au marteau, un premier triage pour débarrasser les matières utiles de la plus grande partie des gangues.

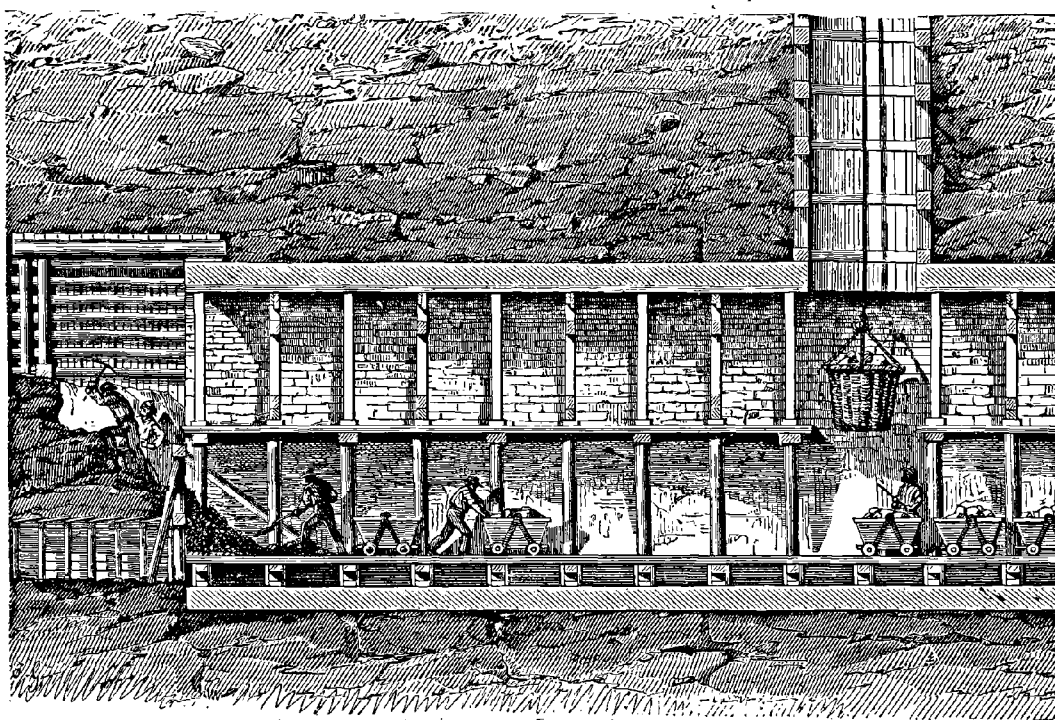
Ces gangues sont mises de côté pour former le remblai qui soutiendra les parois de l'excavation que l'on pousse quelquefois

assez avant, et à travers laquelle on ménage, s'il est nécessaire, une voie de roulage pour porter les déblais utiles à l'extrémité du gradin.

Le minerai trié, est alors jeté de gradin en gradin, jusqu'au dernier, qui communique avec le puits par lequel il sera monté à l'orifice.

Ce système a son côté économique : l'a-

vantage de ne point nécessiter de galerie inférieure aux derniers massifs exploités, mais il a aussi des inconvénients, le transport du minerai, de gradin en gradin, qui multiplie le travail du treuil de montage, et, ce qui est plus grave, quand il s'agit de minerais précieux, la difficulté du triage à cause du piétinement continu des ouvriers sur les planchers.



Exploitation par défilage.

Aussi, dans beaucoup d'exploitations lui préfère-t-on la méthode par gradins renversés.

EXPLOITATION PAR GRADINS RENVERSÉS

Cette méthode part du même principe que la précédente; seulement, au lieu de donner au chantier la disposition d'un dessus d'escalier, on lui donne celle du dessous.

Les gradins sont de même dimension; seulement, au lieu de servir de planchers

aux ouvriers, ils surplombent sur leur tête, ce qui leur donne peut-être plus de fatigue, mais facilite singulièrement l'abatage et diminue de beaucoup la dépense du boisage, car il n'en faut plus que pour construire les planchers volants sur lesquels se tiennent les mineurs, lorsque les déblais ne sont pas encore suffisants pour qu'ils soient, en montant dessus, au niveau du front d'attaque.

Les matières abattues tombent naturellement sur le plan incliné, formé par le

remblai, et glissent, une fois triées, jusque dans la galerie, où on les charge sur des wagonnets pour les conduire aux bennes.

S'il s'agit d'un minéral précieux, on en facilite le premier triage, en étendant sur les déblais une toile ou un plancher provisoire, qui reçoivent les produits de l'abatage et empêchent les plus petits fragments de se perdre dans les gangues.

Cette méthode est employée dans certaines houillères avec quelques modifications.

Ainsi, on donne aux gradins jusqu'à 10 et 14 mètres de front, ce qui facilite l'abatage en grands morceaux, à moins pourtant que la houille exploitée ne laisse dégager une grande quantité de grisou, auquel cas il faut faire les gradins plus petits, l'air circulant d'autant mieux que l'excavation est moins grande.

Chaque massif doit être isolé entre deux galeries horizontales traversées par les puits d'extraction, de façon que la supérieure serve de voie d'aérage, et l'inférieure de voie de roulage; on y installe à cet effet un petit chemin de fer avec rails et croisements à plaques tournantes, si comme il arrive presque toujours, cette voie doit se relier avec celles des autres galeries de la mine.

Le massif ainsi isolé, on découpe les gradins de façon à donner au profil de la taille la forme qu'il doit conserver en avançant, car l'exploitation, une fois organisée, peut être poussée en direction jusqu'à cinq cents et même mille mètres, si l'on ne rencontre pas dans la couche d'accidents qui viennent arrêter le travail.

La taille est sectionnée par fronts de 3 à 4 mètres dont chacun est confié à un ouvrier, et elles sont calculées de façon que sans quitter son poste de travail chaque homme puisse avancer d'un mètre.

Ce travail se compose, nous l'avons déjà dit, de deux actions distinctes : le *havage*, c'est-à-dire le creusement d'entailles parallèles à la stratification, qui permettent

d'abattre la houille par grandes masses, et l'*abatage* qui n'a plus besoin d'explication après tout ce que nous avons dit des procédés anciens et modernes.

Généralement ce sont les mêmes ouvriers qui havent, abattent et boisent leurs chantiers. On leur adjoint, quand on veut accélérer le travail, de *beuteurs* et des *serveurs* qui déblayent le charbon abattu et amènent les bois qui doivent servir au soutènement de la partie supérieure de la couche.

De plus, dans toutes les exploitations bien entendues, il y a aussi des *remblayeurs* et des *reculeurs*, qui font le travail en arrière du chantier, c'est-à-dire remblayent, soit par le tassement des matériaux, soit par la construction de murs en pierre sèche, les parties exploitées en ménageant dans leur travail, des galeries pratiquées d'après le tracé général de l'exploitation.

Il va de soi qu'en même temps que le massif se creuse, les galeries qui le desservent se prolongent, il faut donc dans chacune de ces galeries d'autres travailleurs qui prennent les noms de *bosseyeurs*, ou de *coupeurs de murs*, selon qu'ils sont employés au boisage, à la confection des voies ou à la construction des murs latéraux, qu'ils élèvent généralement avec les pierres les plus grosses que peut leur fournir l'atelier.

On conçoit, du reste, que la grande question de sécurité est le soutènement complet du terrain.

Malheureusement, les matières inutiles surabondantes dans les couches pauvres, ne fournissent plus, sitôt que la puissance de la couche dépasse 1^m,25, de déblais suffisants pour remplir les excavations.

Dans ce cas, alors, on abandonne le système des gradins renversés pour employer le dépilage.

EXPLOITATION PAR DÉPILAGE

La méthode par dépilage est spéciale aux mines de houille : son principe est de pous-

ser à partir du puits ou de la galerie à travers bancs qui traversent la couche, des galeries de toute sa hauteur, que l'on remblaye ou non derrière soi, mais dans lesquelles alors on laisse subsister, pour soutenir le toit, des massifs formant piliers, que l'on peut abattre plus tard soit en totalité, soit en partie.

Nous citerons comme exemple de cette méthode le procédé qu'on a employé à Blanzv, et que notre dessin fera mieux comprendre.

On a d'abord creusé un puits qui coupe la couche exploitable au point D en deux parties à peu près égales, l'une remontant à droite vers le sol, l'autre s'enfonçant à gauche.

Puis, partant de ce point D, on a percé à des distances égales des galeries parallèles qu'on a prolongées jusqu'à ce qu'elles rencontrent la couche aux points A, B, C, E, F, G.

Le gisement se trouvait donc ainsi divisé en huit chantiers qu'il n'y avait plus qu'à exploiter, ce qu'on a fait en coupant les massifs, par prismes d'environ 40 mètres de longueur au moyen de galeries montant entre le toit et le mur, selon l'inclinaison de la couche et réunissant entre elles les galeries transversales.

La partie supérieure à G exploitée, on a attaqué le massif G.F, en construisant au milieu un montage qui le coupe en deux parties égales et en élevant en F, un mur destiné à soutenir les déblais provenant de l'exploitation du tronçon supérieur.

On a ensuite divisé chaque moitié du massif par trois petites galeries d'allongement qui l'ont partagé en quatre sections prismatiques; lesquelles ont été attaquées successivement à partir du haut et débitées en rectangles d'environ 4 mètres sur 2, qui s'écoulaient par la petite galerie immédiatement inférieure, et l'on a procédé ainsi jusqu'à ce qu'on ait atteint la galerie F,

recommençant l'opération à chaque massif à exploiter.

Cette division du travail, indispensable lorsque le terrain est éboulé, permet de n'avoir à supporter à la fois qu'une petite partie du toit et économise considérablement les frais d'échafaudage, car on retire les bois au fur et à mesure que les remblais descendent et le toit ne s'affaisse que peu à peu.

Dans des terrains plus solides on exploite en dépilages par des tailles ayant jusqu'à cinq à six mètres de front, mais le procédé est le même, excellent d'ailleurs à la condition que les couches aient plus de 35 degrés d'inclinaison ce qui permet aux charbons de descendre d'eux-mêmes de la taille vers la galerie du fond.

Mais si les couches sont moins inclinées il faut les exploiter autrement : soit par gradins couchés, soit par grandes tailles, soit par galeries et piliers.

EXPLOITATION PAR GRADINS COUCHÉS.

La méthode par gradins couchés ne diffère de celle par gradins renversés qu'en raison du peu d'inclinaison du gîte, puisque les gradins, effectués d'ailleurs de la même façon, se trouvent couchés suivant l'allure de la masse minérale, et les ouvriers, au lieu de s'appuyer sur les remblais ou sur des planchers volants, marchent sur le mur du gîte ayant devant eux les gradins; auxquels on donne généralement quatre mètres sur chaque face, mais qui n'ont que la hauteur de la couche, ce qui rend le travail très difficile quand les couches sont peu inclinées. L'ouvrier étant souvent obligé de se tenir à genoux, quelquefois même de se coucher sur le côté; c'est ce qu'ils appellent « travailler à col tordu. »

Ce procédé, applicable aussi bien pour les couches métallifères que carbonifères, est assez généralement employé dans les houillères du Nord pour les gisements minces, mais il n'est plus économique quand la puis-

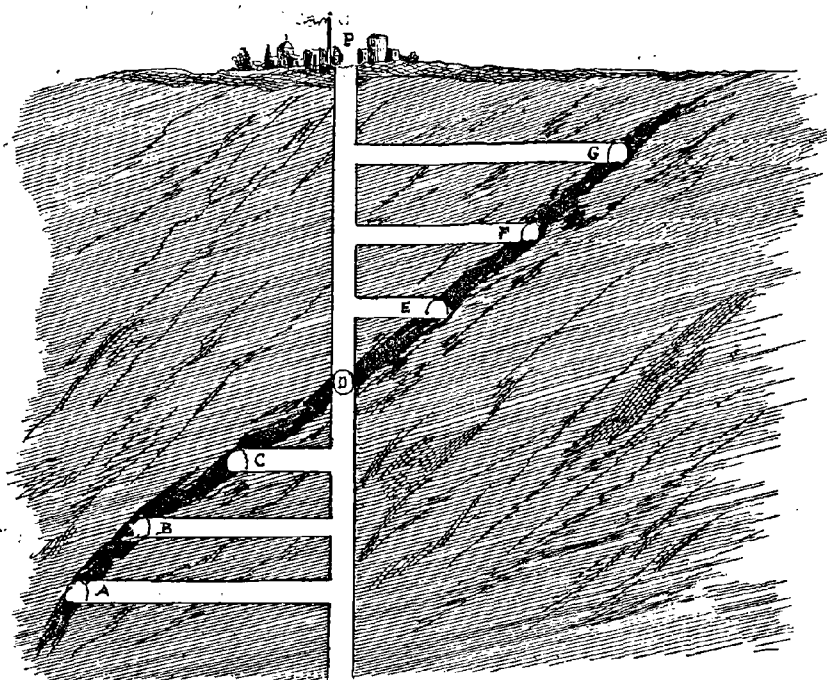
saissance des couches dépasse 1^m,50, à moins pourtant qu'après triage fait, elles fournissent assez de gangues pour remblayer les vides.

Dans les couches moins fortes (un mètre au plus), on fait ordinairement les havages au mur, et l'on installe le toit pour y enfoncer des coins, de façon à faire tomber d'un coup toute l'épaisseur de la couche, après quoi l'on boise en arrière, mais non

d'une façon définitive, car on enlève les étais sitôt que l'abattage a fourni assez de déblais pour les remplacer.

Si les déblais sont insuffisants, on les répartit également dans la partie à combler et l'on n'enlève qu'une partie des bois pour que l'éboulement du toit se fasse partiellement, et, en tout cas, lorsque le chantier d'attaque a beaucoup d'avance.

Du reste, ce n'est qu'un en cas, car on



Exploitation par défilage. — Procédé de Blanzky.

peut économiser les remblais en ouvrant vis à vis les gradins des galeries de routage qui suivent : soit la direction de la couche, soit une ligne intermédiaire entre la direction et l'inclinaison.

Il faut d'ailleurs faire la part des nécessités locales, car presque toujours les théories viennent se modifier devant les exigences de la pratique.

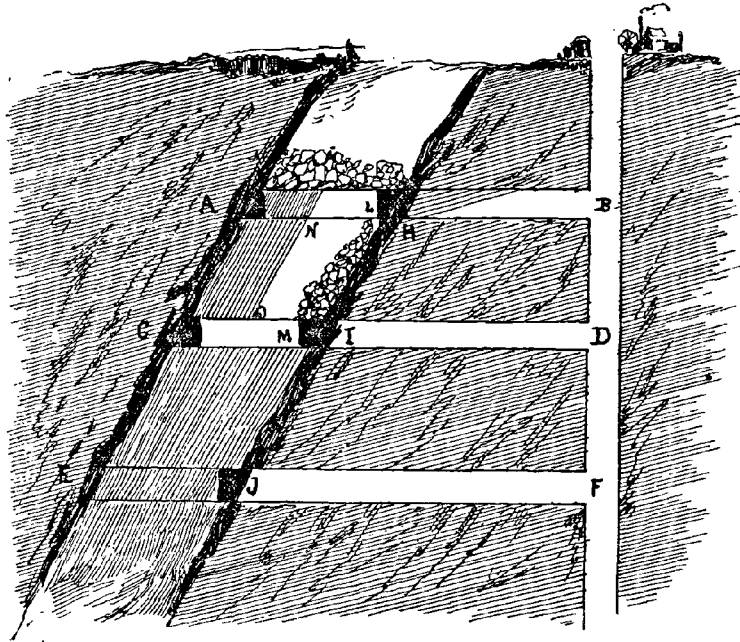
EXPLOITATIONS PAR GRANDES TAILLES

Le procédé par grandes tailles n'est pas

applicable partout, il faut d'abord que la couche à exploiter ait plus de 1^m,50 d'épaisseur pour que la galerie à travers bancs puisse être percée sans attaquer ni le toit ni le mur.

Il faut ensuite que les roches soient assez tendres pour être facilement travaillées au pic; ce qui en limite beaucoup l'usage et le réduit presque exclusivement aux houillères.

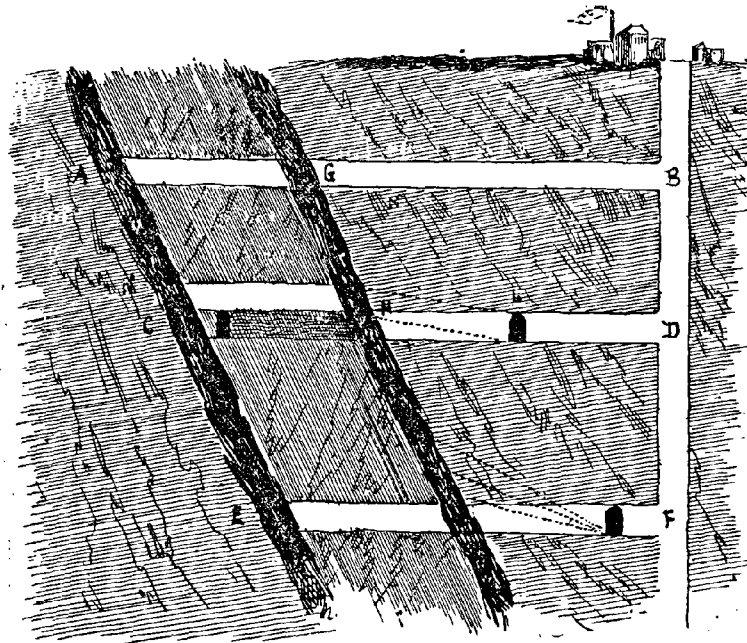
C'est par ce procédé qu'on exploite à Sarrebrück des couches carbonifères de



Exploitation par ouvrages en travers. — Procédé de Blanzky.

1^m,60 à 2 mètres de puissance sur un front
de 45 mètres.

Le front d'ailleurs n'a d'autres limites
que celles de la couche et le nombre d'ou-



Exploitation par ouvrages en travers. — Procédé du Creuzot.

vriers qu'on emploie, puisqu'ils marchent tous sur une même ligne en attaquant d'ensemble le massif.

Si le chantier dépasse 50 mètres de développement, on en est quitte pour ménager entre les déblais plusieurs galeries secondaires pour porter les produits de l'abatage jusqu'à la galerie de roulage.

Voici d'ailleurs en quoi consiste le travail: La couche est divisée en grands massifs par de grandes galeries rectangulaires qui servent au roulage et à l'aérage, et qui sont consolidées des deux côtés par d'épaisses murailles en déblais, de sorte que si les matériaux manquaient pour le soutènement complet du sol, les galeries seraient du moins préservées de l'éboulement.

Les ouvriers, placés en ligne devant les massifs, isolent de grands prismes de roche, en creusant profondément une entaille horizontale dans le sens même de la couche et deux entailles verticales parallèles du mur au toit, puis ils abattent par le mortaisage que nous avons déjà décrit, mais bien plus facilement puisqu'il s'agit de matières tendres.

Au fur et à mesure qu'ils avancent, on boise et on remblaye en arrière, en ménageant à travers les déblais, une voie pour aboutir au puits d'extraction où sont charroyés les minerais utiles.

Ce système, le plus rapide que l'on connaisse, et qui est aussi celui qui permet le mieux la concentration des ateliers, et portant une grande économie de surveillance, est malheureusement impossible dans les houillères où le grisou se dégage, car quelque soit le courant d'air que l'on maintienne sur le front de taille, on ne peut espérer combattre victorieusement les gaz délétères qui sont l'ennemi mortel des mineurs.

Mais on a en main d'autres procédés, notamment les massifs longs et les massifs courts.

EXPLOITATION PAR MASSIFS LONGS

Cette méthode consiste à creuser dans la couche un certain nombre de galeries ou tailles, de 8 à 12 mètres de front, tracées parallèlement et séparées par d'épais massifs, auxquels on laisse, selon les localités, de 4 à 8 mètres d'épaisseur et qui se prolongent sur toute leur étendue.

Ces tailles, poussées simultanément, sont indépendantes les unes des autres, ce qui est très avantageux en cas de grisou et permet en cas de combustion spontanée ou accidentelle, d'isoler complètement les ateliers et de localiser l'incendie; car, pour plus de sécurité, elles sont séparées de la voie de roulage, par un mur solide de déblais.

Lorsque les tailles sont poussées aussi loin que possible du puits d'extraction, ou lorsque la couche est épuisée, on abat les piliers en commençant par les plus éloignés, en procédant alors par dépilages, à moins cependant que le toit ne soit pas assez solide pour permettre ce système, Dans ce cas, on laisse de distance en distance des massifs carrés qui serviront de piliers et qu'on abandonne dans la mine.

Cette méthode est généralement employée dans le bassin houiller de Liège, et pourtant le déblai manque dans ces exploitations, on y supplée par l'emploi de menus bien tassés entre des murs de déblais et, comme ces menus pourraient entrer en combustion, on les isole du contact de l'air par un fort enduit d'argile.

EXPLOITATION PAR MASSIFS COURTS

La méthode par massifs courts est en principe la même que la précédente à cette différence près que les massifs longitudinaux qui séparent les tailles sont coupés de distance en distance par prismes rectangulaires de 20 à 25 mètres de longueur sur 10 de large, quitte à diminuer ensuite ces piliers lorsqu'on procède au dépilage.

L'opération de la taille doit être plus soignée, les galeries d'extraction doivent être boisées comme des galeries définitives afin d'offrir aux ouvriers une retraite assurée, lorsque arrivés à l'extrémité de l'exploitation ils commencent le défilage.

Il est d'usage de laisser les piliers très forts pour qu'ils puissent soutenir le toit sans grand effort, autrement ils subissent un écrasement partiel et le défilage ne produit plus que des menus sans valeur.

Naturellement on enlève tout ou partie de ces piliers comme dans le système précédent et même en laissant écrouler, derrière soi, les parties exploitées, mais le risque à courir ne vaut pas le bénéfice à réaliser d'un défilage complet, car on n'emploie cette méthode que pour l'exploitation des combustibles de peu de valeur.

EXPLOITATION PAR GALERIES ET PILIERS

La méthode par galeries et piliers est la même que la précédente, seulement au lieu de procéder provisoirement, on procède définitivement, il est vrai qu'elle n'est employée que dans les mines où l'on ne trouve que peu ou point de déblais et où le minerai n'est pas d'une grande valeur, c'est le cas des matières rocheuses comme le grès, le calcaire, le plâtre, le gypse, l'ardoise et certains gisements de fer peu abondants.

En effet, pour des minerais d'un prix élevé, à moins que le gîte ne soit d'une puissance exceptionnelle, les piliers abandonnés constitueraient une perte considérable.

Car les piliers sont nombreux; ainsi on perce dans le massif autant de galeries parallèles et larges de 3 mètres qu'il contient de fois 8 mètres, le pilier aura donc 5 mètres de ce côté: il en aura juste autant de l'autre, puisqu'on recoupe toutes les galeries ouvertes par autant de galeries transversales, disposées de même façon et de dimensions égales.

Quelquefois, lorsque le gisement est très puissant, mais toujours le minerai de peu de valeur, on fait un second étage de galeries et de piliers, en ayant soin de laisser entre les deux étages un sol suffisant qu'on appelle *estau*, et de placer les piliers supérieurs exactement sur l'axe des inférieurs, de façon qu'il n'y ait point de porte à faux.

Cette méthode, très peu économique, puisque l'abandon des estaux et des piliers dans la mine, fait perdre près de la moitié du gîte, est pourtant la seule qu'on puisse employer dans les immenses mines de sel de la Pologne, dans les exploitations souterraines d'ardoise et de minerai de fer et dans les carrières de plâtre.

Il est vrai que là, les gîtes étant d'une puissance exceptionnelle, on peut atténuer la perte en modifiant la dimension des excavations.

C'est ainsi que les gypses des environs de Paris s'exploitent par galeries de 5 mètres de large sur 10 de haut, séparées par des piliers de 5 mètres de côté.

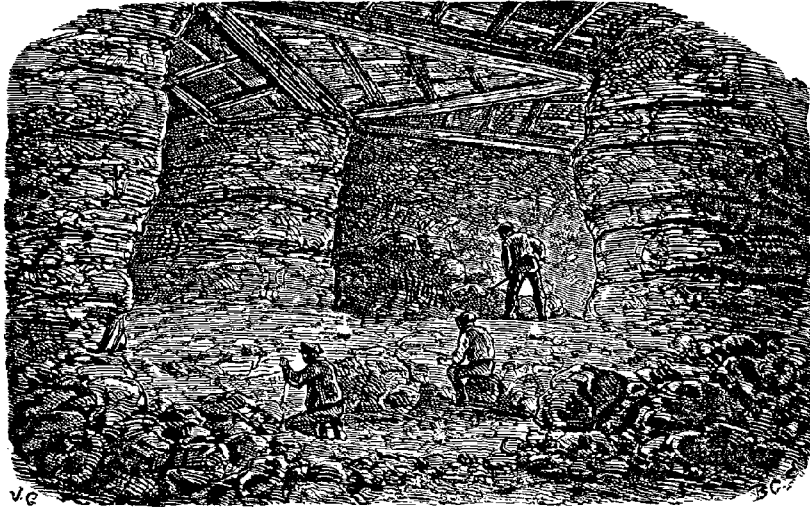
Dans les mines de fer, on donne aux étages 8 mètres de hauteur et l'on taille les plafonds en voûte, de manière à laisser au sol intermédiaire une épaisseur minime de 3 mètres.

Dans les ardoisières de Fumay, les piliers sont plus épais, 10 mètres de côté, mais les galeries ont 10 mètres de largeur et leur hauteur est celle de la couche qui dépasse quelquefois 20 mètres.

Dans les mines de sel, on arrive à donner aux excavations des dimensions bien plus considérables, témoin les salles immenses que nous avons déjà signalées en parlant des mines de la Pologne autrichienne.

EXPLOITATION PAR OUVRAGE EN TRAVERS

Tous les procédés que nous venons de passer en revue, sauf le dernier qui se commande en certains cas, sont spéciaux à l'exploitation des couches dont la puis-



Exploitation par galeries et piliers.

sance ne dépasse pas 3 mètres et nous n'avons plus à parler que de l'exploitation des couches plus épaisses.

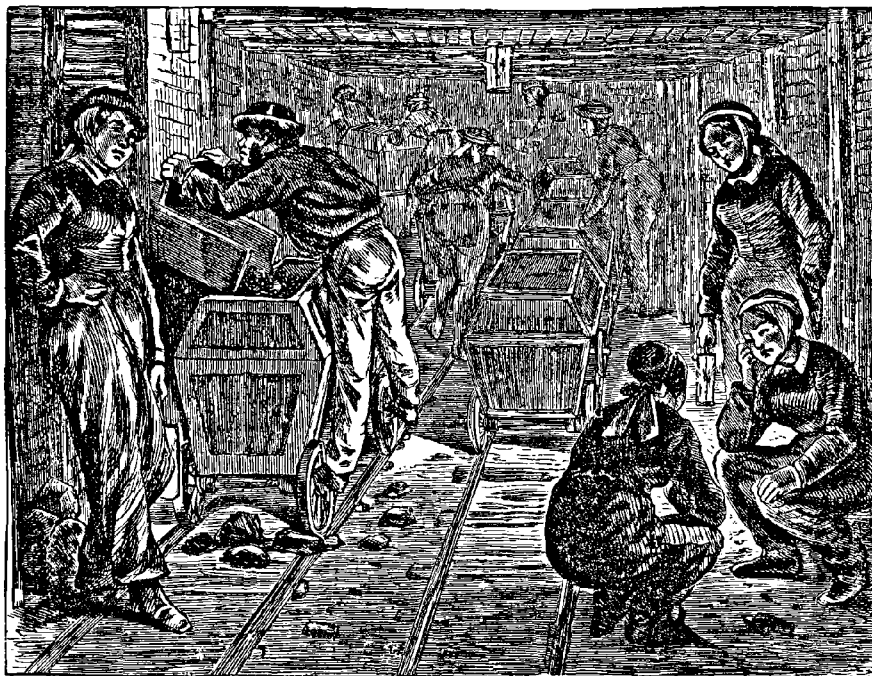
Elle se fait par ouvrage en travers, par

éboulements et par remblais, selon l'inclinaison des gîtes et la plus ou moins grande solidité des terrains.

Dans la première méthode, qui convient



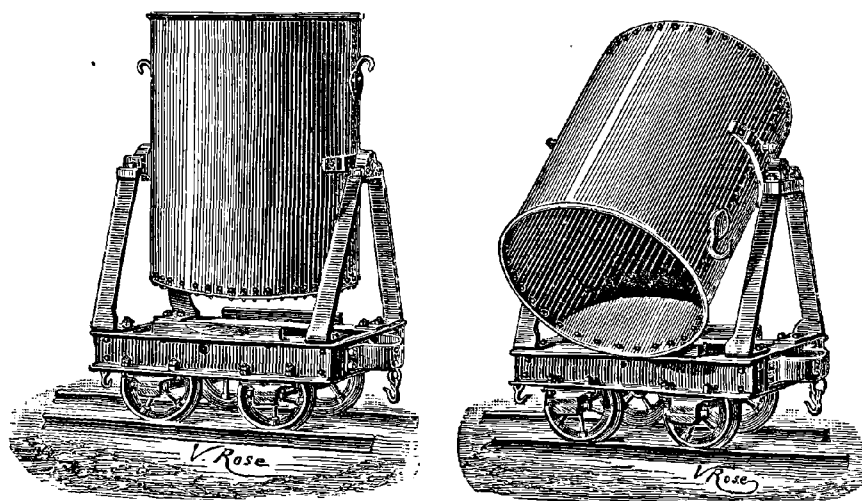
Exploitation par éboulements.



Roulage dans les mines de Charleroi.

surtout aux roches résistantes, on abat le minerai par grandes tranches en commençant par le bas du gîte et en remontant vers le haut, lesquelles tranches sont dé-

coupées par des galeries qu'on appelle en travers, parce qu'elles sont perpendiculaires à la masse minérale, et qui viennent toutes aboutir sur une galerie d'allongement qui



Benne roulante (Système Decauville.)

suit toutes les inflexions de la couche.

A mesure qu'une galerie de taille est exploitée on la remplit par des remblais sur lesquels on s'élève pour attaquer immédiatement au-dessus et de piler ainsi chaque massif, avec peu de frais d'exploitation, car la même galerie d'allongement peut servir à l'extraction de plusieurs tranches horizontales si l'on fait glisser les matières par des puits inclinés, pratiqués à cet effet le long du mur.

Cette méthode permet l'enlèvement complet du minerai, nécessite peu de boitage et donne une exploitation rapide et très sûre, mais elle n'est applicable que si l'on rencontre des déblais en quantité suffisante pour combler les excavations.

Elle reçoit d'ailleurs des modifications qui peuvent varier à l'infini selon l'inclinaison de la couche et la résistance des terrains, nous citerons seulement deux exemples.

Le premier, pour une couche de 45° d'inclinaison très résistante et en même temps très épaisse, exploitée à Blanzey.

On a d'abord creusé un puits assez éloigné de la couche et partant de ce puits à des hauteurs différentes, on a percé des galeries A. B. = C. D. = E. F. qui atteignant et traversant la couche par les points H. I. J. la découpaient ainsi en tranches horizontales de 10 à 15 mètres de hauteur.

Cela fait, on s'est occupé de l'exploitation, en commençant par le prisme dont la base est ACIH et la hauteur AC, que l'on a divisé par tranches perpendiculaires ayant une épaisseur égale à celle des galeries de traverse.

On a tracé un montage de I en H et l'on a attaqué par I le coupage en tranches, se servant des galeries HB et ID pour le roulage.

Le coupage une fois en train, on a laissé glisser les déblais que l'on a entassés sur le mur LM, sur lequel les ouvriers s'établissent pour attaquer le front de taille ON.

De cette façon, lorsque l'on a enlevé du prisme ACIH une tranche verticale de l'épaisseur voulue, elle a été remplacée par des remblais. Attaquant ensuite une tranche contiguë de même épaisseur on est arrivé, de proche en proche, à exploiter complètement le prisme entier dans la direction de la couche.

Après quoi on a laissé reposer le tout pour que les remblais aient acquis assez de solidité par le tassement des terres, pour permettre d'exploiter de la même manière le prisme inférieur CEJI.

Et ainsi de suite.

Notre second exemple est emprunté à l'exploitation du Creusot, pour une couche de 10 à 20 mètres de puissance, peu résistante à cause des fissures qu'on y rencontre fréquemment, et d'une inclinaison de 60 à 75 degrés.

Dans ce cas, le procédé est celui-ci : le puits creusé à une certaine distance de la couche, on établit des galeries transversales destinées au roulage, comme AB CD EF, distantes de 50 mètres l'une de l'autre, ce qui donne des prismes exploitables comme ACIH et CEJH.

On trace en L, à environ 20 mètres du toit, une galerie qui le suit parallèlement en observant toutes les sinuosités de la couche et de cette galerie; on divise le massif qu'on attaque par une série de traverses poussées en pleine couche, comme CH, laissant entre elles des piliers de 2 mètres, comme dans le travail par grandes tailles.

Ces tailles sont ensuite remplies de remblais, ce qui permet l'enlèvement des piliers, d'abord réservés, dont on remplit également le vide avec les déblais provenant du tirage, de façon que toute une tranche de 2 mètres de ce massif de 50 mètres se trouve, à un moment donné, remplacée par du remblais qui se comprime peu à peu pour ne plus atteindre que la hauteur de 1^m,20.

Alors la galerie de traverse devient la rampe LM, qui monte sur les remblais et permet, partant du point M, d'entreprendre une nouvelle série de traverses en pleine couche pour enlever la tranche MN de la même façon qu'on a enlevé déjà CH.

Et l'on continue ainsi jusqu'au moment où les galeries, converties progressivement en rampes, deviennent trop rapides pour permettre une exploitation facile.

Auquel cas on descend d'un étage pour exploiter par les mêmes procédés le prisme CEIH.

Et ainsi de suite jusqu'à épuisement de la couche.

EXPLOITATION PAR ÉBOULEMENTS

Par la méthode d'exploitation par éboulements, qui se recommande naturellement dans les roches peu consistantes et pour des gîtes peu inclinés, on ouvre une galerie d'allongement dans le mur du gîte que l'on perce en travers par des galeries solidement boisées, poussées jusqu'au toit, et espacées de 3 mètres en 3 mètres par des piliers provisoires.

Arrivé au toit, on revient en arrière, comme dans le procédé par grandes tailles, en déboisant au fur et à mesure pour provoquer dans chaque galerie des éboulements partiels, d'une hauteur égale à la distance du toit de cette galerie à l'affleurement.

Les matières ébouloées, triées et enlevées au fur et à mesure qu'on revient sur ses pas, on perce à 6 mètres plus bas que la première une seconde galerie d'allongement dans laquelle on ouvre de nouvelles galeries de traverses pour faire ébouler, comme on l'a fait précédemment, les matières exploitables qui se trouvent entre l'étage supérieur et l'étage inférieur; ce qui permet de dépouiller le gîte de haut en bas, aussi complètement que possible.

Cette méthode est fort économique, mais les opérations doivent en être suivies avec

le plus grand soin, car il peut arriver souvent que les eaux de la surface envahissent l'intérieur des travaux.

En outre, elle oblige au transport complet des déblais dont le triage ne peut être fait qu'au jour.

Naturellement, elle reçoit des modifications dans la pratique. Ainsi, à Blanzky, pour une couche de 12 mètres d'épaisseur, coupée par deux nappes de schiste qui laissent en haut 4^m,50 et en bas 6 mètres de houille, on dépèle les piliers sur une hauteur qui varie de 1 à 3 mètres, en laissant au toit une épaisseur de 1 ou 2 mètres de charbon, que l'on soutient provisoirement avec des boisages.

Quand on revient sur ses pas, on enlève du pilier la partie adhérente au toit, et qu'on appelle le *couronnement*, en pratiquant un havage et en ayant soin de se tenir toujours à 4 mètres en avant de l'attaque du pilier.

Ce couronnement tombe naturellement sitôt l'enlèvement des bois, mais le toit tient encore trois ou quatre jours, et quand l'écrasement se produit, le chantier est suffisamment reporté en arrière pour que les ouvriers, rendus d'ailleurs prudents par les terribles leçons de l'expérience, soient hors de danger.

A Rive-de-Gier, à Sarrebruck, où le toit est moins dur, mais plus tenace et surtout plus élastique, on commence par faire affaïsser le terrain, sans secousses, sur des piliers de remblais compressibles, ce qui permet d'exploiter le couronnement, serré alors entre le toit et le mur factice, exactement comme si l'on opérait dans une couche peu puissante.

EXPLOITATION PAR REMBLAIS

La méthode par remblais est celle dont les procédés sont les plus variables en raison des difficultés locales. Car s'il se peut qu'on trouve dans la mine les matériaux nécessaires aux remblais, bien souvent on

est obligé de les charroyer de l'extérieur et de les emprunter à des chantiers plus ou moins éloignés ; de là de nombreuses modifications, mais le principe est toujours le même.

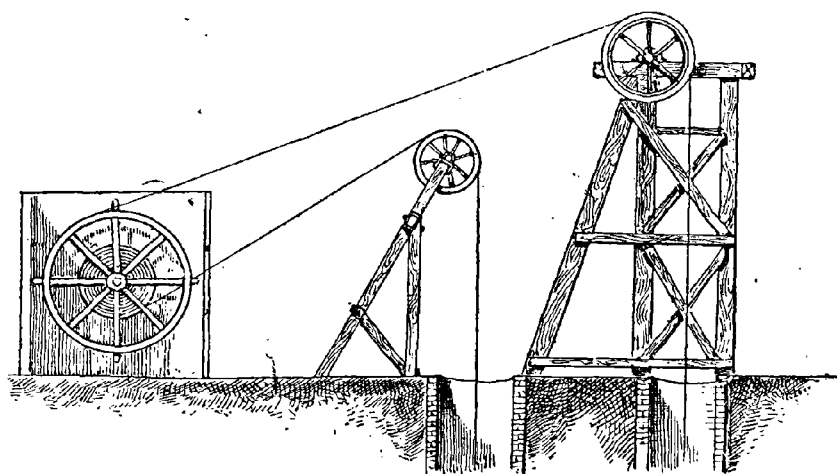
Il consiste à attaquer le gîte : soit par des ouvrages en travers, soit plus communément par des galeries et piliers, dont on remblaye immédiatement les excavations avec les débris du triage, si les gangues sont suffisantes, soit avec des matériaux amenés du dehors.

Ces remblais doivent être faits à l'état humide et tassés fortement, car ils doivent

servir aux ouvriers de plancher, ou, plus exactement de sol, pour abattre l'étage immédiatement supérieur.

La marche naturelle d'une exploitation par cette méthode, qui, comme on le comprend, n'est pratiquée que pour des gîtes peu inclinés, est de bas en haut.

Cependant, comme on n'est pas toujours sûr d'attaquer du premier coup le gisement à sa plus grande profondeur, on facilite préventivement une reprise en sous-œuvre en garnissant le sol qui doit recevoir les premiers remblais d'une espèce de plancher composé de vieux boisages de mines, sur



Machine à molettes.

lesquels on pilonne une couche assez épaisse de terre grasse.

On fait mieux encore à Bleiberg, où l'on emploie des galeries gisant dans des couches de grès peu résistantes.

On procède par galeries et piliers, et la galène extraite par des lavages dans la mine même ; on se sert des résidus alors à l'état de mortier pour construire des piliers factices qui, une fois construits, soutiennent le toit et permettent de dépiler entièrement les piliers réservés d'abord.

Puis, comme les couches ne sont pas plombifères au même degré, on laisse les

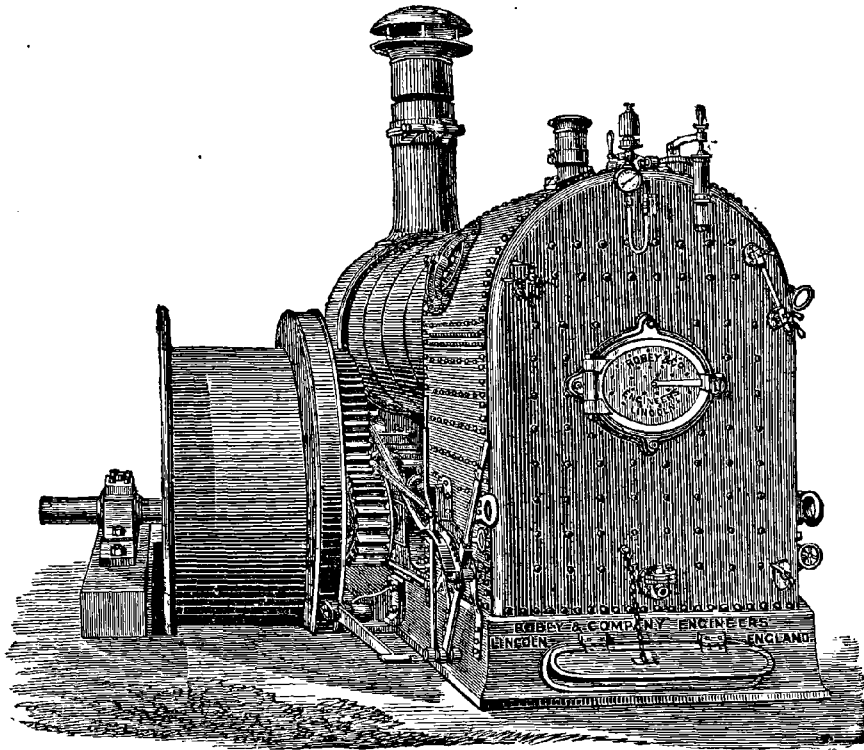
plus stériles pour former des sols intermédiaires qui consolident les travaux et permettent de les prendre en sous-œuvre.

Telles sont, sinon toutes les modifications apportées par la pratique, au moins toutes les méthodes connues pour l'exploitation des minerais métallifères et carbonifères.

Il nous reste maintenant à parler des travaux accessoires, dont le plus important, c'est-à-dire le moins accessoire, est l'extraction des minerais.

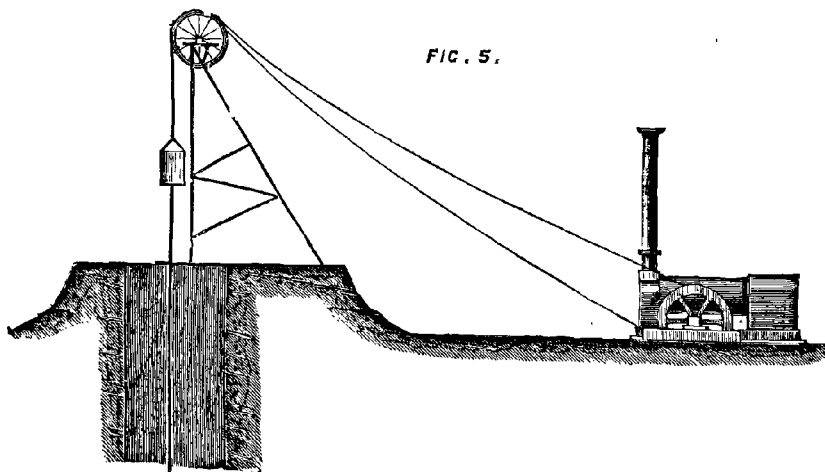
EXTRACTION DES MINERAIS

L'extraction du minerai comprend deux



Machine d'extraction Robey, à un seul tambour.

opérations très distinctes : le roulage et le montage. | Nous avons déjà défini le roulage en ce qui concerne l'exploitation à ciel ouvert,



Fonctionnement de la machine.

en galerie on n'opère pas toujours de la même manière, et les véhicules et les moyens de traction varient selon la dimension des galeries, l'outillage général de la mine et aussi selon les usages locaux.

Aussi quelquefois on emploie des wagonnets simples poussés à bras d'hommes sur les rails de la galerie jusqu'auprès des puits où on les décharge dans les benues montantes; à Blanzv, à Saint-Étienne, dans tout le bassin de la Loire, ces chariots, qui ont jusqu'à 14 hectolitres de capacité, se vident à l'avant par un panneau mobile sur charnière.

Dans les exploitations de Mons et Charleroi, le roulage de la houille est fait par des femmes qui poussent des berlincs fabriquées avec assez de soin.

A Anzin, on emploie le wagon en tôle de M. Cabany dont la caisse évasée permet un bon chargement et rend le transbordement facile.

A Liège, on fait mieux encore, car on supprime le transbordement au moyen de berlincs, moins perfectionnées, mais qui, munies de crochets à leur partie supérieure, peuvent s'élever au jour exactement comme des benues.

A Blanzv, la même idée est appliquée d'une autre façon, en charriant le minerai dans des espèces de tonneaux à un seul fond (autant dire des benues), posés sur des plates-formes.

Ce système, très économique, est en train de se généraliser partout au moyen du wagon cylindrique à bascule de M. Decauville, qui est d'ailleurs une véritable benne roulante.

Ce wagon, construit d'abord pour le déchargement des bateaux de charbon, est d'un emploi tout indiqué dans les galeries de mine.

Monté en équilibre sur des montants en arcade, reposant sur un truc à quatre roues, il peut au moyen de crochets être enlevé seul, si le lieu de déchargement n'est pas

éloigné de l'orifice du puits, ou avec son chariot s'il y a une certaine distance à parcourir pour atteindre le chantier.

En tous cas, son système basculant le rend d'un emploi très expéditif, et automatique, si l'on veut, puisqu'il suffit d'établir au mécanisme de la benne un mouvement de déclanchement, pour qu'elle bascule à un point déterminé.

Dans les galeries en pente, qui sont quelquefois des puits inclinés on utilise généralement la force de la gravité.

Dans certaines exploitations métallifères on établit de longs couloirs dont le fond est garni de planches et dans lesquels on fait rouler le minerai de haut en bas; quelquefois, quand la pente est moins sensible, on remplit le couloir de minerai en ayant soin de le maintenir toujours plein en comblant le vide qui se produit à la partie supérieure au fur et à mesure qu'on charge la matière à l'extrémité inférieure de la galerie.

Mais ces procédés ne seraient pas possibles dans les mines de houille où il faut éviter de briser la substance utile en fragments trop menus; on y supplée par l'emploi du plan automoteur dont nous avons déjà parlé.

Arrivons maintenant au montage proprement dit, c'est-à-dire à l'extraction par les puits verticaux, en passant en revue tous les procédés.

Le plus primitif est le treuil, soit mù par une grande roue à chevilles à l'intérieur de laquelle l'ouvrier fait exactement le même manège que l'écureuil qui tourne dans sa cage, comme on en voit encore à certains puits de carrières des environs de Paris.

Soit à l'aide d'une manivelle qui s'attache à la main ou, mieux encore, au moyen d'un manège tourné par des chevaux.

Ce treuil monte naturellement la benne chargée de matériaux, qui est fixée à l'extrémité du câble.

Mais ce moyen n'est applicable que pour

des exploitations peu importantes et des puits peu profonds.

Dans les carrières, où l'extraction demande une certaine activité et dans toutes les mines où l'on n'a pas encore adopté les moteurs spéciaux très employés en Angleterre et dont nous avons déjà parlé à propos du fonçage des puits, on établit une machine à molettes que l'on fait mouvoir soit par manèges à chevaux, mais plus fréquemment par la force de la vapeur ou des chutes d'eau.

Une machine à molettes se compose essentiellement :

1° D'une ou plusieurs poulies qu'on appelle molettes, placées au-dessus du puits et sur lesquelles passent les câbles.

2° D'une charpente supportant les molettes et qu'on appelle *chevalet* ou *belle fleur*.

Et 3° Des tambours ou bobines sur lesquels s'enroulent les câbles et qui reçoivent leur mouvement d'une machine à vapeur, ou d'une roue hydraulique.

Si l'on se sert, pour le montage des bennes, de câbles ronds aussi bien métalliques qu'en chanvre, on emploie un tambour *horizontal* formé de deux cônes trouqués réunis par leur grande base et mobiles sur un axe vertical sur lequel les deux câbles : l'un montant, l'autre descendant, agissent en sens inverse, c'est-à-dire que l'un s'enroule, pendant que l'autre se dévide.

Si au contraire on a adopté les câbles plats, c'est sur des bobines isolées qu'ils doivent s'enrouler ou se dérouler.

Ces bobines se composent d'un noyau en fonte, muni de bras assez longs et dont l'écartement est juste celui de la largeur du câble.

Le câble s'enroule de lui-même entre ces bras de façon que son diamètre d'enroulement augmente à mesure que la charge approche de l'orifice du puits.

Quand on emploie des chaînes, ce qui n'est avantageux que pour des puits peu profonds, leur système d'enroulement est

le même que pour les câbles ronds, les plus économiques de tous, car ils ont sur les plats l'avantage de s'user beaucoup moins par suite de leur mode d'enroulement, et de coûter près de cinquante pour cent moins cher, à poids égal.

A la vérité ils ont le défaut de se tordre par l'effort de la traction, mais ce défaut n'existe plus depuis que les bennes ou cages sont guidées comme nous le verrons tout à l'heure.

Mais finissons d'abord d'étudier la machine à molettes.

Nous avons dit que les molettes étaient des poulies de renvoi, d'où les câbles descendent verticalement dans les puits, car il est bien entendu qu'il y a toujours à côté l'un de l'autre le puits montant et le puits descendant dont la destination change alternativement, puisque les deux molettes sont conductrices du même câble.

Mais nous n'avons pas indiqué les conditions indispensables de leur bon fonctionnement, savoir :

Un diamètre assez grand, pour ne pas briser par une courbure trop rapide les câbles, que l'on fabrique généralement en fil de fer.

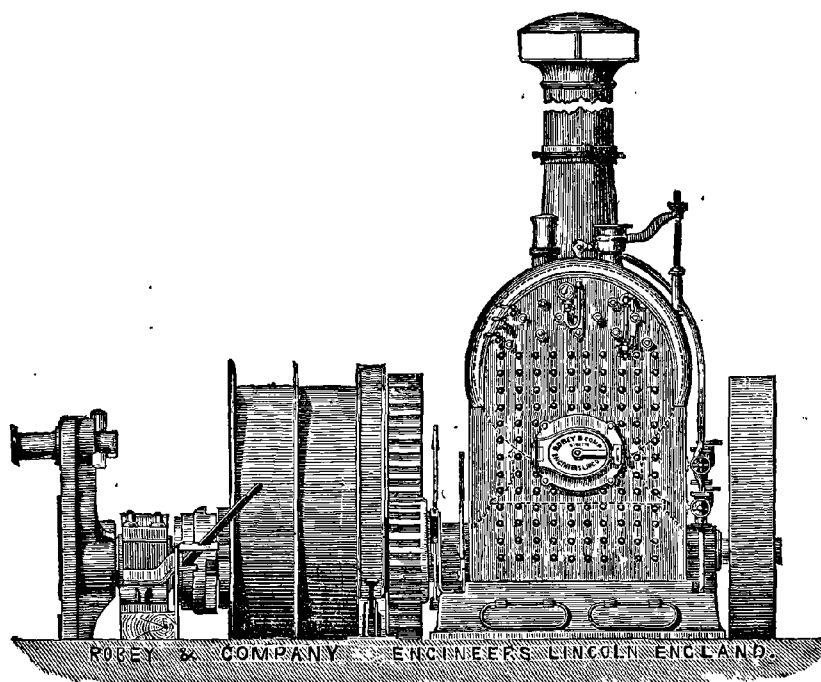
Présenter une gorge assez profonde pour que le câble ne puisse s'en échapper.

Enfin, offrir les conditions de solidité nécessaires aux charges qu'ils doivent porter et surtout pour résister aux chocs susceptibles de se produire pendant le service.

Et c'est pour cela qu'on les construit en fonte.

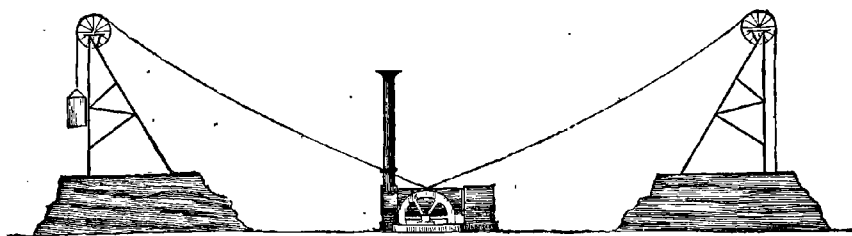
Les chevalets sur lesquels elles sont montées ne servent pas seulement à cela, ils ont aussi pour objet de supporter l'extrémité du guidage, lorsqu'on en fait usage, ce qui maintenant est à peu près général. A cet effet, ils doivent avoir une hauteur suffisante pour que les cages, bennes ou autres véhicules qui servent au montage puissent dépasser l'orifice du puits.

Cette hauteur varie entre 8 et 16 mètres, selon les exploitations. Quant aux moteurs ils varient selon les localités; ainsi dans le Hartz, où il y a des chutes d'eau d'une grande puissance à portée des mines, on les utilise pour créer des



Machine Robey, à 2 tambours jumeaux.

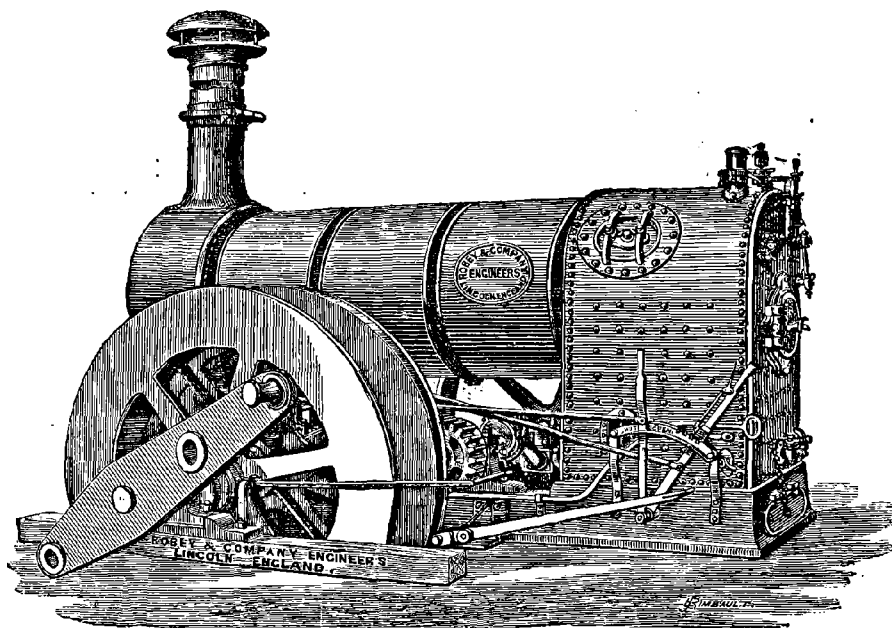
moteurs hydrauliques, mais presque partout c'est la vapeur, car il ne faut pas compter avec les manèges à chevaux qui, à cause de leur peu de vitesse, ne sont plus employés, du reste, que dans les exploitations de peu d'importance. En France, en Belgique, on emploie presque indifféremment toute espèce de



Fonctionnement dans deux puits à la fois.

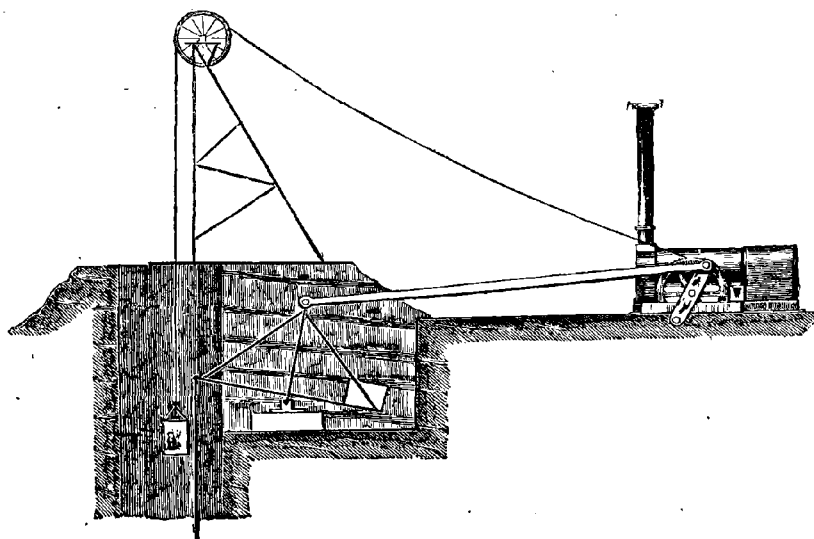
machines fixes auxquelles on ne demande pas d'autre travail que d'imprimer un mouvement circulaire à l'arbre moteur, mais en Angleterre aussi bien qu'en Allemagne on se sert de machines spéciales. Celles qui ont le plus de réputation, sont

les machines d'enfonçage et d'extraction | dont nous avons promis de parler en détail
fabriquées par M. Robey et C^o de Lincoln, | et que nous allons décrire ici, bien que cela



Machine Robey à tambour embrayé pour l'épuisement de l'eau.

nous fasse revenir un peu sur nos pas. | aux travaux d'exploration, c'est-à-dire au fon-
Car ces machines sont surtout appropriées | çage des puits et à l'extraction des matériaux.



Fonctionnement de la machine faisant à la fois extraction et épuisement.

Il y en a, du reste, de plusieurs sortes, ou | peut être modifiée selon les travaux qu'on
pour parler plus économiquement la même | veut lui faire faire.

Liv. 67.

67

Ainsi pour les premières opérations du fonçage d'un puits, alors qu'on ne peut se servir que d'un monte-charge, la machine que représente notre premier dessin est à tambour simple claveté sur l'arbre moteur, avec engrenage qui s'engrène lui-même, dans le rapport de 1 à 4 avec un autre adapté à la machine.

En est-on arrivé à avoir besoin de faire manœuvrer à la fois deux cages, l'une montante, l'autre descendante, la machine est munie : soit d'un tambour plus large partagé en son milieu par une zone, soit de deux tambours indépendants : selon qu'il s'agit d'opérer dans un seul puits ou dans deux puits peu distants l'un de l'autre, comme nous le verrons tout à l'heure.

Mais décrivons d'abord l'appareil d'après un article de l'*Engineer* (15 juin 1875).

« L'ensemble de la machine est identique à celui d'une locomotive dont les longerons sont supprimés, elle est montée sur un bâti en fonte dont une des extrémités forme le cendrier avec porte destinée à régler le tirage ; au-dessus se trouve la boîte à feu de la chaudière, l'autre extrémité de la chaudière vient se reposer sur une armature fourchue au-dessus du cylindre à vapeur.

« La partie de la plaque de fondation, placée immédiatement au-dessous du cylindre, sert de réservoir à l'eau condensée provenant des purgeurs ; l'échappement s'y rend aussi en partie de manière à chauffer l'eau d'alimentation à une température voisine du point d'ébullition avant son injection dans la chaudière.

« La chaudière est boulonnée au cylindre par l'extrémité où se trouve la boîte à fumée tandis que la boîte à feu, étant supportée par de petits rouleaux, peut facilement se dilater lorsqu'on monte en pression. On a fixé un support pour le tambour sur la plaque de fondation, qui ne reçoit aucun effort tendant à détériorer les tôles qui entrent dans la construction de la chaudière, ni à fatiguer les joints.

« Ce tambour est monté à côté de la machine, le palier-support de l'autre extrémité est boulonné à une forte semelle en chêne, le tambour a 2^m,75 de diamètre, garni de chêne, les extrémités sont en fonte. Un hérisson est claveté sur l'arbre du tambour à l'extrémité près de la machine, son diamètre est de 2^m,54.

« Sur l'extrémité de l'arbre de la manivelle, se trouve aussi claveté un pignon de 60 centimètres de diamètre engrenant avec le hérisson. Ces deux roues sont garanties d'un côté. Les faces travaillant des dents ont 229 millimètres de largeur, le pas est 102 millimètres. L'ajustage de ces engrenages est très soigné, aussi travaillent-ils avec une très grande vitesse, sans aucun bruit, le tambour fait 24 à 25 tours par minute, et la vitesse d'enroulement de la corde est d'environ 150 mètres par minute.

« La machine est munie de deux freins ; l'un d'eux est monté sur le volant, c'est celui dont on se sert le plus communément, le deuxième qui est d'une action très puissante opère sa friction autour du tambour. Le but principal de ce dernier frein est d'être d'un effet instantané en cas d'accidents occasionnés par la rupture des dents d'engrenage.

« L'ensemble de la machine se trouvant monté sur une seule plaque de fonte, dispense de fondations lourdes et coûteuses, son poids seul suffit à donner à l'appareil toute la stabilité désirable.

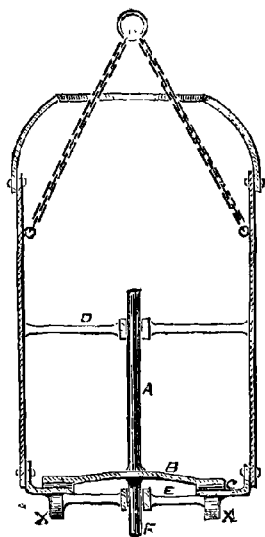
« De plus tous les leviers servant à la manœuvre de la machine, sont montés sur le côté de la boîte à feu de manière à ne nécessiter qu'un seul homme pour la manœuvre du chauffage. »

On voit donc que cette machine possède des avantages notables pour le service qu'elle est appelée à faire. D'abord formant un tout compacte elle ne nécessite aucune fondation, et la rapidité avec laquelle elle peut être mise en place peut faire gagner un temps précieux ; en outre elle permet de

réaliser une grande économie de combustible, puisqu'on peut, grâce à son immense boîte à feu, brûler toutes sortes de menus et de résidus de charbon.

Elle ne sert pas, d'ailleurs, qu'à l'enlèvement des matériaux et des déblais, elle est employée aussi concurremment à l'extraction des eaux, qui se rencontrent plus ou moins dans les puits, et cela sans pompe d'épuisement, mais au moyen d'un appareil fort ingénieux inventé par M. Bromley, et expérimenté avec succès dans les mines de « Florence Colliery, » dans le Straffordshire.

Cet appareil est tout bonnement un baquet en fer, suspendu à la corde de descente, au moyen d'une anse qui tourne sur deux pivots au-dessous du centre de gravité du baquet, qui est maintenu en équilibre par un ressort qui vient butter sur un des côtés de l'anse.



Ce baquet, dont le diamètre est de 90 centimètres et la hauteur de 1^m,50 environ, est muni au fond d'une ouverture circulaire de 50 centimètres, munie d'un clapet B, monté sur un pivot central A, et dont le mouvement est maintenu vertical par les guides D.E.

Lorsqu'il plonge dans le puits, à travers un trou ménagé dans l'échafaudage où se tiennent les hommes, la pression des eaux de bas en haut fait soulever la plaque B, le baquet se remplit immédiatement et monte à l'orifice du puits, où un homme l'attire jusque sur l'auget qui commence le tuyau de décharge, là il se vide automatiquement; car l'extrémité F du pivot A appuyant sur la plate forme de l'auget, la plaque B se soulève et reste ouverte tant que le baquet repose sur ses arrêts XX, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il soit vide.

Ce système est des plus simples, et surtout des plus expéditifs, puisqu'un baquet qui contient plus de 1100 litres d'eau peut faire trente voyages par heure, ce qui donne un épuisement de plus de trente mille litres à l'heure, suffisant dans presque tous les cas.

Pour que la machine l'actionne, il suffit que le tambour soit fou sur l'arbre moteur et qu'on l'embraye au moyen d'une griffe, comme dans notre gravure de la page 529.

L'arbre de support du tambour se prolonge en dehors du palier, de façon à porter une forte manivelle de pompe, clavetée à son extrémité, et dont on peut varier la course au moyen de trous percés à différentes distances du centre, pour recevoir le bouton de manivelle.

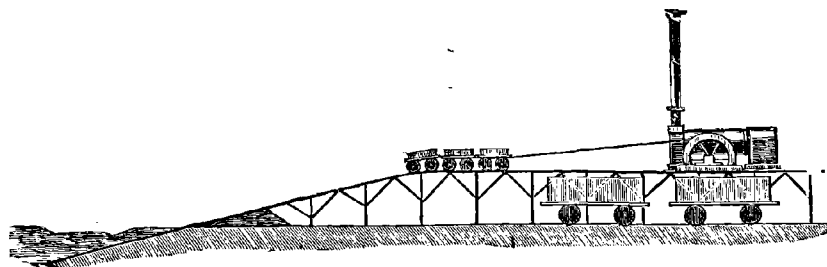
Avec cette disposition, si la machine ne fait pas d'extraction, on désembraye le tambour et la pompe est aussitôt mise en travail. Ce qui n'empêche pas la machine de faire les deux ouvrages à la fois, comme on le voit dans notre second dessin.

Si l'on veut faire un travail plus continu, il faut employer deux tambours, indispensables d'ailleurs lorsqu'on veut avoir à la fois une cage montante et une descendante.

La disposition de ces deux tambours varie selon les cas, mais ils peuvent toujours être montés avec une griffe de débrayage pour l'adaptation de la pompe.

Pour la manœuvre ordinaire les deux tambours sont jumelés, ils n'en font en quelque sorte qu'un, plus large et coupé en son milieu par une joue.

S'agit-il de travailler dans deux puits à la fois, les tambours sont indépendants l'un de l'autre et quelquefois n'ont pas le même diamètre.



Puits incliné à une seule ligne de rails.

Ce cas se présente même pour les tambours accolés, lorsque par exemple, ils doivent travailler tous les deux ensemble à des profondeurs diverses, alors on calcule le diamètre des tambours sur les distances à explorer.

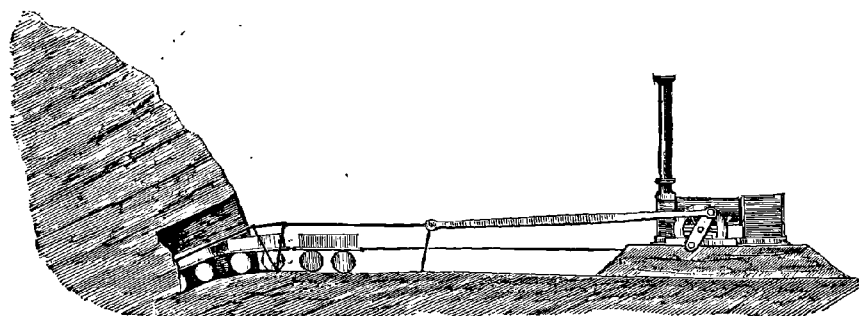
Cela s'explique du reste, car il est facile de comprendre que si deux tambours, actionnés par le même arbre, ont l'un par exemple 1^m,83 de diamètre et l'autre 1^m,22, le plus grand montera sa charge d'une profondeur de 274^m,50, dans le même temps que

le petit mettra à descendre sa cage à 183 mètres.

Ce ne sont du reste plus que des questions de chiffres, car le procédé est toujours le même.

La machine Robey s'emploie aussi pour le fonçage et l'extraction des puits inclinés et beaucoup plus économiquement que les machines à air comprimé, qui ne se recommandent du reste, que dans les cas où la ventilation est difficile.

Lorsque le plan incliné a une pente suffi-



Puits incliné à deux lignes de rails.

sante pour que les wagonnets vides redescendent par la gravité seule, on emploie la machine à tambour simple, le renversement du changement de marche étant suffisant

pour déterminer le mouvement descendant des wagons.

Si le plan incliné est d'une grande longueur, le tambour doit être fou sur l'arbre,

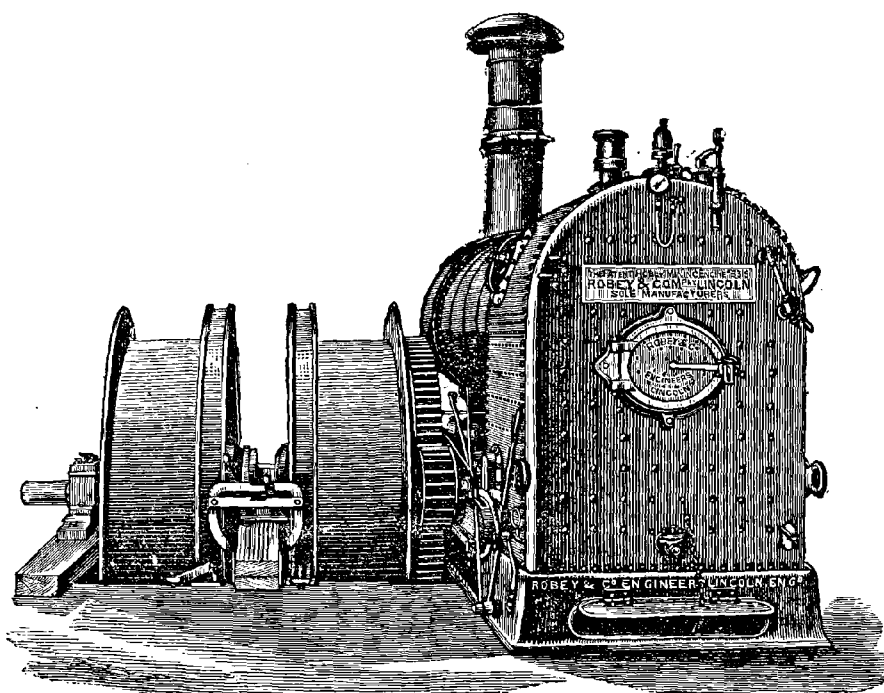
et on le désembraye pendant qu'on descend les wagons vides au moyen du frein.

Dans ces deux cas une ligne de rails suffit et peut faire assez de besogne, si l'on a le soin de la terminer par une rampe en charpentes, de façon à ce que les matériaux soient versés immédiatement dans les wagons de ballast qui doivent les emporter au dépôt.

Mais il est toujours plus économique de

travailler avec deux lignes de rails, par la raison que les wagons montants se faisant équilibre avec les wagons descendants, il ne reste à tirer que le poids net.

On en est quitte pour employer la machine à double tambour quand la pente est suffisante, et à deux tambours indépendants quand elle est trop faible pour que les wagonnets se mettent en mouvement d'eux-mêmes, l'un ou l'autre de ces tambours peut



Machine Robey, à deux tambours indépendants.

être claveté ou fou sur l'arbre, mais on ne peut les embrayer tous les deux à la fois.

Pour retirer les wagons vides on fixe ordinairement à l'arrière du train, une corde appelée corde de remorque.

Elle est passée autour d'une poulie à gorge, fixée à l'extrémité du plan et est ramenée ensuite sur le second tambour. Tandis que la charge est enlevée par un tambour, l'autre tourne librement, laissant aller la corde de remorque qui, pour faciliter

la manœuvre, est maintenue raide par un léger serrage du frein sur le tambour-fou. Quand cette opération est terminée on ramène les wagons pleins.

C'est en somme, à quelques modifications près le système de locomotion dont nous avons déjà parlé à propos de chemin de fer, sous le nom de plan incliné.

Est-il utile maintenant d'expliquer l'emploi de la machine Robey au cours de l'exploitation, pour le montage des hennes ou des cages guidées.

Cela va de soi, ce n'est qu'une simple question d'adaptation.

Le moteur est le même, seulement il actionne deux tambours indépendants qui remplacent avantageusement ceux de la machine à molettes, d'autant que chacun a son frein et son débrayage séparé.

Ce qui permet de monter indifféremment les charges de deux puits, ou d'un seul, selon les besoins de l'exploitation ; et cela très économiquement, puisque, avec une machine de la force de 50 chevaux, on peut extraire, en vitesse normale, d'un puits de 150 mètres de profondeur, 700 tonnes de minerai par journée de travail de dix heures.

Parlons maintenant des véhicules qui changent de noms et de formes selon les localités.

Les *bennes* sont des espèces de tonneaux, renflés du milieu, et dont la capacité va depuis 4 hectolitres jusqu'à 22, mais quand ils sont très grands, comme en Belgique, on les appelle des *cuffats*.

A Liège, ce sont des berlines qu'on accrochait, jusqu'à huit à la fois, aux câbles de montage.

Mais maintenant qu'on se sert partout, pour l'extraction, de cages qui circulent entre des guides, les noms des récipients se confondent dans celui de leur contenant.

Immense progrès d'ailleurs que ces cages, car lorsque les bennes circulaient librement dans les puits, il y avait souvent des accrochages entre la montante et la descendante, et toujours contre les parois des puits, des chocs qui, si l'on emplissait les bennes, compromettaient la vie des ouvriers d'en bas, malgré leurs chapeaux en fer blanc, malgré les planchers qu'on établissait au-dessous des bennes et qui n'empêchaient pas toujours les blocs de minerais de tomber dans le puits, sans compter l'inconvénient désastreux de la rupture des câbles qui est maintenant sans danger, comme nous allons le voir.

On a commencé par établir le guidage

des bennes au moyen de quatre câbles tendus verticalement dans la hauteur du puits, entre lesquels les bennes maintenues par des anneaux ou des espèces de crochets, montaient ou descendaient sans perdre leur position verticale et surtout sans se rencontrer au milieu du trajet.

Ce système, qui n'a pas été abandonné dans toutes les exploitations de second ordre, donne déjà beaucoup de sécurité.

Mais on a fait mieux : dans les mines importantes, on a remplacé les câbles par des longrines en chêne, et les bennes par des cages, qui sont guidées le long de ces longrines par des coulisses ou des patins en fonte ou en fer.

Ces cages, en bois ou en fonte, ont été bientôt perfectionnées, et dans les mines où la traction du câble est faite par un moteur puissant, on en a construit à deux, trois et quatre étages, disposés pour recevoir autant de wagons tels qu'ils sortent des galeries de roulage.

A cet effet, on a organisé aux deux extrémités du guidage aussi bien pour le chargement que le déchargement des cages, un système d'endiguement qu'on appelle *cûchage*, permettant d'arrêter la cage au niveau de chacun de ses étages, et qui se compose de quatre taquets ou verrous, que la cage soulève pour se poser dessus, au fur et à mesure qu'ils retombent pour se placer en consoles.

Ces taquets sont relevés ensuite : en haut, par le receveur, en bas par l'accrocheur.

Car on appelle *accrochage*, bien que le mot ne soit plus propre, l'action de charger la cage au fond du puits.

Du reste, on nomme plus communément : recette des cages, l'opération qui consiste à faire sortir les wagons pleins, pour les remplacer par des vides, à l'orifice du puits, et qui se reproduit en sens inverse, au niveau de la galerie de roulage.

Le système des cages guidées n'a pas seulement l'avantage de monter vite et

beaucoup de minerais sans faire courir de risques aux accrocheurs, il prévient les accidents dus à la rupture des câbles au moyen d'un appareil placé au-dessus de la cage et qui, ayant pour objet de l'arrêter dans sa chute au fond du puits, quand le câble vient à casser, s'appelle parachute. Cet appareil, que l'architecte Claude Perrault connaissait, dit-on, n'a pourtant été employé pour la première fois qu'en 1843, par l'ingénieur Machicourt, dans les mines de Decize.

Le plus usité est celui de M. Fontaine, dont notre dessin explique le fonctionnement.

Il se compose de deux grappins ou griffes d'acier A, B qui, au moment même où le câble se brise, s'enfoncent dans les longrines comme dans C, D, et cela par l'effet du ressort E qui, comprimé par la tension du câble, se détend immédiatement sitôt qu'il n'est plus soutenu.

Les griffes, entrant profondément dans le bois des longrines, la cage s'arrête, et, l'expérience l'a démontré, avant même qu'un commencement de descente s'opère, et sans qu'aucune secousse se produise.

Ainsi complété, ce système de montage paraît irréprochable, et il l'est en effet tant qu'on n'atteint pas des profondeurs telles que le poids toujours croissant, au fur et à mesure que l'on descend, des câbles conducteurs, empêche toute exploitation.

Mais pour ce cas, la science qui ne se repose jamais a déjà trouvé autre chose, et le tube atmosphérique de M. Zulma Blanchet est évidemment le système de l'avenir.

Oh! il fonctionne déjà, dans le puits Hottinguer à Épinac où il a été expérimenté en 1876, et probablement ailleurs maintenant, vu le réel succès qu'il a obtenu à l'exposition de 1878.

Succès qui s'explique d'autant mieux qu'il a été compris tout de suite, le système n'ayant rien d'absolument neuf, puisque,

sauf sa disposition dans le sens vertical, et son application spéciale, c'est exactement le tube pneumatique dans lequel on transporte les cartes-télégrammes à Paris, et même des voyageurs à Londres et à New-York.

Seulement il fallait y penser, c'est toujours l'œuf de Christophe Colomb. Eh bien! M. Blanchet y a pensé et, comme il dirigeait les mines d'Épinac, il a pu appliquer son idée, sans avoir à se heurter contre les préjugés de la routine.

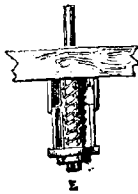
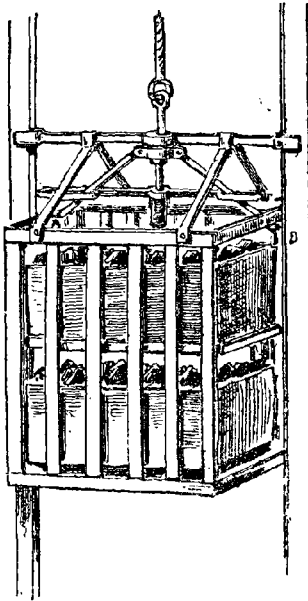
L'appareil se compose d'un cylindre métallique, suspendu librement dans le puits de la mine, dans lequel joue à frottement un piston complexe, qu'on appelle *train*, précisément parce qu'il contient intérieurement la cage à neuf compartiments destinée à recevoir les chariots porteurs du minerai.

Ce train a trois parties distinctes :

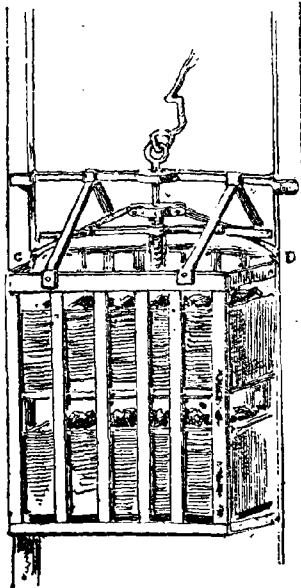
1° La partie supérieure formée de deux plateaux ou pistons minces, partie en bois, partie en acier mais aussi légers que possible, qui laissent une certaine distance entre eux et qui, destinés à jouer à frottement dans le tube, sont rendus souples et étanches sur leur pourtour, par une garniture de cuir derrière laquelle 48 segments de bois ou de fer creux sont pressés par 96 ressorts en fil de laiton.

2° La cage contenant les chariots d'extraction dans neuf compartiments *ad hoc*, elle est construite en acier pour être plus légère et attachée au piston supérieur par une tige à suspension, autour de laquelle on peut la faire tourner à la main pour l'amener en position convenable : soit pour le chargement ou le déchargement, devant les portes pratiquées dans le tube pour le passage des chariots.

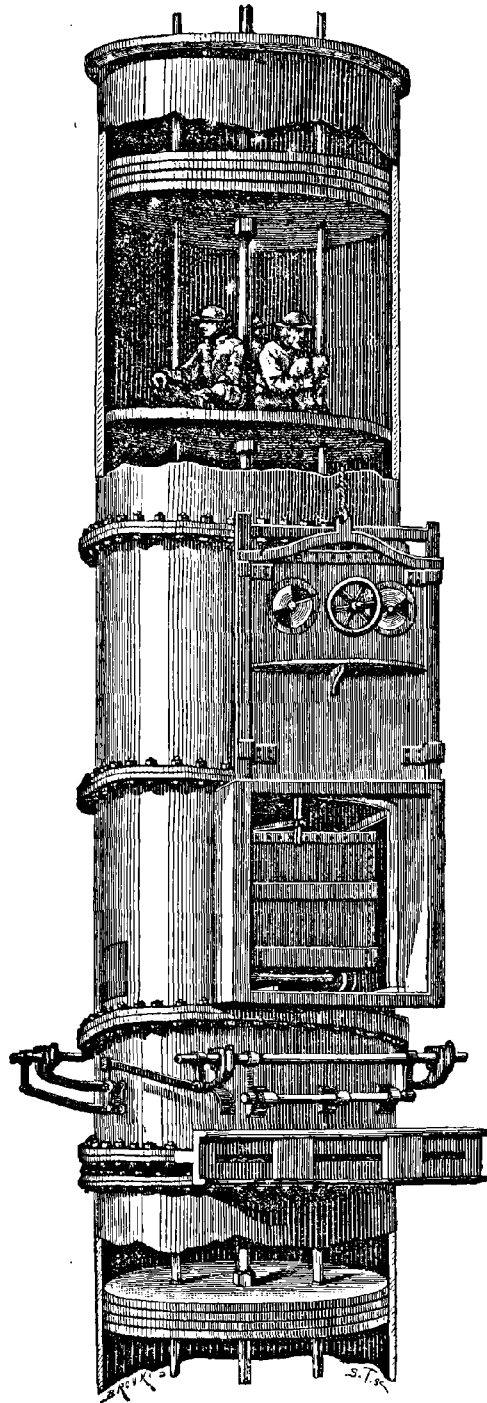
3° Et la partie inférieure, composée d'un piston mince, de même construction que les pistons supérieurs, mais ayant en plus une soupape que l'on tient ouverte, lorsque le train transporte des voyageurs.



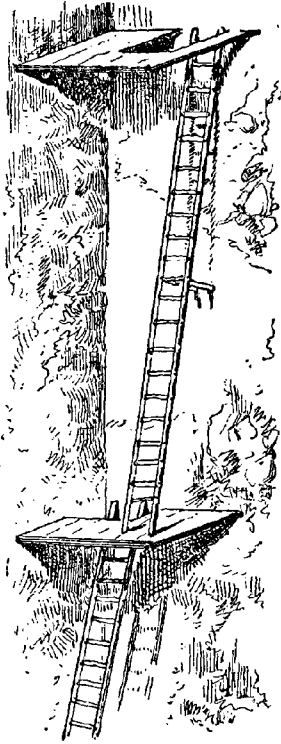
Parachute.



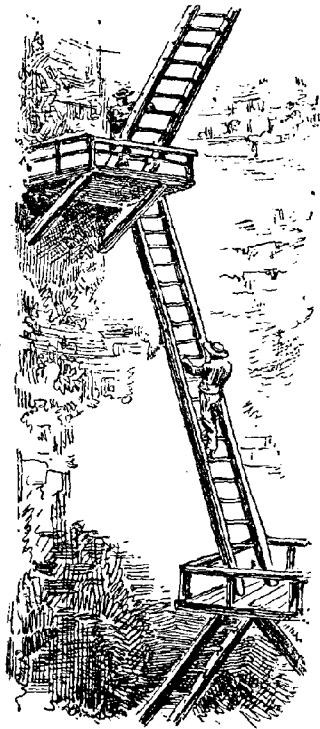
Cages guidées avec parachute.



Tube pneumatique Blanchet pour le montage des minerais.



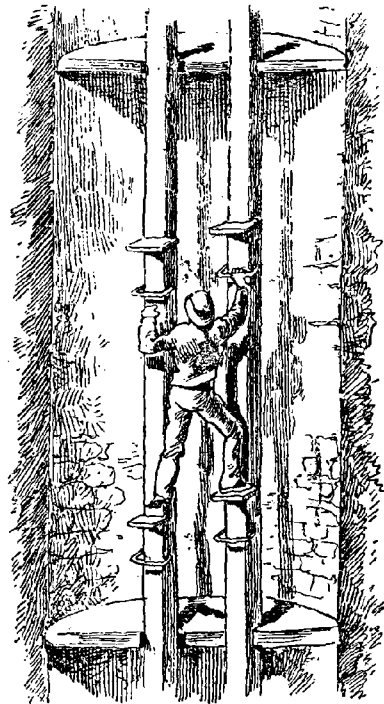
Échelles à plancher.



Échelles à palier.



Système allemand.



Fahrkunst.

On comprend maintenant que le train monte ou descende dans le cylindre selon que la machine placée à l'orifice raréfie l'air par-dessus ou le laisse entrer, et que l'on puisse régler mathématiquement sa vitesse par les quantités d'air ôtées ou admises à la partie supérieure du piston.

La première machine installée au puits Hottinguer, n'enlevait qu'un mètre cube d'air par seconde, ce qui n'imprimait au train qu'une vitesse de cinquante centimètres par seconde; elle a fonctionné pendant deux ans, enlevant de 600 mètres de profondeur des trains pesant 6,000 kilogrammes.

Mais depuis on en a construit qui font douze mètres cubes de vide à la seconde et donnent une vitesse de 6 mètres à chaque coup. Et le dernier mot n'est pas dit.

Le progrès, d'ailleurs, est déjà très appréciable puisque, avec le système pneumatique, on peut extraire le minerai des profondeurs les plus grandes, et c'est ainsi qu'à Épinac on exploite maintenant, entre 600 et 1000 mètres, une richesse houillère qu'on estime à 400 millions d'hectolitres, dont la plupart eut été perdue avec les procédés ordinaires.

CIRCULATION DES OUVRIERS

La montée et la descente des ouvriers dans les mines, — dangereuse naguère encore avec les bennes, d'autant que les hommes se posaient sur les bords plutôt que de se loger à l'intérieur et que le moindre choc pouvait les renverser — est plus pratique aujourd'hui avec les cages guidées et surtout avec les tubes atmosphériques Blanchet; mais, dans les exploitations où le personnel est très nombreux, ce moyen ne peut être qu'un encas, applicable tout au plus le matin avant que les travaux d'extraction ne soient commencés, et le soir après qu'ils sont finis; et l'on ne peut y compter absolument.

Dans les exploitations importantes il serait trop dispendieux, car il enlèverait pendant un temps assez long les appareils à leur destination naturelle, qui est l'extraction du minerai.

C'est pour remédier à cet inconvénient qu'on avait imaginé les échelles, abandonnées partout aujourd'hui sinon par les petites exploitations et dans des puits peu profonds, où les ouvriers peuvent gagner leurs postes assez vite et sans se fatiguer beaucoup.

Les échelles avaient aussi une autre raison d'être, qui subsiste toujours du reste, c'était de permettre, en cas d'accident subit, explosion de grisou ou autre, à un grand nombre d'ouvriers de se sauver en même temps; ce qui serait impossible avec les appareils de montage les plus perfectionnés.

Dans le principe on se servit d'abord d'échelles ordinaires, fixées le long des parois du puits, dans un compartiment particulier, coupé en étages par des planchers de repos qui permettaient de donner assez de pied aux échelles pour en rendre l'ascension moins pénible.

Ce système, qu'on perfectionna naturellement, ne fut pas seulement employé à la circulation des ouvriers; dans certaines mines d'argent du Brésil, où la matière utile n'est pas très encombrante, on s'en servait pour le montage des minerais, qui était fait, s'il ne l'est encore, à dos d'hommes ou de femmes, au moyen de hottes.

Dans d'autres exploitations, notamment en Allemagne, on remplaça les échelles qu'on trouvait, avec raison, trop fatigantes pour les ouvriers, puisqu'elles exigeaient le travail des quatre membres à la fois, par une espèce de vis d'Archimède, construite avec des rondins de sapin, fixés en spirale autour d'un axe vertical.

C'était encore très fatigant, et surtout très coûteux, car, ne pouvant ménager des paliers de garage sur cette espèce de che-

min en colimaçon on était obligé d'en créer deux dans chaque mine : un pour la montée, l'autre pour la descente.

Enfin, vers 1833, on établit, aux mines de Zellerfeld, dans le Hartz, des échelles mobiles qui sont le point de départ des systèmes employés partout aujourd'hui et qu'on appelle *fahrkunst* en Allemagne, *men engine* en Angleterre et *warocquère* en France et en Belgique.

L'invention de l'ingénieur Dœrell se composait de deux échelles accolées l'une près de l'autre, mais pourtant indépendantes et animées alternativement, d'un mouvement de va-et-vient vertical.

Il suffisait à l'ouvrier qui voulait descendre de se poser sur l'échelle qui descendait et de changer d'échelle au moment où la première, à bout de course, commençait à remonter, pour se placer sur l'autre qui descendait alors à son tour; et ainsi de suite jusqu'au terme du voyage.

Mais c'était presque de la gymnastique et l'on modifia le système pour l'usage des ouvriers moins agiles.

On remplaça les échelles par des tirants, portant de petits marchepieds échelonnés sur toute leur longueur et munis au-dessus de chacun de ces derniers, de poignées de fer, placées à une hauteur calculée pour que l'ouvrier puisse s'y cramponner avec la main.

Quant au fonctionnement, c'était le même, le mineur passait d'un tirant sur l'autre en se tenant toujours sur les marchepieds de celui qui montait, s'il voulait monter, et vice versa.

Mais on fit mieux encore; au lieu de tirants simples on en employa de doubles, reliés, de distances en distances, par des traverses destinées à porter les ouvriers et on espaça ces deux tirants de façon à disposer, entre le montant et le descendant, des paliers de repos sur lesquels l'ouvrier pouvait attendre, sans être astreint à un vérita-

ble travail, le changement de mouvement des tirants.

Le dernier perfectionnement est celui qu'apporta, en 1848, M. Abel Warocqué de Mariemont, d'où les appareils employés depuis ce temps en France et en Belgique sont appelés *Warocquères*.

C'est le *fahrkunst*, mais beaucoup moins encombrant que dans le système allemand et surtout beaucoup plus commode pour les ouvriers, qui voyagent ainsi sans fatigue.

Les échelles sont remplacées par des tirants métalliques munis, de 3 mètres en 3 mètres, de paliers avec balustrades et disposés de façon à se toucher presque en passant l'un auprès de l'autre, ce qui rend le changement de place très facile.

Notre dessin l'expliquera du reste. Quant au moteur il est infiniment plus simple et moins encombrant que le balancier des machines allemandes.

Ainsi, les tiges métalliques qui servent de tirants, portent à leur extrémité supérieure chacune un piston, qui joue dans un cylindre, dont le développement est égal à la course des tirants.

Les mouvements de ces deux pistons étant rendus solidaires l'un de l'autre, par l'effet d'un certain volume d'eau qui passe d'un cylindre dans l'autre, tantôt par le haut, tantôt par le bas, il suffit donc que l'on imprime, au moyen d'un cylindre à vapeur placé au-dessus des cylindres hydrauliques, un mouvement de va-et-vient à l'un des pistons pour que l'autre le répète en sens contraire. Et en marche ordinaire, ce mouvement se produit de douze à quatorze fois par minute, ce qui permet à l'ouvrier de faire un peu plus de 35 mètres par minute.

Maintenant il faut bien dire que, malgré les avantages qu'il présente, ce système n'est pas aussi répandu qu'on pourrait le croire.

Cela tient à ce qu'il convient surtout aux grandes exploitations, qui ont de nombreux chantiers et partant beaucoup de puits com-

muniquant entre eux; ce qui devient de plus en plus rare, car on tient maintenant, dans les mines importantes à rendre les chantiers d'exploitations indépendants les uns des autres pour que, en cas d'accidents, les travaux ne soient pas arrêtés partout.

ÉPUISEMENT DES EAUX

Nous avons déjà parlé de la nécessité de

l'épuisement des eaux, qui s'impose pendant le forage des puits et le creusement des souterrains. Cette nécessité se renouvelle, sinon partout, du moins dans la plupart des mines, au courant de l'exploitation.

Les eaux s'accumulent facilement à l'intérieur soit par les fissures naturelles du sol, très nombreuses dans les roches sédimentaires, soit par des failles, de quelque



Echelles mobiles du Hartz.



Fahrkunst à paliers.

nature que ce soit, la mine serait vite envahie et tout travail rendu impossible, sans compter les accidents terribles qui pourraient résulter d'une inondation même partielle des gîtes exploités, si l'on n'avait le soin d'expulser les eaux au fur et à mesure qu'elles se produisent.

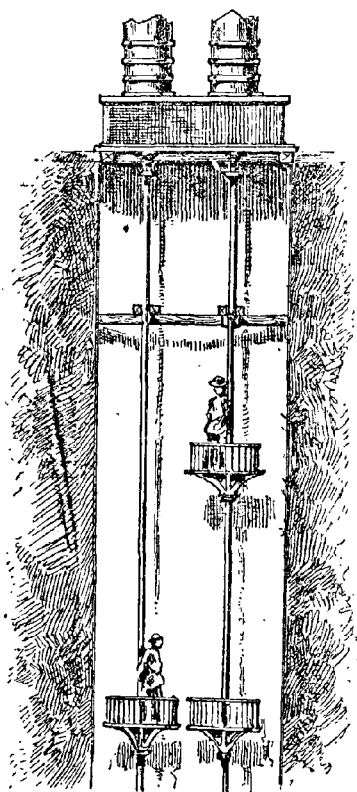
Or, comme elles arrivent incessamment, c'est donc un travail perpétuel, qui s'accomplit de différentes manières selon la nature

des terrains et surtout la disposition des lieux.

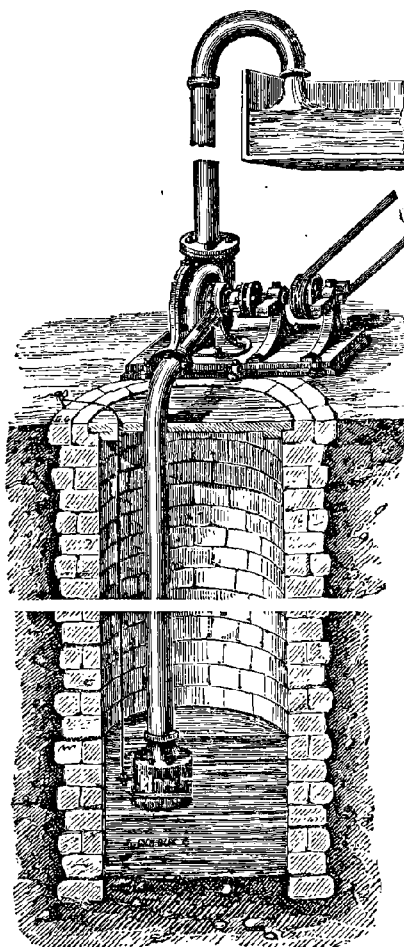
Dans les exploitations à ciel ouvert où les eaux accumulées n'acquièrent jamais une grande importance, on économise l'agencement d'un système spécial d'épuisement et l'on se contente le plus souvent de diriger les eaux au moyen de rigoles soit dans des puits absorbants, soit à l'ouverture de tranchées qui débouchent naturellement à un niveau plus bas.

Si la situation ne permet aucun de ces moyens, on creuse un ou plusieurs puisards, dans lesquels les eaux s'emmagasinent pour être enlevées ensuite par divers procédés : chapelets de godets, norias, seaux, ou par des pompes qui, même de petit effet, sont encore plus expéditives.

Lorsque les eaux sont abondantes les puisards, creusés plus profondément, si les eaux ne se rassemblent pas naturellement dans une dépression de terrain ménagée exprès, sont épuisés par les pompes rotatives dont nous avons déjà expliqué le fonctionnement en décrivant celle de M. Du-



Warocquère.



Pompe Dumont établie sur un puits.

mont, ou par d'autres systèmes équivalents comme effet, et notamment l'élevateur à jet de vapeur de M. Kœrting dont nous parlerons tout à l'heure parce que son emploi est plus spécial aux puits.

Dans les exploitations souterraines les difficultés augmentent non seulement par-

ce que l'eau est plus abondante, mais encore parce qu'il faut aller la chercher à des profondeurs souvent considérables.

Pour les mines situées en pays de montagnes ce n'est pourtant qu'une question d'installation; car il est presque toujours facile d'atteindre le gîte exploité par une

ou plusieurs galeries partant du fond de quelque vallée et par conséquent inclinées.

Ces galeries, qu'on appelle galeries d'écoulement, parce que de fait elles fournissent un écoulement naturel aux eaux provenant de régions supérieures, offrent plusieurs avantages : d'abord leur entretien est presque nul et presque toujours elles donnent issue à un volume d'eau assez considérable pour produire des forces motrices.

En outre, on peut les utiliser comme galeries d'aérage, et en bien des cas, comme galeries d'extraction.

Il y a même des galeries de ce genre qui rendent ces services multiples à plusieurs exploitations voisines et l'on peut citer comme exemple la fameuse galerie de seize kilomètres de longueur qui dessert à la fois les principales mines du district de Schemnitz, en Hongrie.

En pays peu accidentés, surtout dans les plaines, c'est tout différent, et comme on ne peut se débarrasser de l'eau que par les puits, on est obligé d'avoir recours aux moyens mécaniques.

En conséquence, on établit au fond des puits une cuvette ou même un puisard, d'une profondeur suffisante pour que les eaux puissent s'y rassembler et on les élève ensuite par différents procédés.

Soit au moyen de bennes, tonnes ou caisses d'épuisement, soit au moyen de pompes de divers systèmes.

Les caisses d'épuisement, nous en avons parlé à propos de la machine d'extraction, appliquée au fonçage des puits de M. Robey.

Elles fonctionnent au moyen de câbles, de tambours et de molettes exactement comme les bennes qui servent à l'extraction du minerai.

Les pompes, plus généralement employées, du reste, sont de plusieurs sortes.

Nous avons déjà parlé des pompes rotatives Dumont sur lesquelles nous ne reviendrons pas ; car, si leur emploi présente des

avantages considérables pour le creusement des puits, et les épuisements provisoires à des profondeurs de 25 à 30 mètres, elles ne peuvent être installées à demeure dans des puits très profonds à cause de la commande par courroie qui les fait fonctionner.

L'élévateur à jet de vapeur, des frères Koerting, qui est d'ailleurs une espèce de pompe pneumatique, peut rendre, d'une autre façon, les mêmes services dans les puits peu profonds.

Cet appareil très simple, comme on peut le voir par nos dessins, et d'un fonctionnement d'autant plus économique et régulier qu'il se fait sans mécanisme mobile, et sans clapet, est actionné par un jet de vapeur emprunté à une machine voisine.

La vapeur arrive en *a* après avoir passé par le tuyau de conduite et, produisant le vide par l'effet de son passage de la tuyère à vapeur à la tuyère de pression, détermine l'aspiration de l'eau qui entoure l'appareil, coudé à cet endroit, et terminé par une crépine *c*, percée de trous.

L'eau aspirée ainsi se mélange dans l'appareil avec le fluide propulseur qui la repousse par *d* dans le tuyau de refoulement, avec une puissance qui varie selon la pression de la vapeur.

Ainsi une atmosphère donne une hauteur de refoulement de 4 mètres et l'on atteint 12 mètres avec deux, 20 mètres avec trois, 30 mètres avec quatre et 38 mètres avec cinq.

La conduite de cet appareil n'est pas plus difficile que cela : ouvrir peu à peu le robinet de prise de vapeur jusqu'à ce que l'eau soit aspirée, puis l'ouvrir tout en grand, pour produire le refoulement.

Du reste, aucune installation spéciale, l'élévateur étant tout simplement suspendu aux tuyaux de vapeur et de refoulement, lesquels doivent seulement être maintenus aussi droits que possible et plonger dans l'eau de façon à ce que la

crépine soit toujours au-dessous du plus bas niveau que cette eau pourrait atteindre.

Naturellement, ces tuyaux augmentent de diamètre selon la puissance d'aspiration que l'on veut donner à l'appareil; ainsi un élévateur qui fournit 60,000 litres d'eau à l'heure doit être pourvu d'un tuyau de vapeur de 80 millimètres de diamètre et ses tuyaux d'aspiration et de refoulement sont portés à 120.

Ce qui n'est pas bien encombrant relativement au travail obtenu, malheureusement ce travail est limité, pour l'épuisement des mines, par la profondeur des puits.

Les pompes d'un usage courant dans les puits très profonds sont classées sous deux types.

Pompes élévatoires à piston creux, pompes foulantes à piston plein, ce qui n'empêche pas d'employer aussi les pompes à double effet qui élèvent l'eau pendant les deux oscillations du piston.

Il est vrai que c'est surtout pour des épuisements intérieurs, devant élever l'eau de divers points de la mine jusqu'au point de réunion, où elle est puisée par les colonnes élévatoires; et le plus souvent elles sont mues à bras d'hommes.

La pompe élévatoire est la plus simple de toutes, mais comme son action est limitée on l'emploie par séries, superposées de dix mètres en dix mètres, et disposées de telle sorte que chacune d'elles amène l'eau dans un réservoir, où la prend la pompe immédiatement supérieure.

La pompe foulante, au contraire, amène l'eau, d'un seul jet, jusqu'à l'orifice du puits et sa puissance d'action est immense; on pourrait presque dire qu'elle n'a d'autres limites que la solidité du corps de pompe, des clapets, des tuyaux et de la fondation, puisque, dans les salines de Bavière, on a monté des pompes foulantes qui élèvent l'eau d'un seul jet jusqu'à 370 mètres. Il est vrai que c'est une exception et qu'il faut,

pour cela, exercer dans le corps de pompe une pression de 45 atmosphères.

Les machines motrices des pompes sont installées au jour excepté, bien entendu, quand la disposition du puits permet d'y établir une machine à colonne d'eau.

Dans ce cas, cette machine est placée dans le fond de la mine et elle a pour objet de refouler l'eau à l'orifice, par un tube scellé le long du muraillement, mais ce moteur ne peut être employé qu'à des profondeurs moyennes en raison du poids de la colonne d'eau à soulever.

L'attelage des pompes au moteur, dont le piston atteint quelquefois trois mètres de diamètre, se fait par l'intermédiaire d'un balancier à la maîtresse tige, qui descend depuis le point d'attache jusqu'à la dernière pompe (placée au-dessus du puisard), de façon à les actionner toutes à la fois par le même mouvement.

Cette maîtresse tige est formée de pièces de bois aussi longues que possible, aboutées et consolidées par des bandes de fer boulonnées.

S'il s'agit d'une pompe élévatoire l'attelage s'opère tout simplement avec une attache latérale, en interposant entre la tige de la pompe et la maîtresse tige un bloc de bois ou de fonte qu'on appelle remplissage.

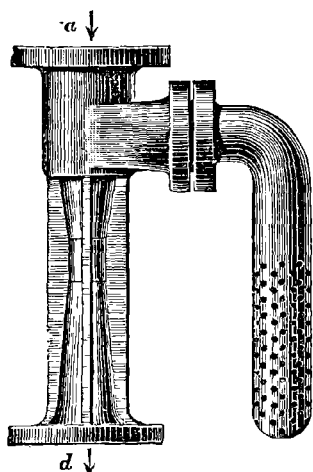
Pour les pompes foulantes, il faut plus de précautions, surtout lorsqu'il y en a plusieurs dans le même puits; par la double raison que c'est la descente des tiges qui les met en mouvement et que leur hauteur d'action est en moyenne dix fois plus considérable; on attache directement le piston foulant de la première pompe à l'extrémité de la tige maîtresse, dont on transmet le mouvement aux autres pompes par deux tiges latérales qui passent des deux côtés du corps foulant; par ce moyen la maîtresse tige ne dévie point de son axe et ne court point le risque de se fausser.

Mais il arrive souvent, surtout dans les

puits de grande profondeur, que le poids de la tige maîtresse et de ses accessoires d'attelage dépasse celui de la colonne d'eau à soulever et alors il faut rétablir l'équilibre afin que le mouvement plongeant ne cause pas de chocs trop violents.

C'est ce que l'on fait, au moyen de contre-poids attachés en haut de la maîtresse tige par des balanciers.

Dans notre pays, ces contre-poids sont généralement des caisses remplies de pierres, de boulets ou de plaques de fonte ; mais en Angleterre, ils sont le plus souvent formés ou pour mieux dire remplacés par des plongeurs attelés à la maîtresse tige et



Élevateur à jet de vapeur. — Système Kœrting.

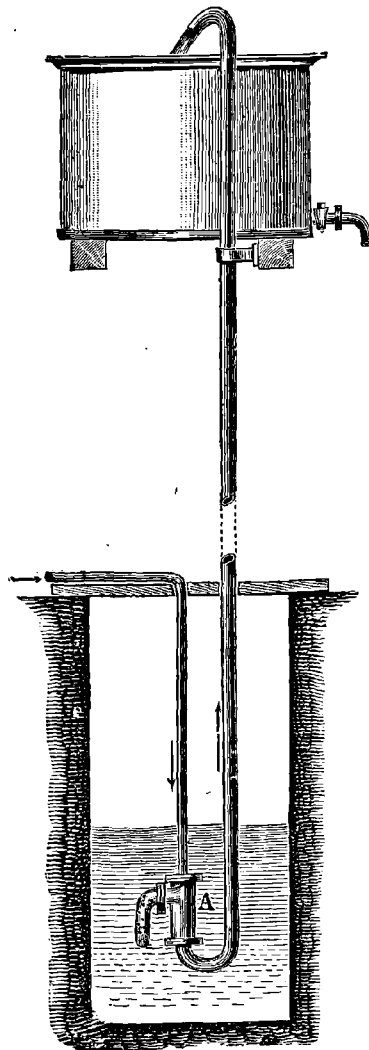
oscillant dans une colonne d'eau, alimentée par un tuyau latéral.

Cela coûte plus cher d'établissement, mais cela prend moins de place que les balanciers, et la place est beaucoup à l'orifice d'un puits où l'on n'en a jamais assez pour les manœuvres multiples qu'on est obligé d'y faire.

Les pompes ne sont pas le seul engin d'épuisement que l'on connaisse, il y a aussi le pulsomètre à action directe des frères Kœrting qui, quoique très récent, fonctionne déjà aux mines d'Albert, aux

mines de lignite de Gut Glück (près Meseritz), aux mines de Langhecke, et aux mines réunies dites « Vaterland, » près Francfort sur l'Oder.

Le pulsomètre de Hall, très apprécié en



Fonctionnement de l'élevateur Kœrting.

Amérique, est connu en France depuis 1878 où il fut une des curiosités de l'exposition, mais il est bien dépassé par celui que les frères Kœrting ont fait breveter l'année dernière et qui, étant à action directe, peut

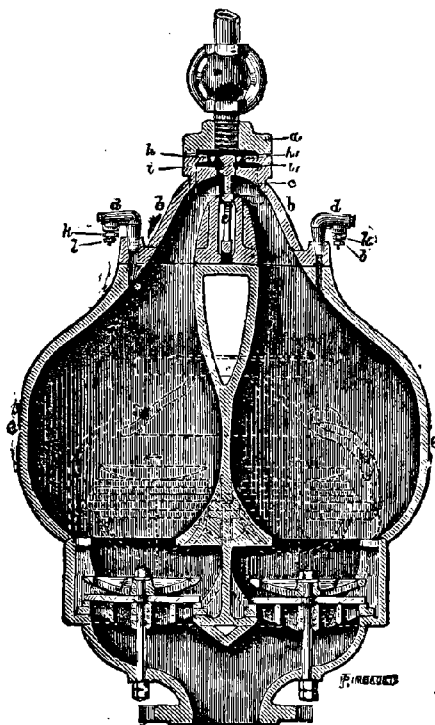
donner 75 pulsations à la minute en n'augmentant la température de l'eau que de 0°12 par mètre de hauteur de refoulement, tandis que le pulsomètre ordinaire donne beaucoup moins de pulsations et élève beaucoup plus la température.

Le fonctionnement du pulsomètre ordinaire se réduit à ceci :

La vapeur à haute tension, étant amenée

dans une capacité pyriforme, se refroidit en occupant une capacité d'un diamètre de plus en plus étendu, se condense, et, après avoir refoulé, en se détendant, l'eau dont elle occupe la place, y amène une nouvelle quantité de liquide, grâce au vide opéré par sa condensation.

Si l'on suppose maintenant une deuxième capacité semblable à la première, où les



Pulsomètre, système Koerting.

mêmes phénomènes se produisent alternativement, on aura un appareil à double effet, donnant un travail continu d'aspiration et de refoulement et absolument régulier, si les récipients sont calculés de façon à assurer un travail différentiel.

Tel est aussi le principe du pulsomètre Koerting, mais avec ce perfectionnement capital que, grâce à l'emploi de sacs à vapeur, le fonctionnement, qui ne pouvait

se faire qu'alors que la vapeur surchauffée était tombée à la température de l'eau liquide, c'est-à-dire après la condensation complète de la chambre, est infaillible par n'importe quelle variation de la température, si faible qu'elle soit.

Voici, du reste, avec dessin à l'appui, la description de l'appareil, qui consiste en deux chambres de fonte, en forme de poires, se resserrant vers le haut et dont l'entrée est ou-

verte ou fermée par un languette commune.

Le bas de chaque chambre est muni d'un clapet d'aspiration et aboutit dans le tuyau commun d'aspiration S. Au-dessus des clapets d'aspiration s'adapte la capacité contenant les clapets de refoulement et qui conduit vers le tuyau de décharge D.

Chacune des deux chambres possède encore, dans le haut, un clapet de retenue pour l'introduction de l'air et dans le bas, un tuyau d'injection qui conduit à la chambre de refoulement et sert à en rejeter l'eau froide de condensation.

La vapeur entre par le robinet R, passe dans l'une des chambres, en fermant l'autre avec la languette C, exerce une pression sur l'eau contenue dans cette première chambre et la chasse par les clapets de refoulement dans le tuyau de refoulement D. L'eau étant arrivée à l'arête inférieure, la vapeur se mêle avec elle et soudain perd considérablement de sa pression. En même temps, l'eau, entrant par le tuyau de refoulement dans le tube d'injection, passe dans la chambre et produit une vive condensation de la vapeur ; le vide, ainsi produit, pompe, par le tuyau d'aspiration S, l'eau qui remplit de nouveau la chambre.

Ainsi, lorsque le refoulement cesse dans la chambre de gauche, la condensation de la vapeur admise s'est produite et, sous l'influence de la pression atmosphérique extérieure, il y a aspiration.

Pendant cette période d'aspiration il y a eu refoulement dans la chambre de droite, puis condensation de la vapeur et, à son tour, l'aspiration se produit de ce côté.

Ajoutons que des reniflards *aa*, sont placés sur chacune des deux chambres, ils introduisent une petite quantité d'air à chaque pulsation, ce qui évite les coups de bélier ; l'air introduit par les reniflards est réglé de façon à former une couche entre l'eau et la vapeur, ce qui évite le réchauffement de l'eau.

Il s'en suit donc qu'on obtient une

oscillation régulière et rapide de la languette d'admission de vapeur, dont le mouvement s'opère sous la double action de la vapeur directe et du vide produit par la pulsation précédente.

D'où, consommation de vapeur bien moindre que dans le pulsomètre ordinaire et action infiniment plus sensible.

Les applications de cet appareil sont très nombreuses, mais nous n'avons ici à nous en occuper qu'au point de vue de l'épuisement des eaux dans les mines.

A cet égard il se monte exactement comme l'élévateur à jet de vapeur des mêmes constructeurs, dont il est en somme un perfectionnement, d'autant plus appréciable que sa puissance d'action n'est pas limitée.

Ainsi, lorsqu'il s'agit de son installation dans un puits de mine, s'il arrive que la hauteur de refoulement soit supérieure à la pression de vapeur (qui est à peu près de 5 atmosphères pour 30 mètres), on fait exactement comme pour les pompes c'est-à-dire que l'on superpose les uns au-dessus des autres des appareils en nombre suffisant pour atteindre toute la hauteur du puits, lesquels peuvent être accouplés avec de la tuyauterie, sans l'intercalation d'un réservoir (comme avec les pompes), de telle façon que la colonne d'eau n'est pas interrompue et se déverse directement dans le conduit d'écoulement.

Un appareil de 2^m,60 de hauteur 2^m,50 de largeur et 2^m,10 de profondeur peut, avec une tuyauterie de 10 centimètres de diamètre pour l'aspiration et le refoulement, élever à 30 mètres de hauteur 9,400 litres d'eau par minute, quantité qui serait augmentée de 2 dixièmes si l'on se servait d'une série d'appareils superposés à 10 mètres de distance, et que les pompes ne donnent pas souvent quelque encombrantes qu'elles soient.

Disons maintenant, pour terminer ce chapitre qu'il arrive quelquefois dans les galeries abandonnées, que l'eau séjourne en quantité si considérable que l'on renonce à l'épuiser.

Dans ce cas, on isole la galerie du reste de la mine par la construction d'un mur en maçonnerie; ou bien, comme on l'a fait à Blanzv, on établit un barrage en assemblant en forme de voûte, de solides pièces de bois qu'on serre jusqu'à la limite extrême.

Mais la muraille n'est guère plus chère et elle offre plus de sécurité, d'autant qu'on peut l'enduire d'argile ou de bitume pour augmenter son imperméabilité.

ECLAIRAGE

La question de l'éclairage — secondaire dans les exploitations métallifères où l'on peut employer indifféremment des chandelles, des lampes ordinaires ou des torches résineuses — est d'une importance capitale dans les mines de houille, où de tous temps elle a été une source permanente d'accidents par suite de la présence, en quantité plus ou moins grande, dans une foule de galeries, d'un gaz extrêmement dangereux que les ouvriers désignent sous les noms de : *grisou*, *terrou* ou feu sauvage, mais qu'ils redoutent à bon droit, comme leur plus cruel ennemi.

Ce gaz, qui est l'hydrogène protocarboné des chimistes, se dégage surtout en abondance dans les mines de houilles grasses et friables, mais les exploitations de houilles maigres et sèches n'en sont pas exemptes pour cela, car il se trouve souvent accumulé dans des poches, ou vides naturels, qui existent dans certaines roches, d'où un coup de pioche suffit à le faire sortir; souvent aussi il s'échappe des fissures de la houille, et des fentes de la roche encaissante en jets d'autant plus redoutables en raison de leur rapidité.

Le *grisou* a les désastreuses propriétés : d'abord d'asphyxier quand il n'est pas mélangé d'au moins deux fois son volume d'air, ensuite de s'enflammer au contact des lumières d'éclairage, et surtout de détoner lorsqu'il est mêlé dans certaines proportions avec l'air atmosphérique.

Cette proportion est au minimum d'environ un douzième dans l'air ambiant, dont les ouvriers peuvent constater le progrès, souvent trop rapide, par l'effet produit sur la flamme de leurs lampes.

S'il y a du *grisou* dans l'air la lumière commence d'abord par s'allonger, s'élargir, puis elle prend une teinte bleuâtre dont l'intensité augmente avec la proportion du *grisou*.

Sitôt que les mineurs s'aperçoivent de ce changement, ils doivent éteindre au plus tôt leurs lampes et se retirer, en se baissant, dans la partie saine de la galerie; malheureusement ils n'en ont pas toujours le temps, et souvent le *coup de grisou* éclate avant qu'ils aient pu assurer leur retraite.

Et c'est cette explosion qui fait les premières victimes : d'abord les personnes qui se trouvent dans l'atmosphère explosive sont horriblement brûlées, et le feu peut se communiquer aux boisages des étais et même à la houille.

De plus, le coup de feu produit est généralement si violent, que même à des distances considérables du lieu de l'explosion les ouvriers sont renversés, écrasés contre les murs ou engloutis sous les décombres des piliers de soutènement, qui sont détruits par la secousse. De là résultent ces éboulements qui rendent presque toujours impossible toute prompte opération de sauvetage.

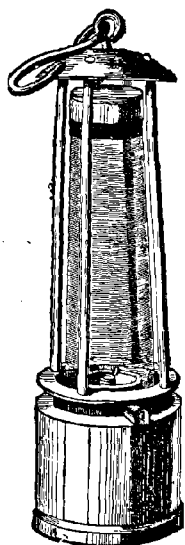
On voit même quelquefois ces effets destructeurs se propager jusqu'aux orifices des puits d'extraction, à travers lesquels sont jetés des fragments de roches et des pièces de bois; nouveaux obstacles qui empêchent de se porter assez tôt au secours des malheureux, qui n'ont été ni brûlés ni écrasés et qui périssent alors d'asphyxie, par l'effet des masses d'acide carbonique et d'azote produites par l'inflammation du *grisou*, et qu'ils peuvent d'autant moins combattre que, presque toujours, les appareils d'aérage ont été mis hors de service par l'explosion.

Heureux encore quand un éboulement ne les mure pas dans un fond de galerie, où l'inanition les fait mourir plus lentement et plus misérablement.

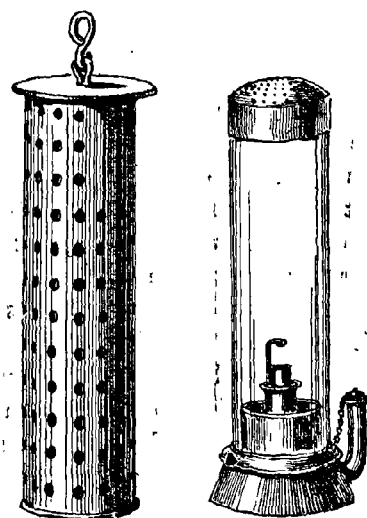
Des milliers de mineurs ont ainsi trouvé la mort dans ces catastrophes qui plongent la science et l'humanité dans le deuil. Nous en citerons quelques-unes, non pour grossir le martyrologue des obscurs combattants de l'industrie minière, mais comme exemples de l'intensité des explosions et des effets qu'elles produisent.

En 1812, à la mine de Felling, il y eut une détonation si forte qu'on en entendit le bruit à plus de cinq kilomètres de distance; la secousse qui en résulta fut ressentie dans un rayon de 500 mètres, et les voies de communication avaient été si fatalement obstruées par la destruction des étais et les éboulements, qu'il ne fut possible de pénétrer au centre de l'explosion que vingt-cinq jours après l'événement.

En 1835, un coup de grisou, qui éclata aux mines de Wallsend, fit 101 victimes.



Lampe Davy.



Lampe Stephenson.

En 1839, dans une mine de Schaumburg, des pierres qui pesaient plus de mille kilogrammes et qui servaient de fondation à une machine hydraulique du poids de 12,000 kilogrammes, furent déplacées malgré les forts étais de bois qui les consolidaient contre la direction de l'explosion et qui, d'ailleurs, furent brisés comme des fétus.

On pourrait citer encore le coup de feu de 1856, qui fit 110 victimes dans le puits de Limmes sur 117 mineurs descendus dans

la mine; les terribles catastrophes du puits Jabin, ce *mangeur d'hommes* qui engloutit 70 ouvriers en 1872 et plus de 200 au mois de février 1876, et bien d'autres plus récents; mais à quoi bon multiplier des exemples aussi tristes; ceux-là sont bien suffisants pour donner une idée de la puissance destructive du grisou.

Il nous reste à dire ce qu'on a fait pour prévenir de si funestes accidents.

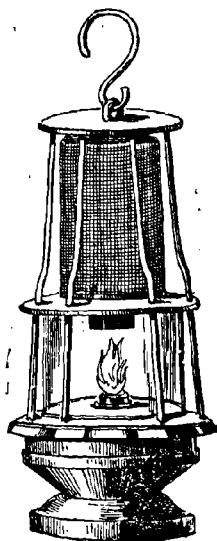
On a d'abord inventé le *pénitent*: c'est ainsi qu'on appelait un homme couvert de

vêtements mouillés, ayant sur le visage un masque à yeux de verre, et armé d'une longue perche terminée par une torche, avec laquelle il s'avancait en rampant sur le ventre, pour provoquer une détonation partielle, là où l'on soupçonnait la présence du grisou.

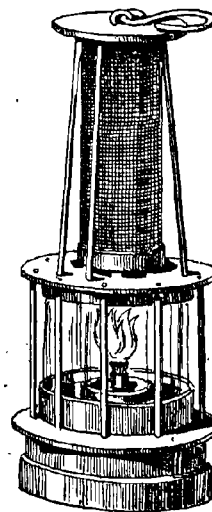
Mais, outre que ce procédé n'était pas sans danger pour le *pénitent*, qu'on appelait aussi *canonnier* en France, il avait des inconvénients matériels : lorsque le gaz n'était pas seulement inflammable, lorsqu'il

était explosible, la solidité des travaux se trouvait constamment compromise par ces détonations, que dans certaines galeries il fallait provoquer tous les jours et même plusieurs fois par jour, et il en résultait de nombreux accidents, car les gaz provenant de la combustion séjournaient dans les galeries et asphyxiaient quelquefois les ouvriers.

On y a renoncé il y a près de cinquante ans : on essaya alors le système des lampes perpétuelles : on suspendait vers le toit des



Lampe Combes.



Lampe Mueseler.

tailles, et sur tous les points où le grisou était susceptible de se rassembler, des lampes qui brûlaient ce gaz, au fur et à mesure qu'il se produisait, et ne lui donnaient pas le temps de former des masses assez considérables pour devenir un danger.

Mais ce moyen fut vite abandonné dans la plupart des mines, à cause de la production de l'azote et de l'acide carbonique d'autant plus active que, pour empêcher les lampes de s'éteindre, on était obligé de

ralentir beaucoup la vitesse des courants d'aérage de sorte que, pour éviter le grisou, on courait les chances de l'asphyxie.

Dans certaines mines on remplaça les lampes par des matières phosphorescentes qui n'emflammaient pas le grisou ; mais elles ne donnaient que juste assez de clarté pour permettre de distinguer les objets qu'on avait sous la main.

Ailleurs, on essaya le *briquet de mine*, espèce de petite roue d'acier qu'un enfant faisait tourner, sans relâche, contre un mor-

ceau de silex ; cela donnait une série non interrompue d'étincelles sans inconvénient pour le grisou, qui ne prend pas feu à la chaleur rouge, mais cela n'éclairait pas suffisamment les mineurs.

On pensa alors à entraîner le grisou hors de la mine à l'aide d'un aérage énergique ; ce qui fit faire de grands progrès aux systèmes de ventilation dont nous parlerons tout à l'heure, mais on ne tarda pas à s'apercevoir qu'on ne trouverait jamais complètement le succès dans cette direction, et qu'il fallait surtout perfectionner l'éclairage.

C'est alors que le chimiste Humphry Davy inventa la lampe de sûreté qui porte son nom, et qui parut à peu près en même temps que la lampe de Stephenson, moins connue, mais qui est basée sur le même principe.

Nous allons, d'ailleurs, les décrire toutes les deux.

La *Davyne*, comme on l'appela bientôt en Angleterre, fut présentée à la Société royale de Londres le 11 janvier 1816 ; elle se composait :

1° D'un réservoir pour l'huile, très bas afin que le liquide fût toujours près de la mèche, qu'un fil de fer recourbé en crochet servait à monter ou à baisser.

2° D'un cylindre en tissu métallique préservant la flamme du contact du grisou, et fermé, en haut, par deux toiles superposées de façon que si la première était brûlée par la flamme, la sûreté de la lampe ne fût pas compromise.

3° Et d'une armature extérieure, espèce de cage composée de petits barreaux de fer ou de cuivre, ayant pour objet de fixer le réservoir à huile, de le garantir des chocs qui pourraient le fausser ou le déchirer et de servir à transporter la lampe, au moyen d'un anneau fixé à son extrémité supérieure.

La lampe de Stephenson que les mineurs appelèrent la *Geordy* (lampe du petit Georges) était employée, dès le mois de novembre 1815, dans les mines de Killing-

worth, où travaillait l'inventeur. Elle se composait :

1° D'un réservoir à l'huile, muni de crochet pour manœuvrer la mèche et percé de petits trous pour le passage de l'air nécessaire à la combustion.

2° D'une cheminée en verre, qui coiffait le réservoir et qui était couverte d'un chapeau métallique criblé de petits trous.

3° Et d'une enveloppe cylindrique en fer blanc, percée d'une multitude de petits trous destinés à laisser passer la lumière, et qui, se fixant solidement sur le réservoir, était munie, à son extrémité supérieure, d'un crochet servant à porter la lampe.

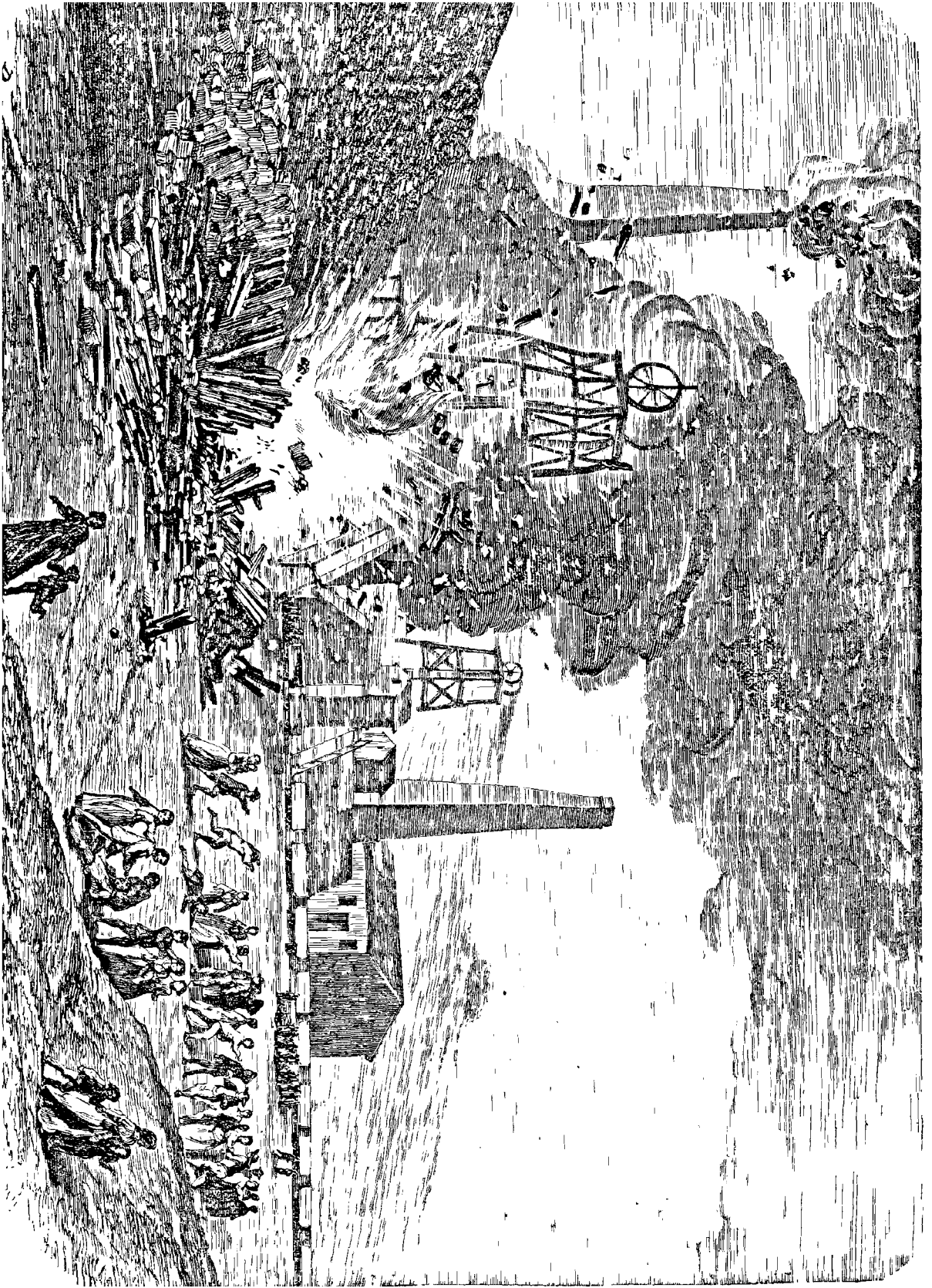
Comme on le voit, le même résultat était obtenu par des procédés différents, les deux appareils se valaient ; mais Davy faisant alors autorité dans la science, sa lampe fut préférée à celle du modeste ouvrier, hors dans les mines de Killingworth où l'on emploie toujours la *Geordy*, comme infiniment plus sûre que l'autre.

La lampe Davy ne brûle pas le grisou, elle le tient à l'écart et avec elle on peut travailler sans danger d'explosion au milieu du gaz, si l'on a le soin de la tenir fermée ; car, par sa manière de brûler, elle indique à chaque instant aux ouvriers l'état de l'atmosphère et les avertit du moment où il faut se retirer.

Si le grisou existe en petites quantités, la flamme de la lampe s'élargit et se dilate ; si le gaz forme le douzième du volume de l'air ambiant la flamme prend une couleur bleue très faible, qui augmente d'intensité si la proportion du gaz augmente.

Est-elle du sixième de l'air, la mèche de la lampe, qu'on distinguait encore rougeâtre au milieu de la flamme bleue, n'est plus visible ; si la proportion augmente encore, la lampe s'éteint et l'ouvrier qui la porte n'a plus qu'à se retirer.

Mais il verra clair dans sa retraite ; car la lampe renferme des fils de platine roulés en spirale, qui ont rougi par l'effet *cataly-*



tique, qui est spécial au platine plongé dans un mélange de gaz détonant, et dont la lueur suffira à le guider.

De plus, le mineur saura quand il est en sûreté, car sitôt arrivé dans la galerie saine, le platine rouge rallume le gaz introduit dans l'intérieur de la lampe, qui lui-même rallume la mèche de la lampe.

Voilà certainement une grande sécurité; malheureusement, la lampe Davy éclaire fort peu à cause de son enveloppe en toile métallique, et les ouvriers ont une grande répugnance à s'en servir à cause de cela.

Aussi s'est-on beaucoup occupé de l'améliorer, en augmentant sa puissance éclairante et en en rendant l'ouverture impossible aux ouvriers pendant les travaux.

Des ingénieurs français, belges, allemands et anglais ont poussé leurs études à la réalisation de ces deux ordres d'idées et nombre de lampes de sûreté ont été inventées et adoptées dans différentes mines.

Les plus connues sont les lampes Combes, Boty et Mueseler.

La lampe Combes, en usage dans les principales mines de houille françaises, est une excellente modification de la *Davyne* : le bas de la lampe est en cristal et la toile métallique n'en recouvre que la partie supérieure à la flamme.

L'air, qui s'introduit par des trous percés autour d'un rebord en saillie sur le couvercle du réservoir à huile, traverse une ou deux rondelles de toile métallique, avant de pénétrer dans la cage en cristal; les gaz brûlés se dirigent dans une cheminée en cuivre placée dans l'axe de la lampe, et ils ne se mélangent avec l'air ambiant qu'après avoir passé au travers de l'enveloppe métallique.

La lampe Mueseler, adoptée dans toutes les mines de la Belgique et dans quelques-unes du bassin de Saint-Étienne, en diffère fort peu; elle éclaire peut-être un peu plus parce que le réservoir à huile est moins élevé, mais l'amélioration paraît encore

insuffisante aux ouvriers, puisque, bien que ces lampes se ferment à cadenas, ils trouvent encore moyen de les ouvrir pour y voir plus clair, au risque d'annuler tous les éléments de sécurité qu'elles présentent.

Il y a aussi la lampe du Mesnil, dont on a beaucoup parlé lors de son apparition et qui est, du reste, une modification très heureuse de la *Davyne*.

C'est un cylindre de cristal, encadré dans deux disques métalliques, dont l'inférieur soutient le réservoir à huile, et dont le supérieur est surmonté d'une cheminée en métal, coiffée elle-même d'une calotte semi sphérique, qui sert à activer le courant d'air de combustion et partant l'intensité de la lumière.

Ce qui caractérise surtout cette lampe qui, en cela, rend l'office qu'on attendait autrefois des lampes perpétuelles, c'est la combustion immédiate du grisou à l'instant où il y pénètre, ce qui l'empêche de s'y agglomérer et d'y faire explosion.

Et sa présence est signalée par le bruit qu'il fait en brûlant à la mèche; et qui est analogue à celui que l'on obtient en allumant un bec de gaz, dans lequel l'air a pénétré.

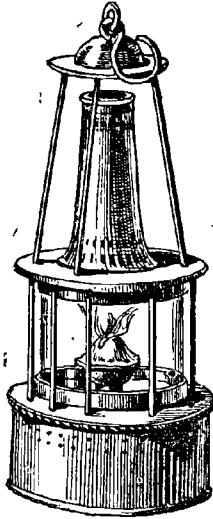
Malgré tous ces appareils de sûreté les accidents dus au grisou ne diminuent guère et la statistique nous démontre malheureusement que, seulement dans les mines d'Europe, ils font encore, en moyenne, une victime par jour; ce qui est absolument effrayant.

On nous dit bien que la plupart du temps c'est la faute des ouvriers qui, s'habituant à vivre au milieu du danger, négligent de prendre les précautions qui leur sont si bien recommandées, et ont jusqu'à l'imprudence d'allumer des allumettes chimiques dans la mine.

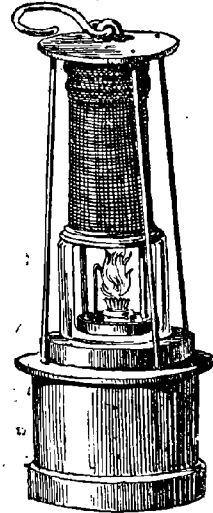
Mais le mal n'en est pas moins terrible.

La seule chose qui pourrait l'enrayer, peut-être même le supprimer tout à fait serait l'éclairage électrique des galeries souterraines.

De nombreuses expériences ont été faites et sont faites encore tous les jours, mais rien de concluant au point de vue de l'éclairage général n'a encore été trouvé.

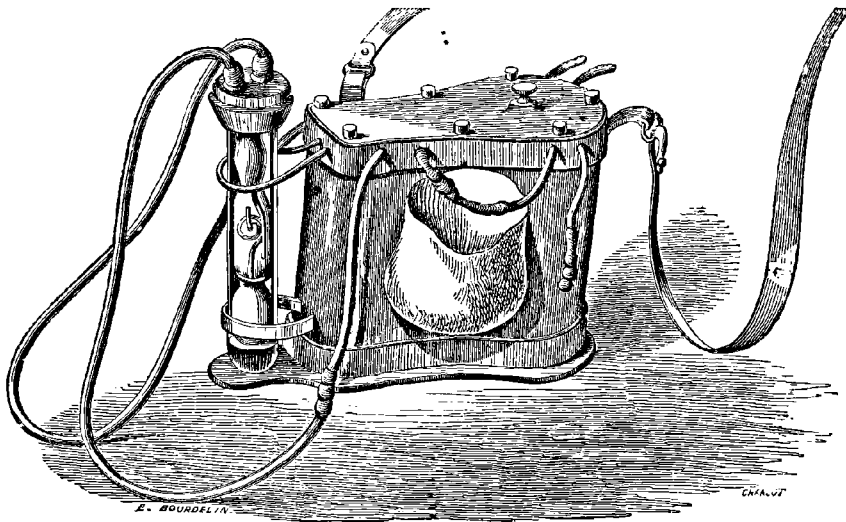


Lampe du Mesnil.



Lampe Boty.

Pour des lampes portatives on en a, qui sont même assez pratiques, toutes d'ailleurs étant des applications des tubes de Geissler, que tout le monde connaît pour donner une lumière diversement colorée, selon la nature des gaz qu'on enferme dedans.

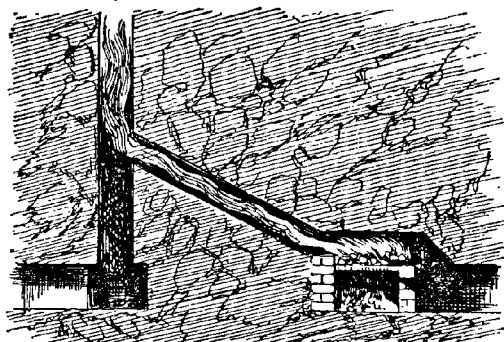


Lampe électrique avec l'appareil générateur

Voici d'ailleurs le système complet. On recourbe en spirale un tube de verre d'un diamètre très petit et d'une longueur aussi grande que possible, de façon à avoir



Aérage naturel.

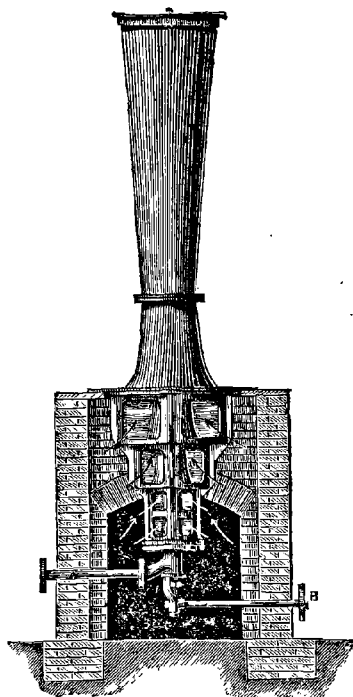


Aérage forcé. — Cheminée d'appel.

un foyer lumineux ramassé dans un espace assez restreint.

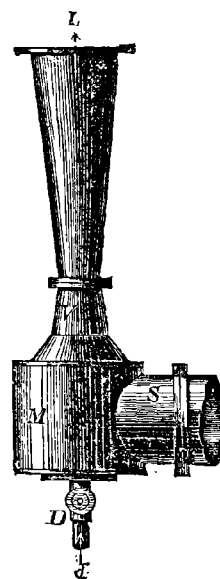
Le vide ayant été fait à quelques millimètres près dans ce tube, deux fils de platine sont soudés à ses deux extrémités, pour permettre à l'étincelle électrique de jaillir dans l'intérieur.

Ce tube est placé dans un autre, de forme cylindrique, disposé et monté pour servir de lampe au mineur, et rempli soit d'une dissolution phosphorescente; sels de quinine ou des sels d'urane, comme dans les procédés du docteur Benoît de Privas et de M. Dumas, ingénieur aux mines du Lac (Ardè-



Ventilateur à jet (système Koerting).

Installation fixe.



Installation mobile. (Appareil à manteau).

che), soit d'azote comme dans la lampe de M. GaiFFE, de Paris, l'habile constructeur d'instruments de physique.

On obtient ainsi une gerbe lumineuse, dont l'intensité paraît d'autant plus vive que la longueur de l'étincelle est ramassée dans un espace plus court, la phosphorescence du verre et du liquide qu'il contient ajoute encore à la lumière initiale, et l'ouvrier qui est muni de cette lampe voit aussi clair pour travailler que s'il était éclairé par l'agglomération de quelques centaines de vers luisants.

Quant à la source électrique c'est la bobine d'induction de Ruhmkoff, d'un modèle très petit, et alimentée par un couple voltaïque très facile à monter.

Bobine et pile sont d'ailleurs installées à demeure et très solidement dans une gaine en cuir que l'ouvrier porte en sautoir à la manière d'un carnier.

En avant de cette gaine est la lampe, encastrée dans une monture métallique, solidement fermée et destinée à la protéger contre les chocs; et le mineur n'a qu'à pousser un bouton, soit en avant soit en arrière, pour allumer ou éteindre sa lampe.

Certes, c'est l'instrument le plus protecteur qu'on puisse mettre aux mains de l'ouvrier; car aucun contact ne peut exister entre la flamme et l'atmosphère de la mine, et en supposant même que l'appareil vienne à se briser, il n'y a encore aucun danger puisque la pression se rétablit immédiatement dans le tube et l'arc électrique est subitement interrompu.

De plus, la pile montée le matin peut alimenter la bobine 12 heures de suite, ce qui permet de donner à l'ouvrier une lampe à laquelle il n'a pas à toucher de la journée et qui revient à peine à une cinquantaine de francs.

Ce prix n'est certes pas effrayant, néanmoins l'emploi de la lampe électrique ne se généralise pas; ce qui est regrettable, car c'est le seul moyen de combattre le gri-

sou, sinon de l'empêcher de se produire.

Il est vrai qu'on obtient en partie ce dernier résultat par un système de ventilation bien installé.

AÉRAGE DES MINES

L'aérage des galeries souterraines est une nécessité dont on comprend toute l'importance, au double point de vue de la santé et même de la vie des ouvriers et de la prospérité de l'exploitation, car sans une bonne ventilation, point de bon travail et en fait il ne s'agit pas seulement de bon travail, il faut que la main-d'œuvre donne le maximum de son effet utile.

L'air est vicié dans les mines par des causes nombreuses: en première ligne est la température qui, comme on sait, va toujours en augmentant à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur des terres.

La progression de la chaleur centrale qui est généralement d'un degré centigrade par 30 mètres n'est pas toujours absolument régulière, elle peut diminuer par le voisinage des nappes d'eau, comme elle peut augmenter par celui des volcans, mais à une certaine profondeur la température est toujours tellement élevée que dans certaines exploitations les ouvriers sont obligés de se déshabiller complètement pour travailler à l'aise.

A cette chaleur terrestre, qui raréfie déjà singulièrement l'air; si l'on ajoute la combustion des lampes d'éclairage, l'inflammation de la poudre des mines, la décomposition de certaines matières minérales, les gaz délétères qui s'échappent des fissures de la roche, le feu grisou, et la respiration et les sueurs d'une armée de travailleurs qui vivent dans les galeries étroites; on comprendra l'indispensabilité d'un aérage assez puissant pour entretenir dans les galeries un courant frais et salubre et pour entraîner les gaz méphitiques, au fur et à mesure qu'ils se produisent, sans leur laisser le temps de devenir dangereux.

Ce courant d'air est d'ailleurs indispensable pour abaisser la température, toujours si élevée à de grandes profondeurs.

On l'obtient quelquefois tout naturellement : il suffit qu'une mine communique avec le jour par deux puits assez rapprochés l'un de l'autre et reliés par une galerie ; il faut pourtant que les orifices de ces deux puits ne soient pas à la même altitude, car alors cet aérage spontané serait presque sans effet.

Cela s'explique d'une manière fort simple : l'air des mines est toujours plus chaud que l'air extérieur (l'hiver du moins), il en résulte que les colonnes d'air qui pèsent sur chacun des puits ne se font pas équilibre, si, par exemple, l'une a 150 mètres de hauteur et l'autre 50, de sorte que l'air frais entre naturellement par le puits le plus bas et que l'air vicié de la mine s'échappe par le puits le plus élevé.

La proportion se renverse en été ; quand l'air extérieur est plus chaud que celui de la mine, l'air frais entre par le puits le plus élevé et sort par le plus bas, mais ce cas, à moins de puits peu profonds, est rare parce que, en dehors de la température normale, il ne manque pas d'éléments dans l'intérieur des mines pour surchauffer l'air.

L'aérage spontané est le meilleur de tous, par la raison qu'il résulte d'un état de choses permanent qui ne redoute ni arrêt, ni chômage, comme les machines et appareils destinés à produire un aérage artificiel ; malheureusement son application utile est assez restreinte, car il devient insuffisant dans les mines trop profondes, dont les galeries sont étroites, sinueuses et d'un grand développement, et surtout dans les houillères où, plus qu'ailleurs, il se produit des gaz irrespirables.

L'aérage artificiel comprend deux catégories : l'aérage forcé au moyen de cheminées ou faux puits, et l'aérage mécanique qui s'opère à l'aide d'appareils connus sous le nom générique de *ventilateurs*.

AÉRAGE FORCÉ

L'aérage forcé part du même principe que l'aérage spontané : une mine étant en communication avec l'extérieur par deux puits, il s'agit d'établir, dans un de ces puits, une dilatation ou une condensation de l'air pour déterminer un courant qui, entrant par l'un des orifices, se distribue dans les galeries avant de sortir par l'autre.

Cet effet s'obtient communément par la création de foyers d'aérage, dont les dispositions varient selon les localités.

Dans les mines où il ne se forme pas de grisou on transforme l'un des puits en cheminée d'appel.

Pour cela on installe, vers sa base et dans une galerie creusée exprès, une grille horizontale sur laquelle on brûle constamment de la houille : par l'action de la chaleur qui pénètre dans le puits avec les gaz de la combustion par un conduit en pente, l'air qu'il contient s'échauffe, il en résulte un appel d'air, qui se propage peu à peu dans les galeries, jusqu'à obliger l'air frais venant de l'extérieur à y arriver par un autre puits.

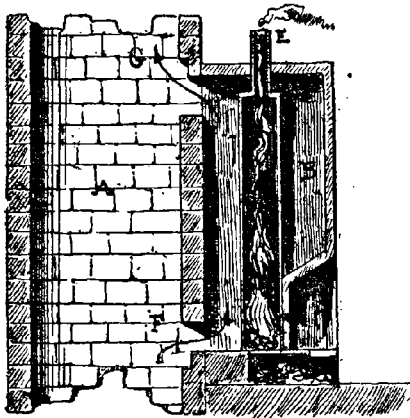
Dans les mines où il se dégage des gaz inflammables, partout où l'on redoute le grisou, il faut procéder autrement et l'on installe un appareil qu'on appelle calorifère de Seraing, parce que c'est dans cette localité qu'il a été employé pour la première fois.

Il se compose, comme on le voit par notre dessin, d'une cheminée A, établie au-dessus d'un puits et à la base de laquelle on construit une chambre B.

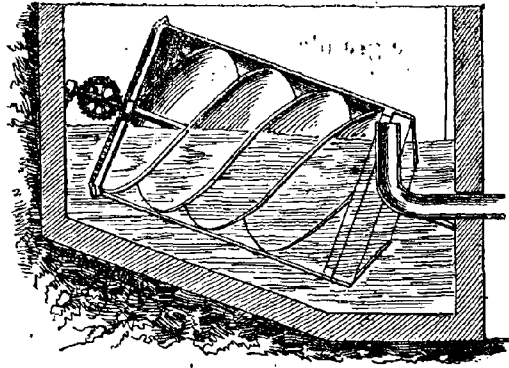
Dans cette cheminée est placé un calorifère D ou un grand poêle métallique entièrement clos.

La combustion de ce poêle est alimentée par l'air extérieur et la fumée s'échappe par un tuyau E, disposé en conséquence.

L'air de la mine, qui pénètre dans la chambre par un conduit inférieur indiqué par F, s'échauffe naturellement par l'effet



Calorifère de Seraing.



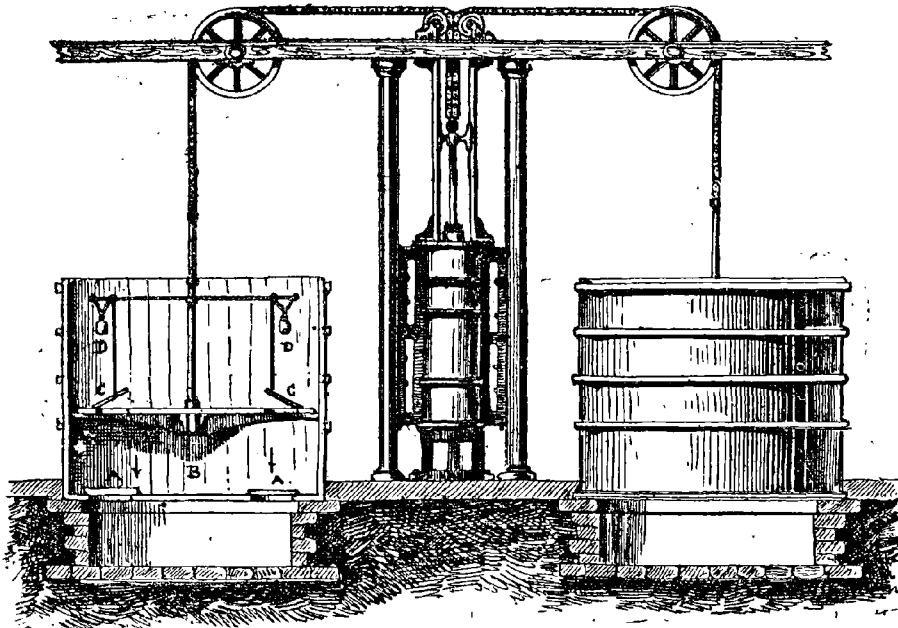
La Cagnardelle.

du calorifère, sans entrer en contact avec la flamme du combustible et sortant par un conduit supérieur G, pénètre dans la cheminée et produit le tirage nécessaire à l'aérage des galeries.

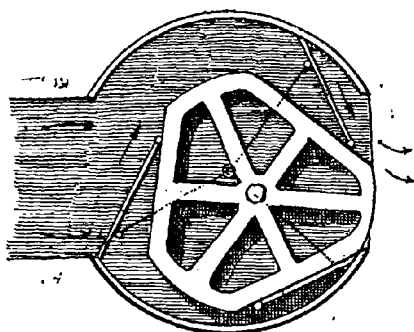
Le même effet peut être obtenu d'une façon plus économique et l'est du reste dans beaucoup de mines notamment à Blanzey, à Mons, à Auzin, à Béthune, à

Saint-Étienne, à Liévin et même à Seraing, par le ventilateur à jet du système Kœrting.

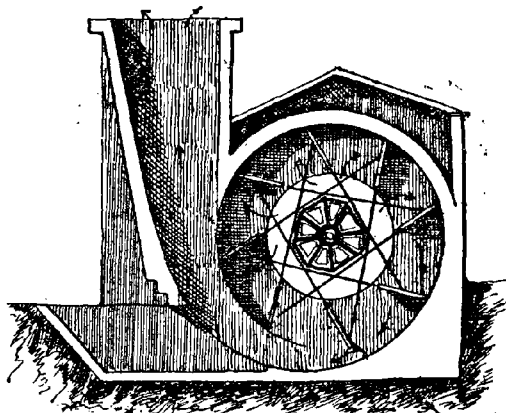
Cet appareil, qui peut être mû aussi bien par la vapeur que par l'air comprimé, — puisqu'il fonctionne par l'effet d'un jet, au moyen d'un tuyau de conduite — a la forme d'un tube et des dimensions relativement si minimes qu'on peut le monter partout où



Machine aspirante et soufflante.



Ventilateur Lemielle



Ventilateur Guibal.

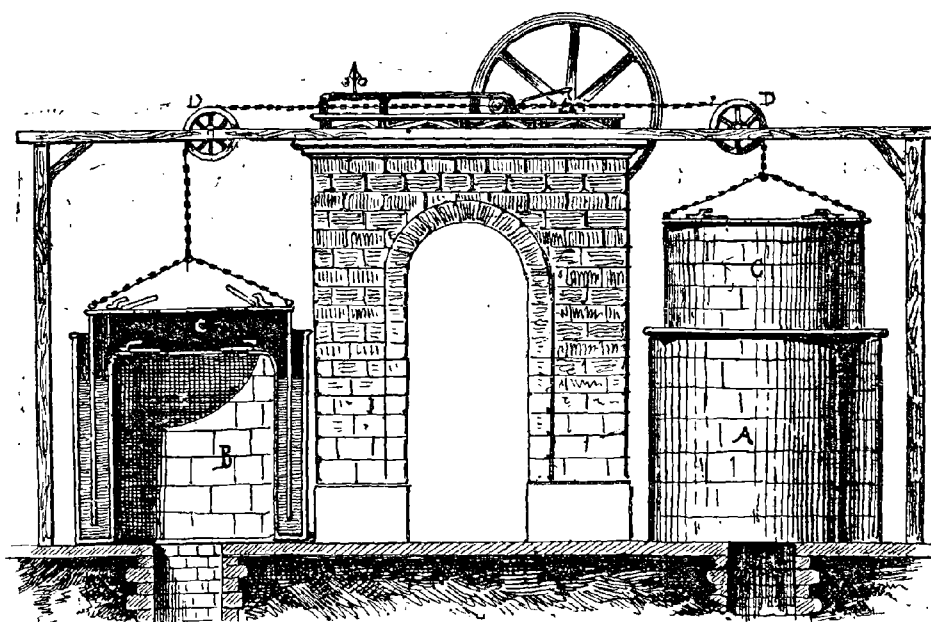
l'on ne dispose que d'un emplacement restreint.

Il se compose, outre ce tube et immédiatement au-dessous, d'une tuyère à vapeur, ou à air comprimé, et d'une série de tuyères divergentes et à section croissante, dans lesquelles les gaz se mélangent peu à peu avec le jet de vapeur injecté par la première tuyère, et dont la force vive est transformée en pression.

Il se monte de deux façons soit à poste fixé sur un bâti qui a la forme d'une cheminée et dont l'ouverture béante fait office d'aspiration.

Soit d'une façon mobile, dans un élément de la conduite d'aérage, que l'on rapproche du front de taille à chaque fois que l'avancement s'est accru de 50 mètres.

Dans ce cas, il doit être muni d'un manteau M qui l'enveloppe et d'un tuyau d'as-



Ventilateur à cloche plongeante.

piration S, le ventilateur proprement dit se trouvant alors enfermé dans la capacité indiquée par la lettre V.

Son fonctionnement est des plus simples; car il se produit par ce fait: qu'un jet de vapeur ou d'air comprimé, en passant successivement d'une tuyère de petit diamètre, dans une série de tuyères de diamètres plus grands, opère un vide à l'aide duquel l'air vicié de l'atmosphère de la mine est aspiré, et par le fait de la vitesse que lui imprime le moteur, refoulé par l'orifice L du tube et de là plus loin, par des conduites qui l'entraînent dans la direction voulue.

Pour la mise en marche, il suffit d'ouvrir en plein la soupape à vapeur dont on peut régler l'admission dans l'appareil au moyen de l'aiguille régulatrice B.

Pour arrêter le fonctionnement il n'y a qu'à fermer la soupape.

L'appareil à manteau n'a pas besoin de régulateur, puisqu'il est muni en D d'un robinet de vapeur qui remplit le même office.

AÉRAGE MÉCANIQUE

Les systèmes de ventilateurs à l'usage des mines sont très nombreux, mais tous exigent une force motrice plus ou moins puissante, qui est presque toujours fournie par une machine à vapeur installée au jour.

Leur installation est du reste facile, et ils ont cet avantage qu'ils peuvent aussi bien produire le refoulement de l'air pur dans les galeries qu'aspirer l'air vicié par appel.

Nous n'entreprendrons pas de décrire ici tous les systèmes connus, d'autant qu'il s'en produit tous les jours, nous parlerons seulement des plus usités, en commençant par le plus ancien, système en quelque sorte classique, la pompe aspirante à pistons.

Elle se compose de deux cylindres pareils à celui dont notre gravure, page 556, montre

l'intérieur, établis sur les puits d'aéragé de façon à ce que leur fond, percé de deux soupapes. A A', en recouvre l'orifice.

Un piston B, percé également de deux soupapes C C', se meut par l'effet de la machine motrice, au moyen d'une chaîne plate qui passe sur une poulie de grand diamètre, de haut en bas dans le cylindre; les soupapes AA', qui se ferment à la descente du piston s'ouvrent dès qu'il remonte et aspirent l'air vicié de la mine, qui sort du cylindre par les soupapes CC' dont le piston est muni, et qui sont équilibrées par des contrepoids D D.

Cette pompe peut fonctionner à volonté comme machine aspirante et comme machine foulante, il n'y a pour cela qu'à modifier le jeu des soupapes.

Un perfectionnement de ce système est le ventilateur à cloche plongeante, qui se compose de deux grandes caisses cylindriques A. B. établies au-dessus des puits d'aéragé et ayant à leur circonférence une gorge annulaire remplie d'eau.

Dans ces gorges, espèce de cuves au demeurant, montent et descendent alternativement deux cloches en tôle, suspendues par des chaînes qui se réunissent en une seule, avant de passer sur des poulies DD pour se fixer aux extrémités de la tige du piston de la machine motrice horizontale, placée à une certaine hauteur sur un bâti en maçonnerie.

Naturellement le dessus des caisses fixes est muni de soupapes s'ouvrant de bas en haut, aussi bien du reste que la partie supérieure des cloches, de sorte que lorsqu'une cloche s'élève ses soupapes se ferment tandis que celles des caisses s'ouvrent; ce qui permet à l'air du puits de passer sous les cloches.

Le mouvement contraire se produisant, les soupapes des caisses se ferment, celles des cloches s'ouvrent pour laisser échapper l'air vicié, qui s'est emmagasiné dedans.

Ces machines, très efficaces d'ailleurs,

sont surtout employées dans les mines du Hartz.

En France on en a de moins encombrantes, notamment le ventilateur Lemielle, le ventilateur Fabry, le ventilateur Guibal, et le système inventé par M. Cagniard de la Tour et que, à cause de cela, on appelle *Cagnardelle*.

Sans compter beaucoup d'autres, moins connus parce qu'ils sont d'invention plus récente, car la plus grande partie des constructeurs qui s'occupent du matériel des mines ont aujourd'hui des ventilateurs spéciaux qui se recommandent plus ou moins, selon les cas.

Tous sont bons ; puisqu'ils remplissent le but qu'on se propose, le meilleur étant naturellement le plus simple et le moins encombrant.

Décrivons en quelques mots les plus généralement usités :

La *Cagnardelle* est une espèce de vis d'Archimède, posée sur un plan incliné, mais assez légèrement pour que ses deux extrémités baignent dans l'eau d'un bassin de maçonnerie, dans lequel elle est fixée, de façon à pouvoir tourner par l'action d'un moteur.

Ce bassin est naturellement construit à l'orifice du puits, commandant la galerie qu'il s'agit d'aérer.

A chaque mouvement de rotation de l'appareil, un certain volume d'air s'emprisonne dans la spire supérieure et, suivant la vis, passe successivement dans les spires inférieures, où son volume diminue progressivement en même temps que la pression augmente, jusqu'à ce qu'il trouve à s'échapper par un tuyau de conduite, qui débouche sur la dernière spire.

Le ventilateur Lemielle, qui s'installe dans un réduit rectangulaire ménagé à l'orifice du puits d'aéragé, se compose d'un tambour hexagonal, sur lequel se plient et se développent successivement, au moyen d'un mécanisme assez simple, six palettes à char-

nières, fixées sur chacun des pans du tambour.

Ce tambour, tournant avec une grande rapidité, l'appareil produit l'effet d'un moulin à vent, dont les ailes refoulent l'air qu'elles saisissent à leur passage.

Le ventilateur Fabry consiste en deux arbres horizontaux parallèles, installés dans des cages, ou *coursiers* en bois ou en briques, qui les enferment aussi exactement que possible jusqu'à la moitié de la hauteur du développement des bras qu'ils portent et qui sont établis au-dessus du puits d'aéragé.

Chacun de ces deux arbres est muni de trois bras en fonte, portant des palettes de 2 à 3 mètres de largeur, traversées, vers le tiers de la longueur du bras, à partir de son extrémité supérieure, par une croisure dont chaque bout se termine par une surface de bois à section courbe.

Les deux arbres tournent en sens contraire ; de façon qu'à chacune de leurs révolutions, les surfaces en bois de la croisure de l'un se trouvent en contact tangentiel des surfaces de la croisure correspondante de l'autre, ce qui interrompt toute communication entre l'air extérieur et l'air vicié arrivant de la mine ; et permet un aéragé complet autant que rapide.

Le ventilateur Guibal tient moins de place et fait autant de besogne.

C'est en quelque sorte une roue à aubes, formée de triangles équilatéraux en fer, reliés par des bras à un arbre tournant.

Sur le prolongement de chacun des côtés des triangles, sont fixées des palettes en bois qui, comme des aubes sont toutes dirigées dans un même sens de rotation.

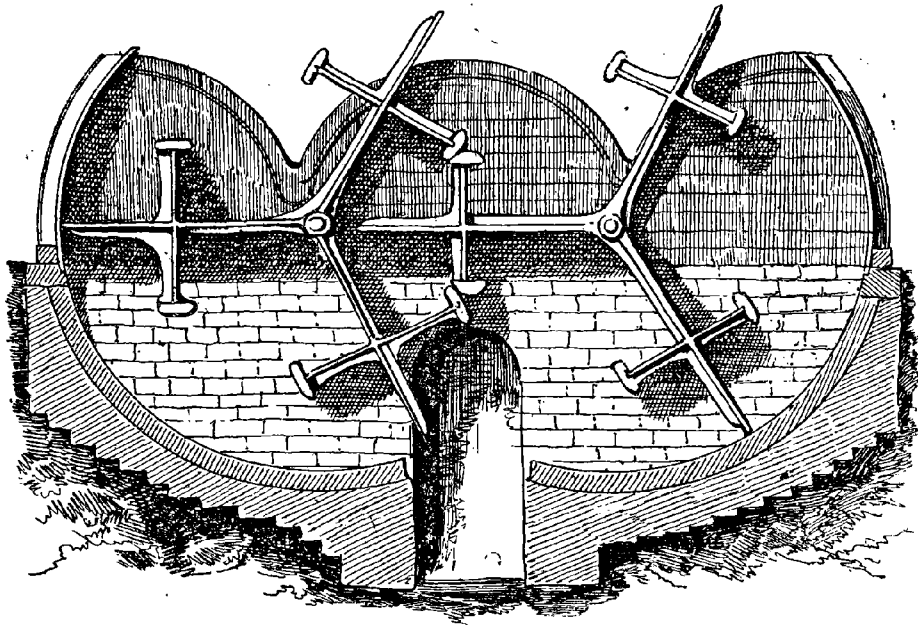
L'appareil est fixé dans une cage en maçonnerie au pourtour circulaire, placée non à l'orifice du puits, mais au point d'intersection de ce puits et de la galerie qu'il s'agit d'aérer ; et la cage est disposée de façon que les palettes viennent raser ses parois, qui manquent, naturellement, dans les parties de cette cage où aboutissent : d'une

part la galerie, qui amène l'air de la mine et de l'autre le puits ou la cheminée, par où l'air vicié est chassé au-dehors.

Ici nous terminons notre travail, car nous n'avons plus à parler que des ouvrages extérieurs, qu'on établit au-dehors des mines pour la facilité de réception et d'expédition des

produits de l'exploitation ; et ces ouvrages ne sont en somme que des magasins, appelés *ports secs* quand ils doivent servir à l'expédition par chemin de fer, et *rivages* s'ils sont établis sur le bord des rivières ou des canaux pour le chargement par bateaux.

Ces magasins varient d'aspect, bien plus selon la place dont on dispose que selon le



Ventilateur Fabry.

goût des ingénieurs, car il faut surtout se mettre à l'aise, et l'on pense d'abord au commode établissement des voies ferrées qui doivent servir aux transports.

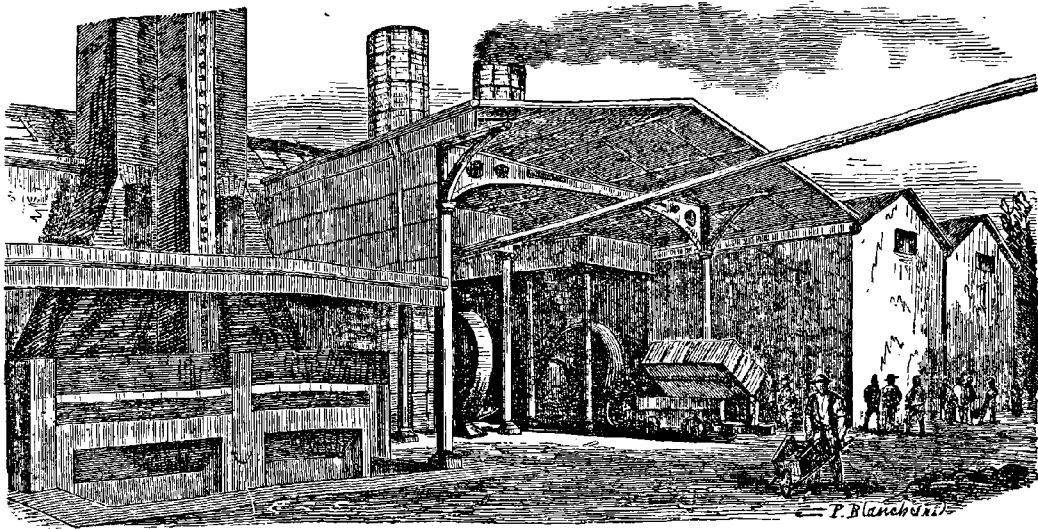
Soit à large voie avec embranchement sur la ligne des chemins de fer, si l'on se trouve à proximité d'une gare.

Soit à voie étroite, dans tous les autres cas, et principalement lorsqu'il s'agit de rivages.

Souvent aussi, toujours, même dans les exploitations houillères ; on organise à l'orifice des puits de mines des ateliers

pour le triage, le criblage et le lavage des minerais (opérations qui se font mécaniquement et dont nous allons parler tout à l'heure en nous occupant de la métallurgie).

Leur disposition présente d'ailleurs si peu de particularités, que nous n'allongerons pas, pour les décrire, cette étude déjà un peu étendue, mais qui a une excuse de sa prolixité dans la multiplicité des détails, dans la variété des procédés d'exploitation, qui constituent l'industrie minière, l'une des plus considérables qui existent.



LA MÉTALLURGIE



Liv. 71.

La métallurgie — suite naturelle et conséquence obligée de l'industrie minière, puisque les minerais métallifères ne sortent de la mine qu'à l'état de matières premières, — est l'art, perfectionné par de longues expériences, d'extraire de leurs minerais les métaux usuels, au degré de pureté nécessaire, pour qu'ils puissent entrer dans les usages industriels.

Mais il faut ajouter *économiquement*, sans cela notre définition pourrait servir également à cette branche de la chimie qu'on appelle *Docimasie* et qui, n'opérant que sur des petites quantités pour acquérir, par l'analyse des minerais, la connaissance des meilleurs traitements auxquels il convient de les soumettre, pour les dépouiller de leurs gangues et des matières étrangères incorporées avec, n'a pas besoin de tenir compte de la question économique.

En un mot, la docimasie est la science expérimentale, et la métallurgie la science pratique.

La condition d'économie, imposée à la métallurgie, comme à toutes les industries d'ailleurs, qui doivent produire au meilleur marché possible, fait varier les procédés, non seulement selon les espèces de minerais, ce qui est élémentaire, mais encore suivant que les localités où se fait l'exploitation offrent des ressources plus ou moins grandes en combustibles et en fondants.

Ces procédés, dont nous verrons les variétés en étudiant séparément chaque métal, se divisent en deux catégories générales :

Le traitement mécanique des minerais, qui a pour but de les débarrasser de leurs gangues.

Et le traitement chimique, dont l'objet est de séparer le métal des différents corps, avec lesquels il se trouve combiné.

Car on sait, nous l'avons expliqué en parlant de l'exploitation des mines, que, en dehors de quelques matières qui se présentent à l'état natif, presque tous sont incorporés avec d'autres substances métalloïdes ou métalliques.

C'est ainsi que le fer, même quand il sort des hauts fourneaux, contient encore du silicium, du soufre et du phosphore ;

Que le platine est toujours accompagné de rhodium, d'osmium, de palladium, d'iridium et de ruthénium ;

Que le plomb, extrait de la galène, renferme toujours une certaine quantité d'argent et quelquefois même de l'or.

Ces substances étrangères, pour ne parler que de celles-là, ne sont pas toutes nuisibles à la qualité du métal, comme le soufre, le silicium et le phosphore, qui accompagnent le fer et dont il faut naturellement le débarrasser.

Celles qu'on trouve dans le platine sont même utiles en certains cas, notamment l'iridium, et l'on se garde bien de l'en séparer.

Mais l'argent incorporé au plomb deviendrait une non-valeur qui n'améliorerait point du tout le plomb et qu'il faut conséquemment extraire.

D'où de nombreux procédés chimiques dont nous parlerons en temps et lieu.

TRAITEMENT MÉCANIQUE DES MINERAIS

Dans la mine même, nous l'avons dit déjà, les minerais sont soumis à un premier triage, qui a pour but d'en séparer les parties stériles et d'économiser aussi les frais de montage.

Cette opération, — généralement répétée à la surface, où l'on casse les minerais soit au marteau, au pic ou au maillet, pour rejeter ensuite après un examen plus facile, les gangues complètement inutiles — est encore insuffisante ; car les matières métallifères se trouvent le plus souvent disséminées en grains ou en veinules dans de grandes quantités de matières étrangères, dont il faut les séparer afin que le minerai à traiter soit assez riche pour pouvoir l'être économiquement.

Il y a pour cela des minimums qui varient, naturellement, selon la valeur commerciale du métal.

Ainsi les minerais de fer ne sont plus traitables s'ils ne contiennent pas un quart de matière utile ;

Ceux de zinc, un vingtième ;

Ceux de plomb, un trentième ;

Ceux de cuivre, un cinquantième.

Pour l'argent on descend le minimum, jusqu'à un millième.

Pour l'or on est encore plus généreux ; car on traite encore avantageusement des minerais qui ne contiennent qu'un dix millième d'or.

Pour arriver à réduire autant que possible les tas de matières à traiter, on leur fait subir successivement quatre genres d'opérations.

Le débouillage, le broyage, le triage et le lavage.

DÉBOUILLAGE

Le débouillage, comme son nom l'indique, est un premier nettoyage, qui a pour objet

de laver le minerai, presque toujours souillé de boue, et noirci par la fumée de la poudre de mines.

Il sert aussi, dans certains cas, à le débarrasser des matières argileuses dans lesquelles il est souvent enveloppé. Plusieurs systèmes sont en usage. Le plus simple est de creuser un ruisseau en pente douce dans une aire pavée.

Un courant d'eau, établi dans le ruisseau, passe continuellement sur le minerai qu'on y jette et que des hommes, armés de rateaux, agitent d'un bout à l'autre du ruisseau.

Naturellement ce lavage débourbe suffisamment, mais on ne peut l'appliquer partout.

Quand on n'a pas de ruisseau à sa disposition, on établit une grande caisse rectangulaire, dans laquelle l'eau entre d'un côté pour sortir de l'autre. Le minerai, posé en tas à une extrémité, est poussé successivement de l'une à l'autre, à l'aide de rateaux et de balais, et ainsi de suite jusqu'à son parfait nettoyage.

La mécanique a donné mieux que cela, un instrument fort ingénieux qu'on appelle *Patouillet* et qui est surtout employé pour le débourbage des minerais d'alluvions.

Le patouillet est une grande auge en bois, de forme demi-sphérique, et dans laquelle un arbre, qu'on peut actionner par le moteur de l'usine, au moyen d'une courroie de transmission, fait tourner continuellement quatre bras de fer, disposés en croix et assez longs pour agiter violemment la matière minérale et la débarrasser assez vite de la boue et des substances terreuses, qui grossissent inutilement son volume.

Naturellement l'auge, qu'on appelle une *huche*, est toujours remplie d'eau, elle est pour cela en communication avec un conduit qui lui en fournit en quantité suffisante.

Le trop plein, c'est-à-dire l'eau sale, s'écoule par une ouverture pratiquée du côté opposé, et un peu plus bas que le conduit.

Une troisième ouverture, fermée par une

porte à coulisse, à la partie inférieure de la huche, s'ouvre à volonté pour laisser sortir le minerai lorsqu'on le juge suffisamment nettoyé.

On conçoit que ce système soit beaucoup plus économique que le travail manuel, même au ruisseau, puisqu'on est toujours assuré de trouver de l'eau et une force motrice, soit que le débourbage se fasse au sortir du puits de la mine, ou dans l'usine métallurgique.

BROYAGE

Les appareils de broyage, tous plus ingénieux les uns que les autres, sont aujourd'hui très communs, mais il convient de procéder chronologiquement et de parler d'abord des plus anciens.

Du reste on les emploie préféremment les uns aux autres, suivant la dureté du minerai et le degré de finesse auquel il est besoin de le réduire.

Le bocard. — Pour les minerais les plus durs, on se sert généralement des *bocards*, sortes de pilons qui agissent mécaniquement à peu près comme les moutons.

Placés en ligne, ils sont successivement soulevés par les cames d'un arbre moteur, et retombent de tout leur poids sur le minerai, placé au-dessous d'eux, soit dans des auges métalliques, soit sur une grille également métallique.

D'où deux espèces de bocards :

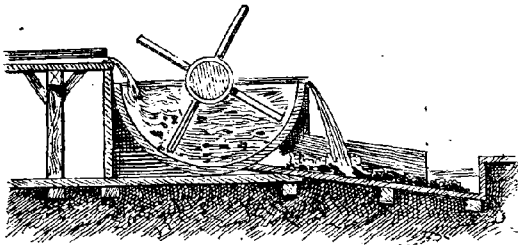
Les bocards à auges, qui agissent séparément, chacun dans une caisse doublée d'une épaisse plaque de fonte, dont le fond est suffisamment incliné, pour que le minerai, une fois pilé, puisse s'échapper de lui-même.

Et les bocards à grille, dont le fond est muni d'une grille, par où les morceaux, concassés assez menu, passent tout naturellement pour tomber sur le sol.

Nous aurons occasion d'en reparler quand nous étudierons la métallurgie de l'argent au Mexique.

Selon les usines, selon surtout la plus ou moins grande dureté des minerais à casser, les bocards sont de différentes forces.

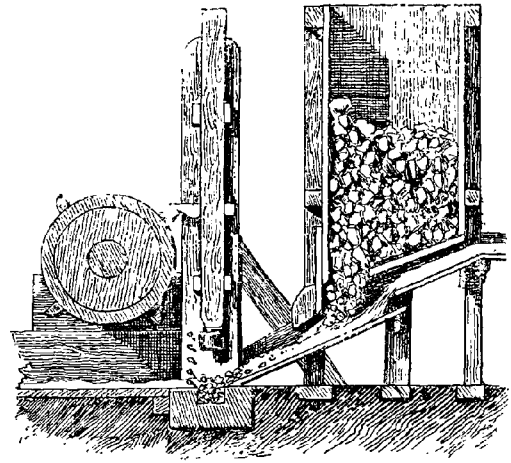
Il y en a, pour les minerais relativement tendres, qui ne pèsent que 50 kilogrammes et ne frappent guère que 25 coups à la minute; il est vrai qu'il y en a aussi qui pèsent jusqu'à 250 kilogrammes et plus, et qui sont mus par un moteur assez actif pour retomber 50 ou 60 fois par minute.



Patouillet.

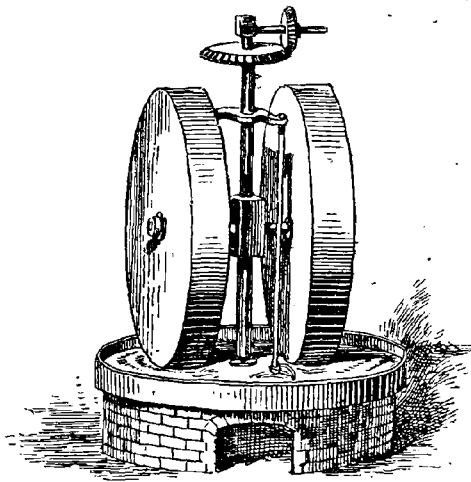
3 centimètres de jeu entre les pilons et les parois de l'auge; lorsque plusieurs pilons frappent dans la même auge, ils sont généralement placés à la même distance l'un de l'autre.

Dans tous les cas, la hauteur de la chute (souvent moindre) ne dépasse jamais 30 centimètres, et on ne laisse jamais guère que



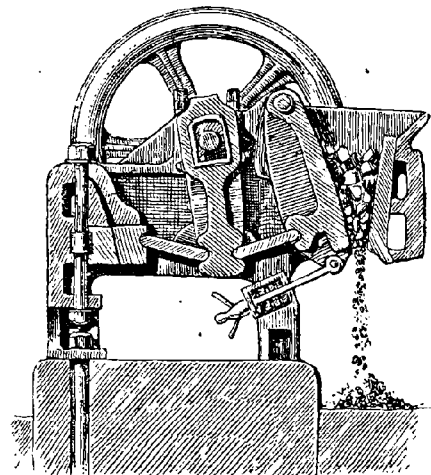
Bocard.

Le bocardage se fait le plus souvent à sec, mais, lorsque le minerai est d'une dureté extrême, on le fait mouillé, c'est-à-dire qu'on établit un courant d'eau dans les auges, pendant tout le temps du battage.



Tordoir.

A cela près, qui est préférable d'ailleurs, c'est exactement le même procédé.

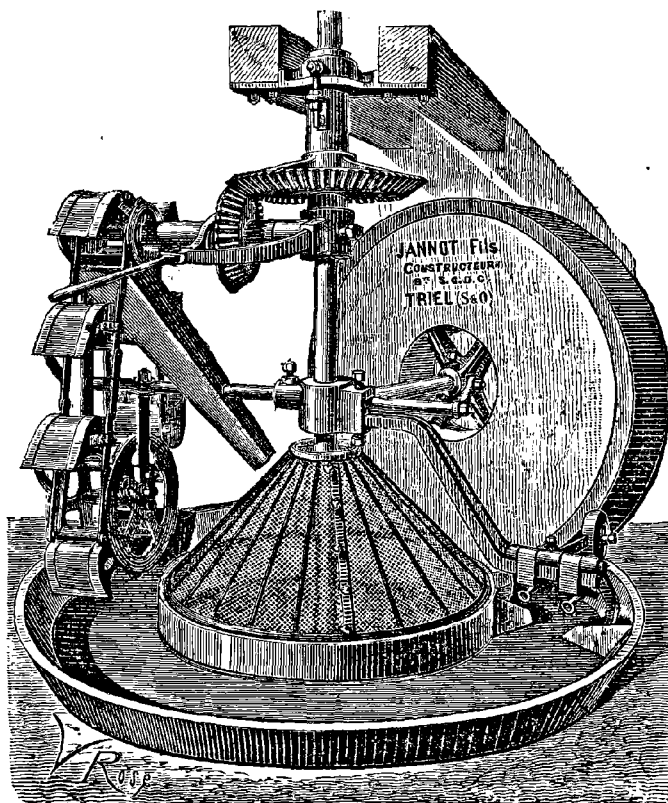


Broyeur américain.

Pour concasser les minerais tendres, on se sert indifféremment des cylindres

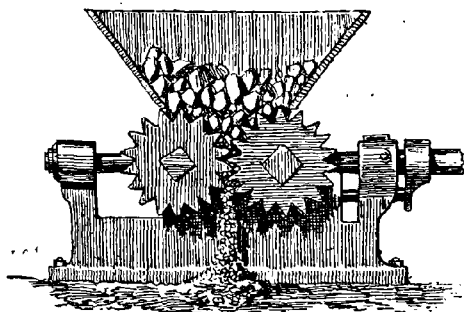
broyeurs, des broyeurs américains, des tor-
doirs et de quelques autres systèmes dont
nous allons parler.

Cylindres broyeurs. — Les cylindres
broyeurs sont des espèces de moulins, dans
lesquels des cylindres disposés deux à deux

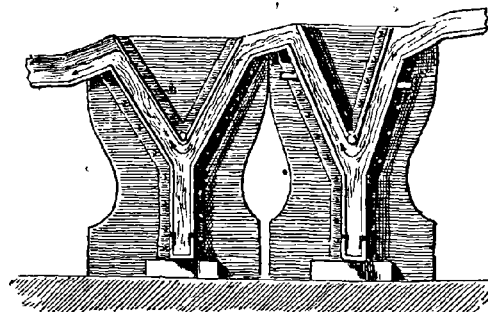


Broyeur à tamis conique central (système Jannot).

(on en met quelquefois trois ou quatre paires ensemble) broyent le minerai qui s'engage entre leurs surfaces, lesquelles tournent en sens inverse comme les cylindres d'un lami-



Cylindres broyeurs.



Classificateur à courant ascendant.

noir, avec cette différence que, au lieu d'être l'un au-dessus de l'autre, ils sont côte à côte.

Ces cylindres sont de plusieurs sortes; quand il y en a plusieurs jeux dans le même

appareil, ils sont disposés de façon à ce que le minerai en sortant de la paire la plus élevée, soit soumis à l'action de celle qui vient immédiatement après.

Dans ce cas, les cannelures des cylindres diminuent progressivement : et ceux de la dernière paire sont lisses, pour que le minerai soit écrasé plus fin.

Broyeur américain. — Cet appareil, appelé ainsi parce qu'il nous vient des États-Unis, a pour organe principal une espèce de mâchoire mobile en fonte qui, mise en mouvement par des leviers reliés à une bielle, se rapproche et s'éloigne alternativement d'une autre mâchoire fixe, et écrase contre celle-ci le minerai qu'on introduit entre elles deux.

Pour cela, leur réunion décrit un angle aigu, de façon à ce que, lorsque la mâchoire mobile se déplace, il ne passe entre elles deux que le minerai broyé.

Du reste, un système de coins, serrés avec des vis, permet de régler l'écartement des mâchoires, de manière à obtenir les matières broyées à la grosseur que l'on veut.

Tordoir. — Le tordoir est le nom que l'on donne généralement à un appareil qui, composé de deux meules, placées dans leur sens vertical, ressemble tout à fait aux moulins à huile.

Ces meules, qui sont ou en fonte ou en pierre dure, tournent dans un plateau de fonte, où l'on est obligé d'agiter le minerai et de le changer de place pour qu'il se réduise en poussière à peu près égale.

Mais ce système a été depuis considérablement amélioré. Parmi ses nombreux perfectionnements, nous citerons les broyeurs de M. Jannot de Triel.

Ces broyeurs, applicables du reste à tous usages, et très répandus dans toutes les branches de l'industrie, sont si bien compris, que nos gravures seules suffiraient à en faire comprendre le fonctionnement.

Le premier se compose d'une cuvette de 2 mètres ou 2^m,50 de diamètre, selon le

modèle adopté, au milieu de laquelle tourne un arbre vertical, communiquant, par différents bras, le mouvement qu'il reçoit d'un moteur quelconque et qui est d'environ 12 tours à la minute :

1° A la meule, pesant de 350 à 500 kilogrammes, qui doit écraser le minerai.

2° A deux espèces de raclettes triangulaires qui marchent devant la meule, et amènent le minerai juste à l'endroit où la meule doit passer.

3° Et à une série de ramasseurs formée de godets, fixés à une chaîne sans fin, qui saisissent la matière et la remontent continuellement, pour la verser dans un conduit qui l'amène sur le cône en treillis, placé au centre de la cuvette.

Les parties suffisamment broyées du minerai passent au travers de la toile métallique, dont les mailles sont réglées selon la finesse que l'on veut obtenir, et sont recueillies en dessous, soit en enlevant la capacité cylindrique recouverte par le tamis, soit plus commodément si l'on opère avec un plancher ou un massif élevé, à l'étage inférieur au moyen d'un entonnoir et d'un conduit spécial.

Les morceaux, encore trop gros pour avoir pu passer à travers le tamis, retombent dans la cuvette, et repassent sous la meule, jusqu'à ce qu'ils soient réduits en poudre.

Mais le tamis n'est pas immobile, autrement, malgré sa disposition conique, les substances y séjourneraient toujours un peu. Un agitateur le soulève à chaque révolution du moulin et la secousse produite active le tamisage en débarrassant le treillage métallique.

De plus, les ramasseurs sont munis d'un débrayage à agrafe, qui permet d'arrêter leur travail, sans suspendre celui de la meule, et cela est souvent nécessaire, surtout pour certaines substances qu'il faut laisser broyer quelque temps avant de faire usage du tamis.

Étant connue la vitesse du moulin, on conçoit que cela aille très vite : en effet, pour les minerais assez tendres, on peut broyer environ 10 mètres cubes à l'heure à un degré de finesse de 4 millimètres.

Mais, pour les matières plus dures, cela va naturellement plus lentement.

Dans ce cas, du reste, on emploie le moulin à deux meules, que représente notre second dessin, et dont l'effet est bien plus considérable, puisque chaque meule pèse 400 kilogrammes.

Cette machine ne diffère de l'autre que par la disposition de ses organes, elle a aussi ses ramasseurs à débrayage, qui versent le minerai sur le tamis, et ses racleurs qui ont pour objet de changer constamment la matière de place, et d'obliger toutes les parties à se soumettre alternativement à l'écrasement ; seulement le tamis est plat, fortement incliné et mù d'un tremblement si rapide que les matières suffisamment pulvérisées n'ont pas le temps de descendre dans la cuvette.

A cela près, l'opération s'y fait exactement comme avec le broyeur à meule unique.

TRIAGE

Le triage mécanique des minerais se fait au moyen d'appareils de classification qui sont assez nombreux et qui s'emploient selon les localités.

Ainsi au Mexique, où l'on bocarde à l'eau les minerais d'argent, on se sert, pour faire une première classification, d'un bassin appelé *labyrinthe*, et qui se compose de plusieurs compartiments circulaires, séparés entre eux par des barrières de hauteurs différentes.

De façon que, lorsque le minerai au sortir des bocards est dirigé par le courant d'eau vers le labyrinthe, les parcelles les plus grosses s'arrêtent dans le premier compartiment, tandis que les moyennes vont dans le second, et les fines dans le dernier.

Dans le Harz, on se sert de *ratters*, c'est ainsi qu'on appelle une série de tamis à secousses, qui se meuvent les uns au-dessous des autres.

Ces tamis forment le fond de caisses inclinées, et leurs mailles (métalliques naturellement) sont graduellement plus grosses de l'extrémité supérieure à l'extrémité inférieure.

Chaque caisse, fixée à un bâti, à l'aide d'une charnière, est soulevée par une barre actionnée par le moteur de l'usine, qui se dégageant tout à coup la laisse tomber brusquement ; et cela à intervalles si rapprochés que le minerai, qui arrive par le haut, est constamment secoué et se classe assez méthodiquement.

Du moins pour les parcelles grosses et moyennes, car les tamis laissent passer toutes les poussières qui contiennent encore une notable quantité de minerai.

Ces poussières, qu'on appelle *schlamms* ou *boues*, sont classifiées ensuite au moyen d'un courant d'eau ascendant, dans une série de caisses disposées en pyramide renversée.

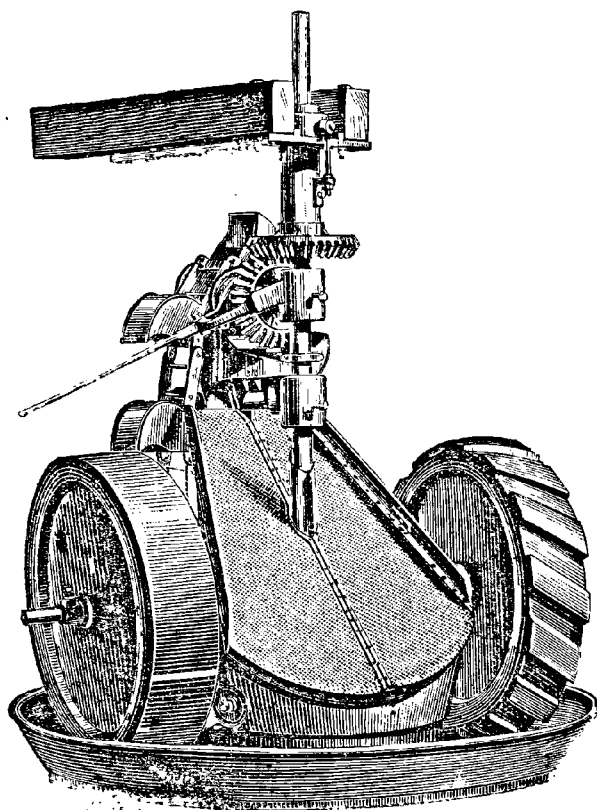
Ce qui fait deux opérations au lieu d'une.

Aussi le Trommel est-il bien plus généralement adopté.

Cet appareil, disposé à peu près comme un blutoir à farine, est un cylindre creux et tournant, quelquefois composé de grilles, le plus souvent de tôle percée de trous, dont les ouvertures vont croissant, en trois séries distinctes.

L'axe sur lequel il tourne, en prenant son mouvement d'une courroie de transmission, est incliné de façon que les minerais qui s'introduisent à son extrémité supérieure, par une sorte d'entonnoir, descendent progressivement sous l'influence du mouvement de rotation jusqu'à l'extrémité opposée, par où s'échappent les matières trop grosses pour passer à travers les trous du cylindre.

Car, la force centrifuge aidant, le mouvement descendant du minerai, se trouve assez ralenti pour qu'il ait le temps, chemin

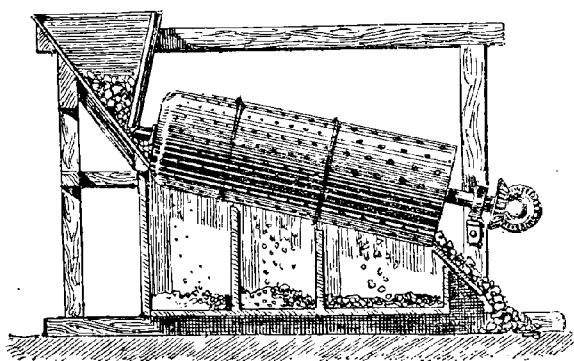


Broyeur à deux meules (système Jannot).

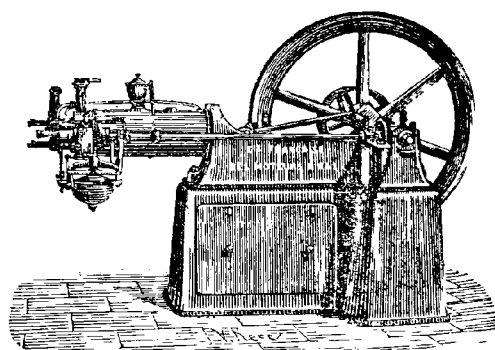
faisant, de passer au travers les ouvertures pratiquées à cet effet, et de tomber tout trié en sables, en grenailles et en grosses

parcelles, dans les trois cases disposées au-dessous de l'appareil.

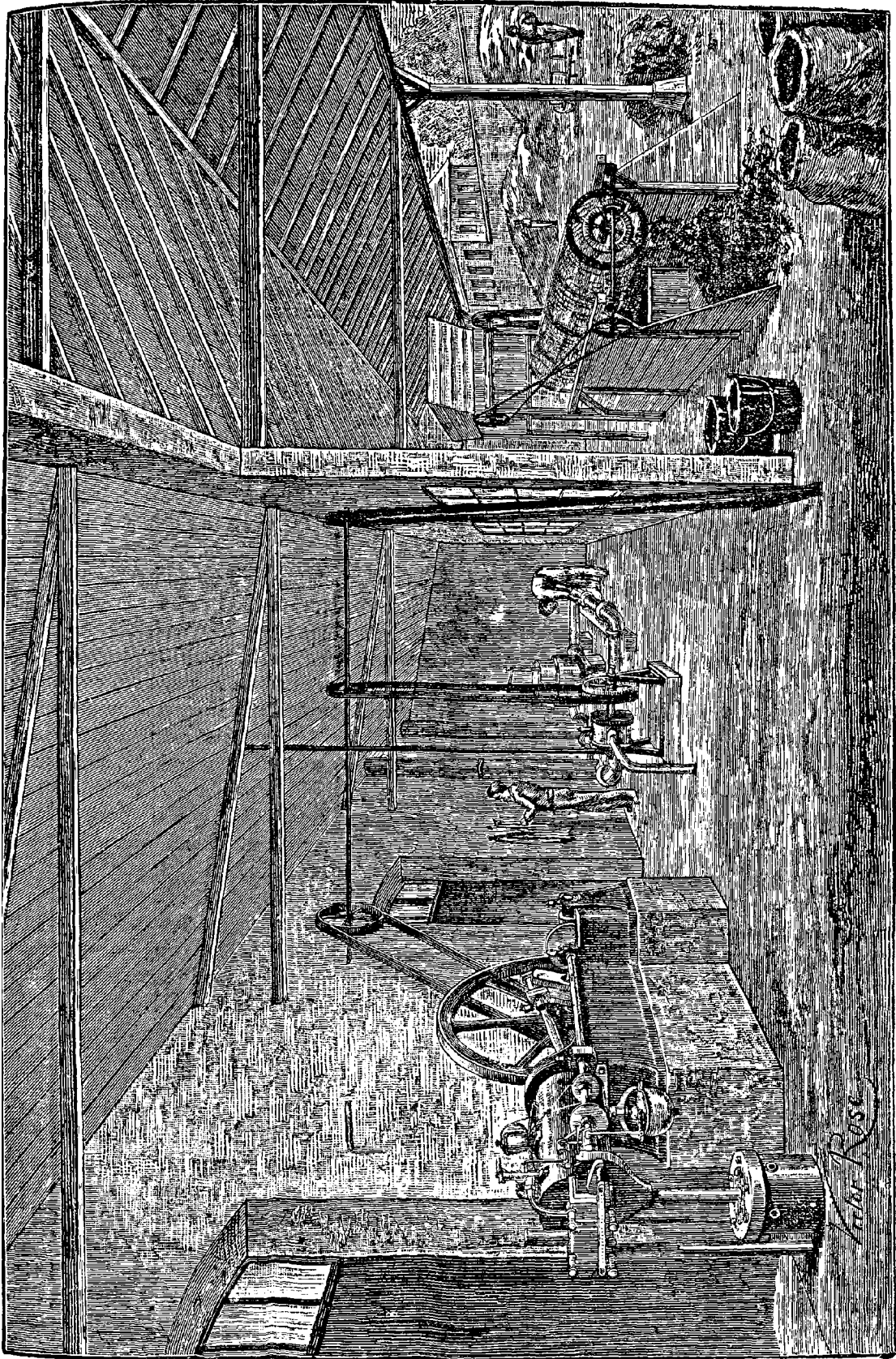
C'est le système le plus répandu, aussi



Trommel



Moteur Otto monté sur socle en fonte.



Moteur à gaz (système Otto) actionnant un Trommel.

a-t-il été notablement perfectionné depuis son invention.

MOTEUR ÉCONOMIQUE

Il va sans dire que toutes les machines dont nous avons parlé, aussi bien que les appareils de lavage, sont mues par le moteur de l'usine, mais depuis l'invention des moteurs Otto, c'est-à-dire depuis 1877, partout où l'on a du gaz à sa disposition, on en installe, pour ce travail, à cause de leur commodité et de leur économie.

Cette machine, qui a les apparences et les mêmes organes qu'une machine à vapeur horizontale; piston, cylindre, bielle et arbre coudé, en diffère par son alimentation qui est l'air et le gaz mélangés.

L'air est emmagasiné dans un réservoir qui se trouve sous le moteur, le gaz arrive par un tuyau de conduite.

Le piston, étant à fond de course dans le cylindre, laisse entre lui et le fond du cylindre un espace qu'on appelle chambre de compression.

Un premier coup de piston en avant aspire dans cette chambre un mélange d'air et de gaz; revenant en arrière le piston refoule et comprime ce mélange dans la chambre de compression, au même moment le tiroir démasque un filet de gaz allumé, qui enflamme le mélange; les gaz se dilatent, il s'ensuit une élévation de température qui produit une augmentation considérable de pression. Celle-ci, agissant alors sur le piston, le pousse au bout de sa course et constitue la force motrice.

Revenant une deuxième fois en arrière, le piston chasse devant lui les produits provenant de la combustion, qui sont détendus, refroidis et qui s'échappent dans l'atmosphère par un tuyau *ad hoc*.

Et ainsi de suite, tant que la machine est en marche, ce qui donne par conséquent une inflammation pour deux coups de piston.

Le montage est des plus simples; le moteur est boulonné sur une pierre de fondation, sur un massif quelconque, le plus souvent fixé sur un socle de fonte qui renferme le réservoir à air.

La consommation du gaz est en moyenne de 750 litres par heure et par force de cheval, pour les machines puissantes; un peu plus, pour les petits moteurs, mais elle est toujours inférieure à un mètre cube; ce qu'il est facile de vérifier d'ailleurs, en plaçant un compteur spécial entre le moteur et la conduite principale.

La consommation d'eau, sur laquelle il faut compter aussi, car il en faut pour refroidir le cylindre, est de 30 à 50 litres par heure et par force de cheval, cette eau peut être emmagasinée dans un réservoir, mais il vaut mieux faire un branchement sur une conduite d'eau forcée; c'est du reste indispensable quand la force du moteur est de plus de dix chevaux, car il faut alors disposer d'un courant d'eau froide.

Comme on le voit c'est extrêmement simple et surtout économique, puisque la machine, qui n'a pas besoin d'être tenue en pression, ne dépense que si elle travaille: on ouvre le robinet du gaz quand on veut la mettre en train, on le ferme quand on veut l'arrêter et tout est dit.

Et c'est la raison du succès de cet appareil, qui est déjà, bien qu'il n'existe que depuis cinq ans, répandu par milliers dans l'industrie française.

LAVAGE

Le lavage a pour objet de séparer les minerais, broyés et triés, par séries de gros-seurs, de la plus grande partie des gangues stériles, qui sont encore mélangées avec, de façon à obtenir, en fin d'opération, des sables riches qu'on appelle *schlicks*.

Il y a bien des systèmes de lavage et c'est presque le cas de dire: chaque pays, chaque mode.

Le système classique par excellence est l'augette à mains, employée encore par les laveurs d'or des placers.

C'est une caisse presque carrée dont les rebords vont s'abaissant sur le devant.

L'ouvrier, après y avoir introduit de l'eau et du minerai à laver, la prend par ses deux anses, la secoue, en la frappant sur son genou de façon à mettre toutes les matières légères en suspension, alors il l'incline en avant, l'eau s'écoule entraînant avec elle tous les sables pendant que les grains métalliques, plus lourds, se déposent au fond.

Moyen parfait, du reste, mais impraticable dans les usines métallurgiques, parce qu'il demande une main d'œuvre trop dispendieuse ; il y a du reste des équivalents mécaniques dont les plus anciens sont : pour les minerais moyens, les caisses allemandes, les cribles hydrauliques, et les tables à secousses ou à percussion ; et pour les minerais poussiéreux, les tables à toiles, les tables dormantes et les tables coniques.

La caisse allemande est une boîte rectangulaire qui a 3 ou 4 mètres de longueur sur 60 à 80 centimètres de largeur et 50 à 90 de profondeur, profondeur qui varie du reste selon la caisse, dont le fond est en plan incliné.

Le petit côté inférieur de la caisse est percé dans toute sa hauteur de trous, très rapprochés les uns des autres, que l'on peut boucher à volonté avec des chevilles ; le côté opposé est surmonté d'un entonnoir carré, par lequel on introduit le minerai et immédiatement au-dessous d'un conduit qui entretient constamment une nappe d'eau dans l'intérieur de la caisse.

Veut-on commencer l'opération, on bouche tous les trous excepté le plus bas ; au fur et à mesure que le minerai descend dans la caisse, un ouvrier le remonte vers le chevet, l'agite avec un rateau pour qu'il entre en suspension dans l'eau, les trous sont débouchés successivement, l'eau s'écoule entraînant une partie des sables, car

l'opération n'est pas complète du premier coup, et il faut la recommencer un certain nombre de fois pour obtenir un criblage à peu près parfait.

Et c'est dans ce but qu'on place généralement deux ou trois caisses à côté l'une de l'autre, la première pour commencer le travail et les autres pour le continuer sans perdre le temps dont on a besoin pour les vider après chaque opération.

Le crible hydraulique est un tamis métallique, qui compose le fond d'une caisse presque toujours cylindrique, quelquefois conique, qu'une fois chargée de minerai on introduit dans une cuve pleine d'eau.

Là, il s'agit de lui imprimer un mouvement alternatif, ce qui se fait à la main, en la prenant par les deux anses, ou plus économiquement par le moyen d'un levier à contrepoids.

Car tout l'effet est dans le mouvement puisque, à chaque immersion, l'eau soulève les sables stériles, qu'on enlève peu à peu avec une espèce d'écumoire, de sorte que, en fin d'opération, il ne reste plus guère au fond du crible que du minerai utile. ³

La table à secousses consiste en un plateau de 3 à 4 mètres de longueur sur 1,30 de largeur, suspendu en plan incliné à quatre poteaux, par le moyen de chaînes.

Poussée brusquement en avant par des leviers mus par les cames d'un arbre moteur, cette table revenant à sa position normale, se butte contre des heurtoirs en bois qui la font rebondir et lui impriment des secousses assez fréquentes pour mettre en suspension dans l'eau, dont elle est inondée, le minerai qui arrive en même temps dessus, par un double entonnoir disposé au-dessus du chevet.

Mais les secousses sont réglées de façon à ce que les parties métalliques du minerai aient le temps de se déposer entre deux mouvements et de glisser le long du plan incliné.

Quand une table à secousses a marché

trois heures, on l'arrête pour jouir du bénéfice de l'opération, et recueillir les grains les plus rapprochés du chevet, qui sont pres-

que toujours suffisamment criblés, ceux qui suivent subissent un nouveau lavage, et les matières agglomérées à la partie infé-

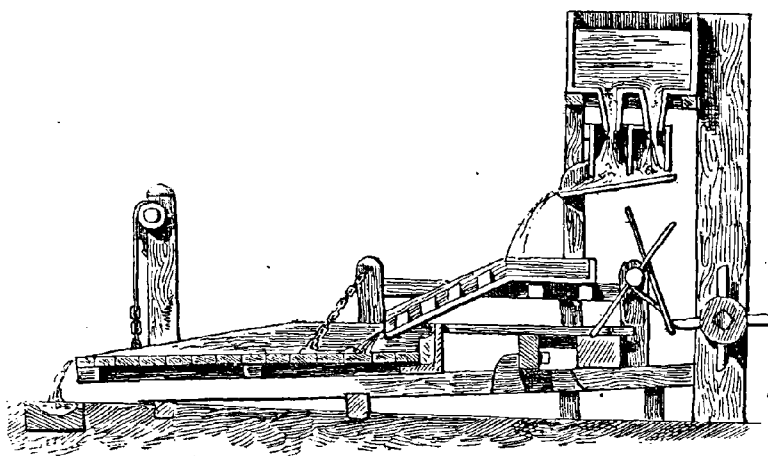


Table à secousses pour le lavage des minerais.

rieure de la table sont rejetées comme inutilisables.

Voyons maintenant les appareils employés pour le lavage des minerais plus poussiéreux.

La *table à toile* est une chaîne sans fin, formée d'une forte toile tendue en plan incliné, et animée d'un mouvement régulier de bas en haut, par un moteur quelconque.

L'eau et le minerai, amenés sur la toile

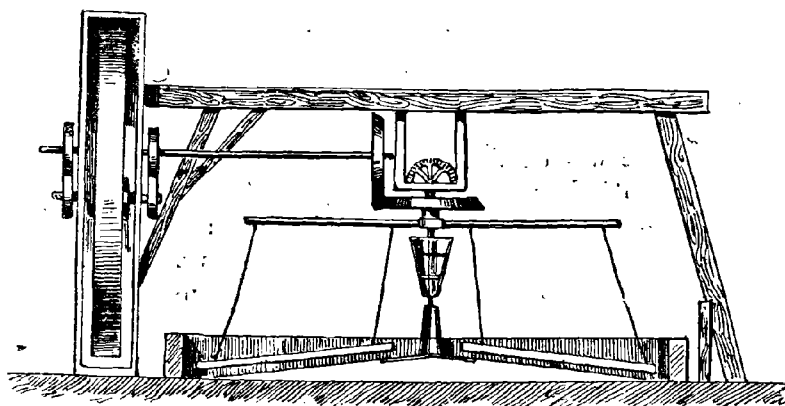


Table conique.

par sa partie la plus élevée, descendent sur le plan incliné, les sables glissent à terre, tandis que les grains métallifères s'atta-

chent au tissu pour venir tomber dans un bac plein d'eau, au moment où la toile se retourne.

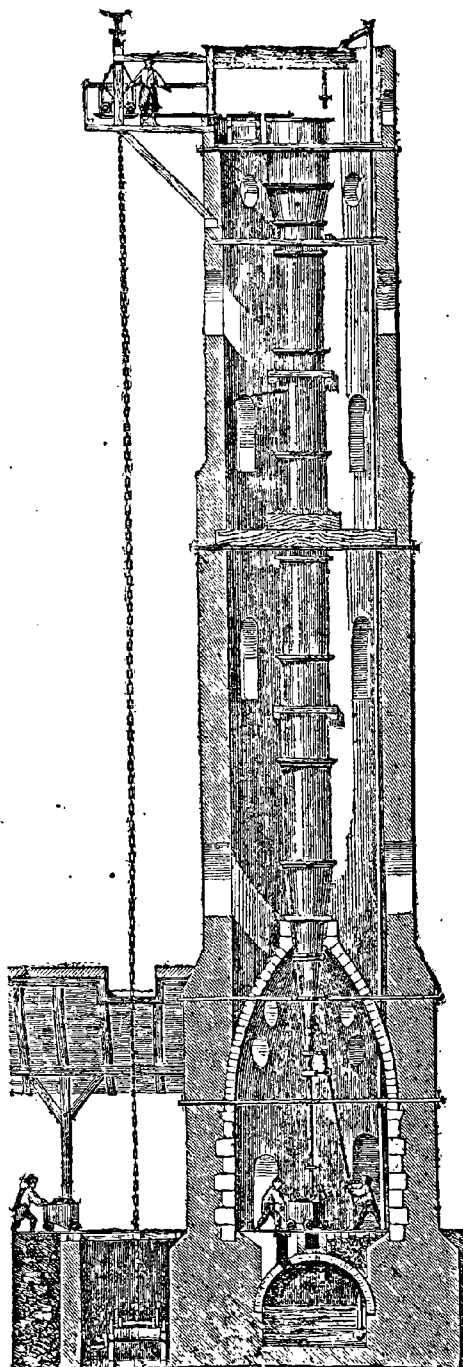
Les tables dormantes sont du même genre | façon à ce que les parties les plus pesantes y séjournent, tandis que les autres sont entraînées par l'eau.

et disposées de la même façon que les tables à secousses, seulement elles sont immobiles et les sables y sont mis en suspension par un ouvrier, qui les agite au moyen d'un râteau et les amène constamment au chevet pour les laisser retomber au bas du plan incliné.

Du reste, les matières se déposent par les mêmes lois de la pesanteur spécifique, et l'opération est si certaine, que le plus généralement, l'extrémité inférieure de la table présente trois rigoles, l'une pour laisser couler l'eau troublée par les sables, l'autre pour le minerai qu'il faudra recommencer à laver, et la troisième pour le schlick suffisamment criblé.

La table conique est un appareil tournant à mouvement continu, n'ayant rien de la table d'ailleurs, puisque sa forme est celle d'un cône surbaissé, au milieu duquel est un arbre qui lui imprime sa rotation par un engrenage.

Autour de cet arbre est un grand entonnoir, dans lequel on verse en même temps le courant d'eau et les minerais qui se déposent sur le cône, de |



Séparateur tubulaire Toussaint.

est élargi à sa partie supérieure, de manière

A tous ces systèmes qui ne s'éloignent guère les uns des autres, il faut en ajouter un autre plus récent et qui paraît appelé à un grand avenir, puisqu'il opère à la fois le lavage et le triage dans des conditions plus économiques et plus parfaites.

Il s'agit du séparateur tubulaire de l'ingénieur Toussaint, expérimenté il y a quelques dix ans pour l'enrichissement des minerais de plomb argentifère et de cuivre, de *Monte Calvi* et d'*Agua Viva* en Toscane.

Cet appareil — qui, comme tous les procédés de lavage, dont nous venons de parler, repose sur le principe de la pesanteur des corps et de leur faculté d'aller au fond de l'eau avec une vitesse en rapport avec leur densité, — se compose d'un tube en tôle de 1^m,50 de diamètre, et de 30 mètres de hauteur, placé verticalement dans une cour ou au milieu d'un échaffaudage en charpente construit exprès.

Ce tube, toujours maintenu plein d'eau,

à contenir une trémie, dans laquelle on verse le minerai pulvérisé et tamisé et qui est fermée à sa base par des portes-vannes que l'on peut ouvrir tout d'un coup ou graduellement, selon qu'il est nécessaire de modérer ou d'intercepter la chute du minerai à l'intérieur du tube.

La descente s'opère alors plus ou moins vite, selon la grosseur des grains, mais les particules métalliques, dont la densité est toujours plus considérable que celle des matières terreuses, arrivent toujours les premières au fond, où elles prennent une position tranchée, dans le rétrécissement ménagé à cet effet dans la partie inférieure du tube, au-dessous d'une grande vanne manœuvrée par un levier.

En raison de la densité des métaux, si le minerai contenait à la fois, ce qui arrive souvent, du sulfure de plomb et du sulfure de zinc, ces deux métalloïdes se trouveraient séparés naturellement, et le tube rétréci présenterait la superposition d'une couche de sulfure de plomb à la base, d'une couche de sulfure de zinc au-dessus, le tout surmonté des matières stériles parfaitement dégagées de particules métalliques.

Au moyen de regards en verre et de vanes disposées dans le rétrécissement inférieur du tube, on fait sortir successivement ces divers lits, recueillant les matières utiles, qui sont non seulement séparées d'avec les gangues, mais encore toutes triées par séries de grosseurs, par l'addition à l'appareil, d'un classificateur formé de tamis superposés, soumis à un mouvement permanent de trépidation, par une disposition mécanique qui leur imprime 2,400 secousses par minute.

Avec ce système, il n'est plus de gisement métallifère, si pauvre qu'il soit, qui ne puisse être exploité, puisque la dépense de séparation, toujours très incomplète par les moyens ordinaires (on perdait quelquefois jusqu'à 30 pour cent de matières utiles), et qui coûtait 2 fr. 80 c. par tonne de

minerai, ne revient plus qu'à 53 centimes.

Encore obtient-on une séparation absolue, puisque l'expérience a démontré que des particules métalliques dans la proportion de 1 à 384,000, qui est celle des minerais les plus pauvres, ont été recueillies sans aucune perte par le séparateur Tous-saint.

On voit dans quelle proportion énorme cette invention augmente la valeur des mines en exploitation, puisqu'elle permet de reprendre les amas de déblais abandonnés jadis comme trop pauvres pour être traités, et qui deviennent aujourd'hui d'excellents minerais.

Reste à savoir, par l'expérience, si l'installation d'un tour de trente mètres de hauteur, est toujours bien pratique.

TRAITEMENT CHIMIQUE DES MINERAIS

Le traitement chimique des minerais a pour objet non seulement l'extraction des métaux, mais encore leur séparation totale des substances étrangères avec lesquelles ils sont combinés.

Ce traitement varie naturellement pour chaque espèce de combinaison, et comme, à cause de cela, nous allons étudier tous les métaux séparément, nous ne dirons ici que les généralités.

Les principales opérations du traitement chimique sont : la calcination, le grillage, la réduction, l'affinage, la liquation, la sublimation, la coupellation et l'amalgamation.

La calcination consiste soit à chasser des substances vaporisables, comme l'eau, l'acide carbonique, le soufre, qui se trouvent notamment dans les minerais de fer hydraté, soit à rendre certaines matières minérales, comme le fer rouge en roches, moins dures, plus poreuses, plus friables.

A cet effet on expose le minerai dans des fours ou des cornues, à une température

plus ou moins élevée et dans des conditions où l'air ne peut intervenir dans les réactions.

Assez souvent la calcination précède le broyage, ce qui simplifie d'ailleurs cette seconde opération.

Le grillage, qui se fait aussi dans un four, mais au contact de l'air, a pour but d'éliminer soit un métal plus oxydable que celui avec lequel il est combiné, soit des substances formées de composés oxydés volatils.

C'est ainsi qu'on grille les galènes (sulfure de plomb), les blendes (sulfure de zinc), et les sulfures d'antimoine pour les ramener à l'état d'oxydes, réductibles par le charbon.

Et les minerais de cuivre pyriteux pour les débarrasser du soufre qu'ils contiennent et faciliter aussi, lors de la fusion, la séparation du fer et des gangues pierreuses.

L'opération se fait, selon les cas, dans des fours à réverbères, dans des fours analogues à ceux qui servent pour faire cuire la chaux, ou même sans four, soit en plein air, soit dans des chambres de maçonnerie sans toit qu'on appelle *cases*, en tas, c'est-à-dire en ayant soin d'entremêler les couches de minerais avec les couches de combustible.

La réduction, qui s'opère dans des fourneaux presque spéciaux pour chaque métal et par des procédés qui varient selon les minerais à traiter, enlève l'oxygène aux minerais oxydés, et rend les métaux à peu près purs.

Lorsque le minerai à traiter ne contient que de l'oxygène, il suffit de le mélanger avec une proportion convenable de charbon et de le soumettre à une chaleur suffisante pour que le charbon, en se consumant, absorbe l'oxygène et isole le métal.

S'il contient avec cela, comme les minerais de fer, des matières terreuses généralement peu fusibles, il faut ajouter au charbon ce qu'on appelle des *fondants*, oxy-

des terreux ou alcalins, d'une valeur insignifiante, mais d'un grand effet, car, en se combinant avec les gangues du minerai, ils forment des composés doués d'une si grande fusibilité, qu'en devenant liquides ils se convertissent en une espèce de verre, qui surnage à la surface des matières métalliques en fusion et qu'on peut faire écouler facilement.

Ces scories vitreuses, en raison de leur apparence, s'appellent *laitiers*.

L'affinage succède à la réduction dans bien des cas, surtout pour le cuivre, le plomb, le fer, qui, sortant du fourneau, renferment encore des substances étrangères, dont il est indispensable de les débarrasser pour qu'ils puissent répondre aux besoins de l'industrie.

Chaque métal a son procédé d'affinage spécial, que nous étudierons en temps et lieu.

La liquation, employée surtout pour purifier l'étain, et pour le traitement des cuivres argentifères, a pour objet de séparer par la fusion plusieurs métaux de fusibilité différente, l'important est d'avoir étudié les divers degrés de fusibilité des métaux à traiter et de leur faire supporter une température appropriée.

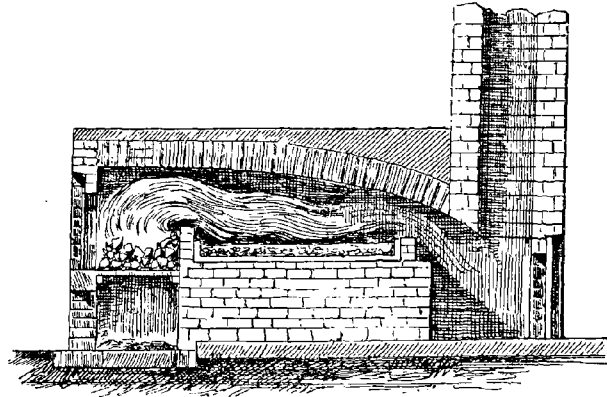
La coupellation et l'amalgamation sont deux opérations spéciales à la métallurgie de l'argent, la première pour extraire le métal du plomb argentifère, la deuxième pour agglomérer, à l'aide du mercure, les parcelles plus ou moins tenues du minerai d'argent.

Quant à la sublimation, elle n'est employée que pour le mercure, le zinc et l'acide arsénieux. C'est une sorte de distillation qui s'obtient par différents procédés dont nous parlerons séparément.

En résumé, ces différentes opérations, qui sont la métallurgie proprement dite, donnent quatre sortes de produits.

- 1° Des métaux plus ou moins purs.
- 2° Des composés, qui, bien que n'existant

pas dans le minerai, se sont, par suite de l'union de plusieurs éléments renfermés dans les minerais et les fondants, formés pendant la réduction, et qui contiennent



Four à reverbère.

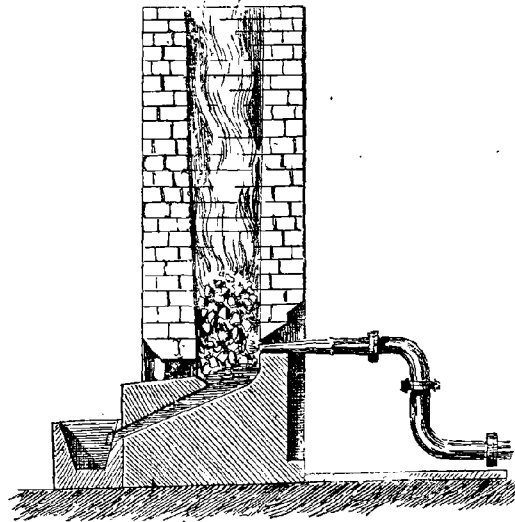
assez de métal pour qu'on l'extrait par un traitement spécial; tel est le cas du cuivre noir et du plomb d'œuvre.

3° D'autres composés, ayant également pris naissance pendant la réduction, et qui forment des substances presque toujours immédiatement propres à des usages indus-

triels, comme l'orpiment, l'acide arsénieux, le sulfure d'antimoine, etc.

4° Et des scories, des laitiers, et d'autres déchets sans valeur, dont nous ne parlons que pour mémoire.

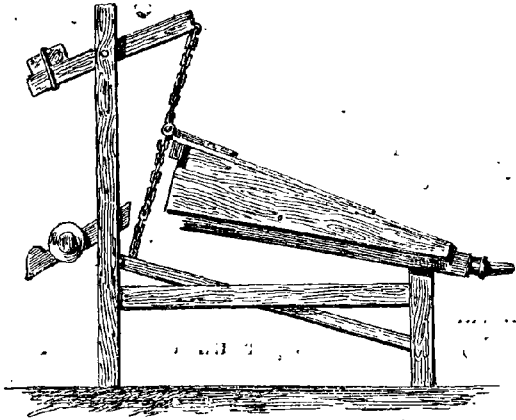
Le fourneau est l'agent principal de la métallurgie, et, à ce titre, bien que la plu-



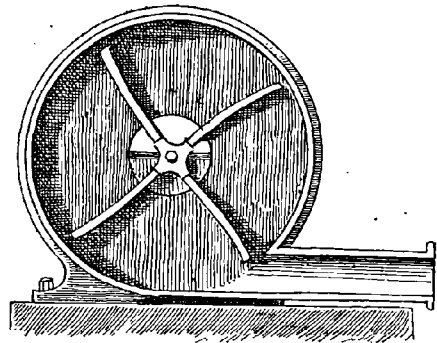
Four à manche.

part des minerais exigent un fourneau spécial, nous en dirons quelques mots au point de vue général.

D'abord, en principe, quelle que soit leur appropriation, ils doivent toujours être construits avec les matériaux les plus réfrac-



Soufflet ordinaire.



Ventilateur à tambour

taires, la partie intérieure du moins, car un fourneau est toujours composé de deux parties :

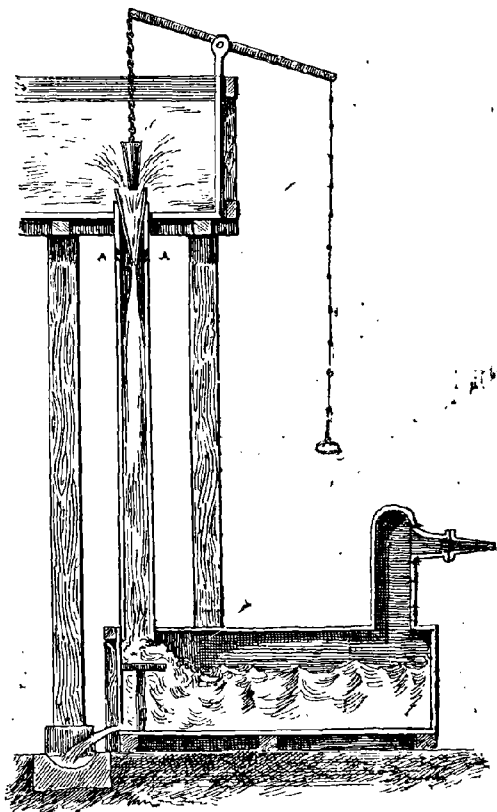
Le revêtement, ou la partie extérieure, qui

est souvent en briques, mais quelquefois en plaques de fonte ou de tôle.

Et la chemise, ou partie intérieure, qui est la plus exposée à l'action du feu et des minerais mis en traitement.

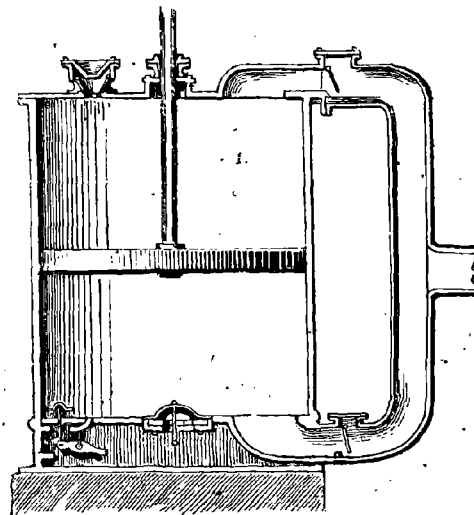
Ils peuvent être divisés en trois catégories : fours à chauffe distincte, fours sans chauffe distincte, et fours à chauffe distincte et à vases clos ; qui se subdivisent elles-mêmes chacune en deux autres : fours à courant d'air naturel, et fours à courant d'air forcé.

Les fours à chauffe distincte sont, comme leur nom l'indique, ceux dans lesquels le



Trompe.

Liv. 73.



Cylindre soufflant.

73

combustible et le minerai occupent des compartiments séparés.

L'un des plus employés de cette catégorie est le four à réverbère, qui prend différentes formes, et dont les dimensions varient selon les usages auxquels on le destine, mais qui se compose toujours des trois parties essentielles : foyer, laboratoire et cheminée, qui se succèdent dans la longueur du fourneau.

Le foyer, où l'on ne brûle que du combustible à flamme longue, pour qu'elle puisse se rabattre sur le minerai à traiter, est séparé du laboratoire par un petit mur en briques très réfractaires qu'on appelle *pont*.

Le laboratoire, placé immédiatement sous la voûte surbaissée du four, qui porte le nom de *réverbère*, parce qu'en effet elle fait réverbérer les flammes du combustible sur le métal, est destiné à recevoir les matières à traiter, que l'on pose sur un plancher appelé *sole*, dont la nature et la forme varient suivant les travaux à opérer.

Raison qui fait aussi pratiquer, sur les faces du laboratoire, une ou plusieurs ouvertures qu'on appelle *portes de travail*.

Les fours de coupellation allemands et anglais sont aussi à chauffe distincte, ils ne diffèrent d'ailleurs des fours à réverbères qu'en ce qu'ils ont, ou la sole, ou la voûte mobile.

On pourrait aussi ranger dans cette catégorie les fours à gaz, où la chauffe est remplacée par une source de gaz : soit brûlé, soit en combustion, comme dans les systèmes Siemens et Ponsard, mais nous préférons leur consacrer un chapitre spécial.

Parmi les fours sans chauffe distincte, il y a les fours à ouvreaux, et courant d'air naturel, les bas foyers et les fours à cuves.

Les fours à ouvreaux et courant d'air naturel se subdivisent : en fours à enceintes temporaires pour la calcination et le grillage en mettes ou en tas, et fours à enceintes permanentes, munis de peu ou de beaucoup d'ouvreaux ; il y a aussi des fours à grand tirage, comme ceux qu'on emploie en Espagne, pour la fusion des minerais de plomb.

Les bas foyers ne sont en somme que des creusets, d'une contenance plus ou moins grande, dans lesquels le minerai, mélangé avec le combustible, est soumis au vent d'une tuyère qui accélère la combustion.

Tels sont les fourneaux catalans. Quant aux fours à cuve, ils portent ce nom à cause de leur forme, qui est en effet celle d'une cuve, terminée à la partie supérieure par une ouverture servant à l'introduction du minerai et du combustible, et qu'on appelle gueulard, et en bas par un creuset dans lequel se superposent, par ordre de densité, les matières fondues, que l'on soutire par deux ouvertures : l'une plus élevée qu'on appelle *l'œil*, sert à l'écoulement des laitiers, et l'autre, percée au fond du creuset, s'ouvre sur un canal qui amène le métal dans une cavité qu'on appelle bassin de réception.

Selon leurs dimensions, les fourneaux à cuve qui portent tous, au-dessus du creuset, une ou plusieurs ouvertures pour laisser passer les tuyères dont le vent accélère la combustion — prennent différents noms.

Quand ils n'ont qu'un ou deux mètres de hauteur, ce sont des fours à manche, employés surtout pour l'étain.

D'une hauteur de deux à neuf mètres, ce sont des demi-hauts fourneaux qui servent généralement à l'extraction de l'argent, du plomb, du cuivre et de l'or, avec des modifications spéciales pour chaque métal.

Si leur hauteur dépasse neuf mètres, ce sont des hauts fourneaux employés surtout à la réduction du minerai de fer.

Les fours à chauffe distincte et à vase clos se subdivisent, en ce qui concerne la métallurgie, en trois classes :

Fours dont les vases clos sont placés dans la chauffe même, qui comprennent les fours à vent pour la fusion simple ou pour la fusion réductrice ou oxydante, en creusets, pour l'acier, la fonte, le bronze, l'antimoine, etc.

Fours à vases clos placés à côté de la chauffe, comme les fours de verreries, les

fours à zinc par les systèmes anglais et silésiens, les fours à mercure, etc.

Fours à vase clos, placés au-dessus de la chauffe, comprenant les fourneaux dont la vaste enceinte peut renfermer un certain nombre de vases clos que la flamme enveloppe entièrement ; tels sont les fours à zinc belges, les fours à antimoine, à bismuth, les fourneaux de cémentation, les fours de carbonisation à parois chauffées, les fours à moufle pour le grillage des minerais.

Nous les décrirons au fur et à mesure que nous aurons à nous occuper spécialement de leur emploi.

D'ici là, il nous faut dire quelques mots des procédés d'introduction du courant d'air forcé, nécessaire au tirage de la plupart des fourneaux et qu'on appelle la *soufflerie*, libre à nous, d'ailleurs, de lui donner le nom, moins barbare, de ventilation.

VENTILATION

Les machines soufflantes, employées en métallurgie, sont très nombreuses ; nous commencerons par les plus anciennes, bien que la plupart aient été abandonnées, malgré les usages locaux qui ont prévalu longtemps, pour des procédés plus modernes et plus expéditifs.

Il y a d'abord les soufflets, montés exactement comme les soufflets de forges et qui ne diffèrent de ceux dont on se sert dans les ménages, qu'en ce qu'ils sont à deux vents, sans cela, du reste, leur action ne serait pas continue.

Dans les usines où l'on s'en sert encore lorsqu'on n'a pas besoin d'une grande quantité d'air, on remplace le cuir, qui s'userait trop vite par la fréquence des mouvements, par des liteaux de bois, munis de ressorts et on les dispose de façon à ce que leur partie inférieure reste immobile.

La partie supérieure est attachée par une chaîne à un levier qui reçoit son mouve-

ment d'une roue à cames, actionnée par un moteur quelconque.

Ce procédé, peu coûteux, il est vrai, est loin d'être parfait : le soufflet ne chasse pas complètement l'air par la raison fort simple qu'il ne peut en prendre que des provisions partielles ; puisque ses deux parois opposées ne se touchent jamais, ce qui fait encore dépenser, en pure perte, une bonne partie de la force motrice.

La trompe est un instrument de ventilation préférable (toujours pour les petites quantités d'air) mais il ne peut être employé que dans les usines où l'on dispose d'une énorme quantité d'eau ; car il en faut beaucoup et à courant continu pour tenir toujours plein un réservoir alimentaire placé à une certaine hauteur.

De ce réservoir part un tube, dont la hauteur est proportionnée à la force qu'on veut obtenir et qui descend verticalement dans un réservoir moins grand.

L'orifice supérieur de ce tube est muni d'une espèce d'entonnoir qu'on appelle *estranguillon*, placé intérieurement, au-dessus d'une série de trous inclinés nommés *aspirateurs* et par lequel on règle l'admission de l'eau dans le tube, au moyen d'une vanne mobile, ou plus communément, d'un tampon de bois, fixé par une chaîne à un levier qu'on fait jouer d'en bas.

L'eau, en pénétrant dans le tube, entraîne l'air extérieur fourni par les aspirateurs ; en arrivant dans le réservoir inférieur elle tombe sur une sorte de plateau, qu'on appelle le *tablier* où elle s'éparpille de façon à faire dégager l'air qu'elle contenait.

Cet air s'emmagasine dans le réservoir qui ne s'emplit jamais qu'à moitié, puisque l'eau s'échappe, au fur et à mesure qu'elle y arrive, par une ouverture pratiquée de façon à être constamment noyée, pour ne point livrer passage à l'air qui s'accumule peu à peu dans la caisse.

Et c'est le trop plein de cette caisse qui met la soufflerie en jeu ; car il s'échappe

alors par un tuyau vertical qu'on appelle *l'homme*, d'où, faute d'autre issue, il passe dans un tuyau flexible, en peau de mouton, au bout duquel est emmanchée la tuyère, qui dans ce cas est un tube en fer, ressemblant beaucoup à l'extrémité d'un gros soufflet.

Système très simple, comme on le voit, mais il y en a un, plus moderne, infiniment plus simple encore, c'est le souffleur à jet de vapeur de MM. Kœrting frères; aussi est-il employé presque généralement.

Ce souffleur, basé sur un principe que nous avons décrit déjà en parlant des ventilateurs de mines des mêmes constructeurs, est activé par un jet de vapeur, emprunté à une chaudière quelconque de l'usine.

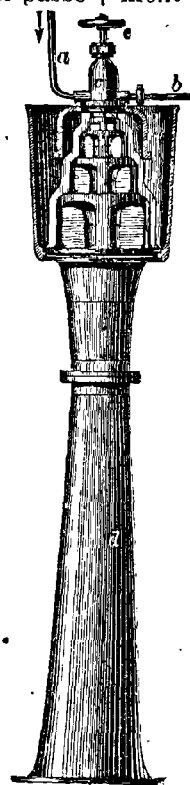
Cette vapeur, introduite dans l'appareil par le tuyau *a* et dont l'admission peut être réglée, selon les besoins, par l'aiguille *r*, produit dans une série de tuyères consécutives, l'aspiration d'un grand volume d'air atmosphérique.

La vapeur et l'air se mélangent intimement et sont refoulés ensemble sous la grille de chauffe du four à activer.

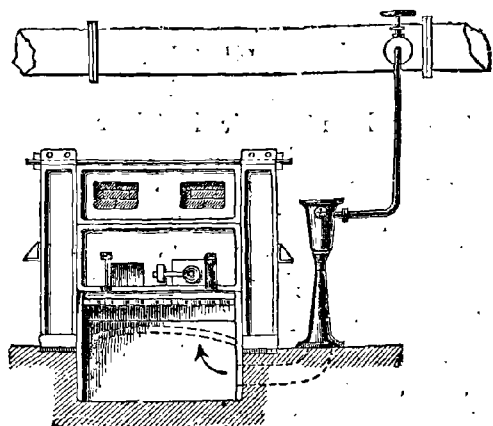
La partie de la vapeur qui s'est condensée par l'air aspiré, se perd dans le cendrier, mais l'autre portion, entraînant l'air, traverse avec, les charbons enflammés et se décompose en hydrogène et en oxyde de carbone, gaz qui sont tous les deux des plus favorables à la combustion.

Ce souffleur peut s'adapter à tous les fours à chauffe distincte, il n'a pas d'autre prétention du reste, puisqu'il s'intitule souffleur sous grille, mais il est très économique, car, grâce à son action, on peut brûler à peu près toutes sortes de combustibles et il ne coûte presque rien d'installation.

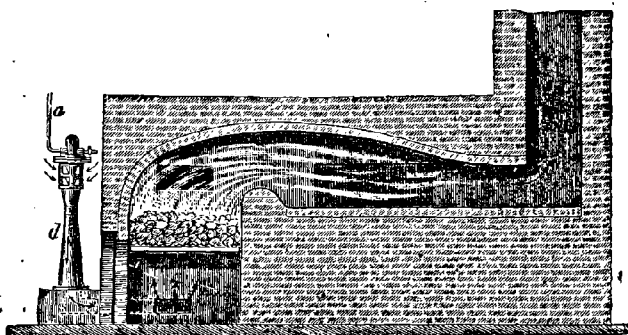
On verra, par nos dessins, la façon très simple de le monter à un four à puddler et à un four à réverbère (la lettre *L* indique, dans le premier dessin, l'entrée de l'air dans le cendrier).



Souffleur sous grille (système Kœrting).

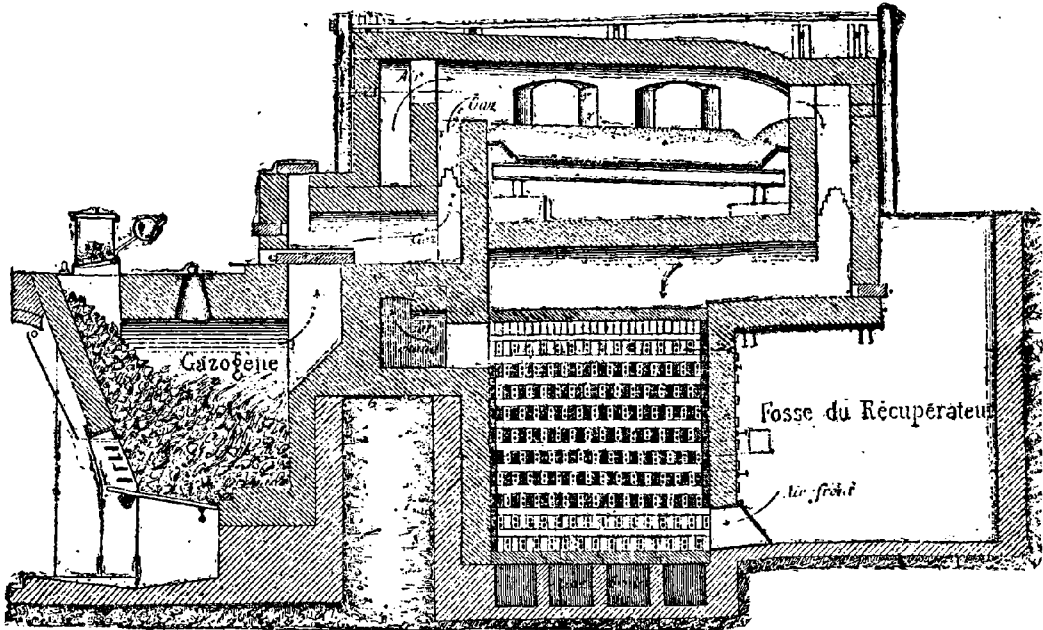


A, un four à puddler.

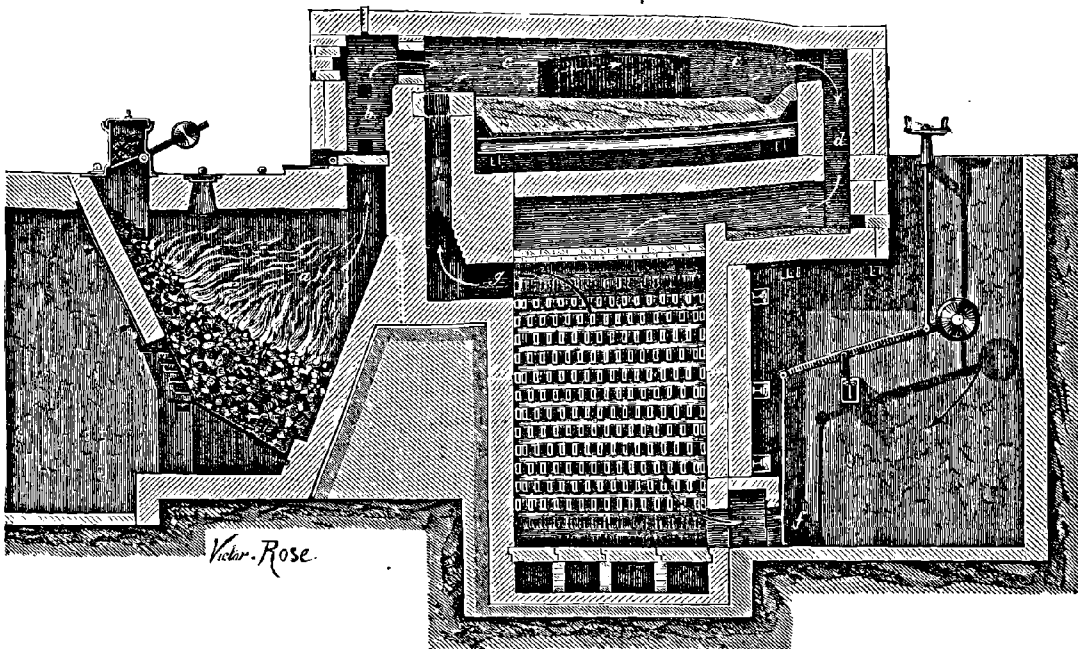


A, un four à réverbère.

Montage d'un souffleur Kœrting.



Four à gaz (système Ponsard) coupe de l'ensemble.



Four à gaz (système Ponsard).

Il nous reste maintenant à parler des machines soufflantes à grand effet, plus particulièrement affectées aux hauts fourneaux, qui ont besoin d'une quantité d'air considérable.

Ce sont les cylindres et les ventilateurs. Le cylindre soufflant n'est pas autre chose qu'une pompe à air, disposée comme les pompes aspirantes et foulantes.

A cet effet le cylindre, posé verticalement, est percé de quatre ouvertures fermées par des soupapes : deux au couvercle supérieur, deux à l'inférieur ; le piston, dont la circonférence est garnie de tresses de chanvre et de bandes de cuir pour empêcher les déperditions d'air, fonctionne à l'ordinaire.

En s'abaissant il fait le vide dans la partie supérieure du cylindre et repousse l'air contenu dans la partie inférieure, en se relevant, l'effet contraire se produit ; de sorte qu'à chaque coup de piston le vent est lancé dans les conduits pratiqués dans chaque partie du cylindre et qui se réunissent en un seul pour l'amener aux tuyères.

Il va de soi que, si un cylindre seul ne produit pas assez d'air pour la consommation du fourneau, on en installe deux, trois et même davantage, qui opèrent de la même façon.

Les ventilateurs les plus usités (leur emploi d'ailleurs est assez spécial) sont presque tous du système centrifuge.

Ils se composent d'un tambour en fonte, généralement de deux mètres de diamètre, dans lequel une roue à quatre palettes actionnée par une machine à vapeur, tournant avec une vitesse de cinq cents tours à la minute, refoule vers la circonférence l'air entré par la partie centrale et qui, ne trouvant pas d'autre issue, se précipite dans un couloir qui le conduit aux tuyères.

Avec ce système, on peut produire beaucoup de vent. Il y a pourtant encore une machine plus puissante, plus spéciale aussi du reste et qui ne peut convenir qu'à de

grandes usines car elle demande une installation considérable.

C'est l'appareil Siemens-Cowper, qui a cela de particulier qu'il fournit alternativement, pendant une durée de trois heures, le chaud et le froid et à des degrés extrêmes ; aussi faut-il deux souffleries pour alimenter un haut fourneau ; il est vrai que trois suffisent pour deux fourneaux ; car le gaz peut en chauffer deux ensemble pendant trois heures et l'on fait passer dans un seul, pendant une heure et demie, tout le vent nécessaire aux deux fourneaux.

On comprend par ceci que les souffleries ne sont que les intermédiaires ; l'appareil générateur est infiniment plus compliqué et surtout plus encombrant.

Qu'on en juge par celui qui est installé à l'usine de Terre Noire.

Il se compose d'une cuve en tôle pesant 35,000 kilogrammes et représentant 77 mètres cubes, rivetée avec soin pour qu'il n'y ait pas de déperdition de vent, et entourée d'une double maçonnerie en briques réfractaires, puis, pour l'emmagasinage de la chaleur, d'un quadrillage qui représente une surface de chauffe de 3,900 mètres carrés renfermé dans un cube de 99^m,600, dont l'ensemble ne pèse pas moins de 100,000 kilogrammes.

Cet emmagasinage de la chaleur nous amène à parler des fours à gaz, car il se fait par le même système.

FOURS A GAZ

Les fours à gaz sont nés de cette observation, qui n'était pas difficile à faire du reste : que lorsqu'un fourneau est chauffé à une température très élevée, les gaz de la combustion s'échappant par la cheminée renferment encore une quantité considérable de chaleur qui se trouve absolument perdue.

Ce qui était plus difficile, c'était de récupérer cette chaleur perdue, l'ingénieur anglais William Siemens en a trouvé, le pre-

mier, le moyen pratique, en construisant un fourneau spécial qu'il appelle *four à gaz et à chaleur régénérée*, et qui fonctionne d'après deux principes très distincts.

D'abord, au lieu de se servir directement du combustible pour mettre les métaux en fusion, il utilise les gaz provenant de la distillation du charbon.

Ensuite il dépouille de toute leur chaleur les gaz brûlés par de l'air et des gaz neufs, qui la transportent ou la régénèrent sur la sole du four.

Nous n'entrerons point dans les détails de la composition du four Siemens, d'ailleurs très compliqué, parce que nous allons donner du four Ponsard, qui en est un heureux perfectionnement, la description qu'en a faite M. Périssé dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils*; et comme les deux systèmes sont toujours comparés dans ce qu'ils ont de différent, nos lecteurs n'y perdront rien.

« Le four Ponsard, dit M. l'ingénieur Périssé, se compose essentiellement : 1° d'un gazogène, dans lequel le combustible à l'état solide subit une combustion incomplète et se transforme en gaz, eux-mêmes combustibles; 2° d'un appareil à air chaud, chauffé par les flammes perdues, appelé par son inventeur *récupérateur de chaleur*, et placé en contre-bas du four proprement dit; 3° d'un laboratoire de four, où les gaz du gazogène subissent une combustion complète au moyen de l'air chaud fourni par le récupérateur; 4° enfin d'une cheminée, qui, par son appel convenablement réglé, force les produits de combustion à descendre sur toute la profondeur du récupérateur pour les rejeter ensuite dans l'atmosphère.

« Examinons successivement ces différents organes essentiels.

« 1° *Gazogène*. — On emploie différentes sortes de gazogènes, ou générateurs de gaz, suivant la nature des combustibles. Ils peuvent être classés en deux catégories : les

uns sont à grille avec alimentation d'air froid; les autres sont sans grille, alimentés avec de l'air chaud fourni par le récupérateur, et appelés par l'inventeur : gazogènes surchauffés.

« Les premiers, employés depuis très longtemps, sont analogues aux générateurs Siemens; mais ils ont toujours une grille inférieure, à peu près horizontale, sur laquelle la couche de combustible varie de 60 centimètres à 1^m,20 d'épaisseur, suivant sa nature physique ou sa composition.

« Le dessus du gazogène est généralement au niveau du sol, et porte une ou plusieurs boîtes ou simples ouvertures par lesquelles le combustible est versé dans l'appareil. Il y a aussi des trous par lesquels on peut introduire des ringards pour piquer la couche de combustible et détruire les voûtes ou accrochages qui peuvent se former avec certaines houilles. Ces trous permettent au chauffeur de se rendre compte de l'allure de l'appareil et lui indiquent le moment où il convient de faire les charges.

« La profondeur des gazomètres ordinaires est variable entre 2^m,50 et 3 mètres. Chaque gazogène doit être muni d'un registre réfractaire, pour pouvoir régler la quantité du gaz ou intercepter, à un moment donné, la communication avec le four.

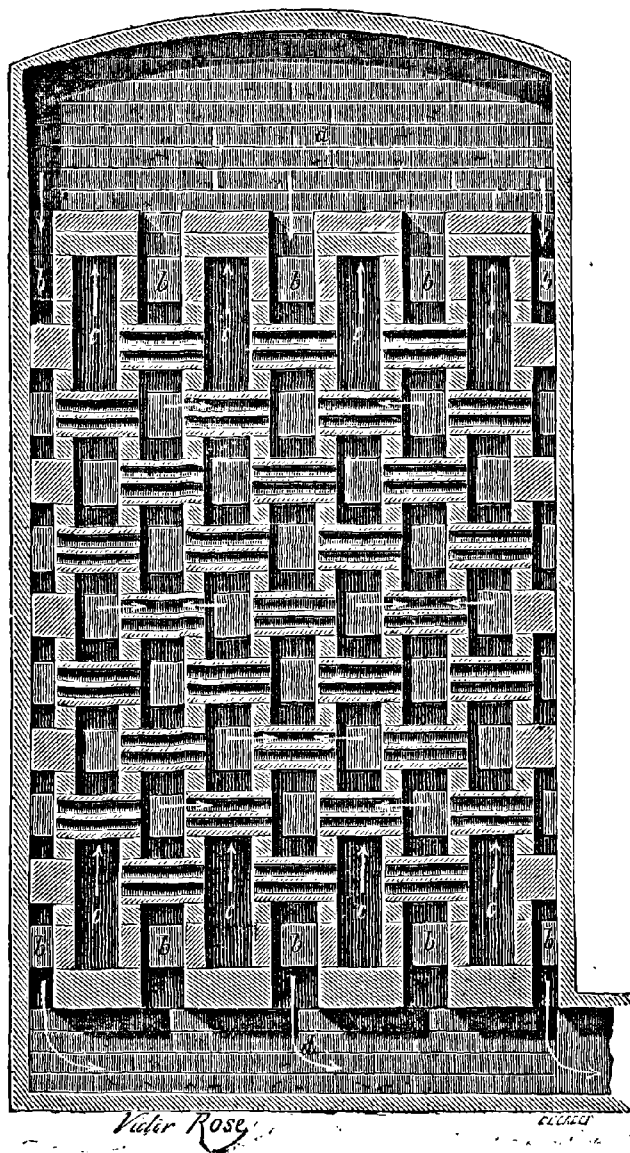
« Les *gazomètres surchauffés* sont d'une forme tout à fait différente. L'emploi de l'air chaud à une température de 800 à 1,000 degrés ne rend pas possible l'emploi d'une grille, parce qu'elle brûlerait ou s'encrasserait rapidement.

« Ces gazogènes sont donc à cuve; au-dessus du point où a lieu l'inflammation, et, au droit de l'arrivée de l'air chaud, l'appareil présente une grande chambre fermée (plus large que le bas de la cuve) dans laquelle le combustible descend en prenant son talus naturel d'éboulement.

« C'est par les vides formés entre ce talus et les parois verticales extérieures du

gazomètre que, d'une part, débouchent l'air, et, d'autre part, le gaz produit par son passage à travers la couche incandescente.

« Les cendres et mafehers se rendent sur le sol de cette chambre, d'où ils sont enlevés de temps en temps par des ouvertures



Four à gaz Ponsard. — Coupe du récupérateur,

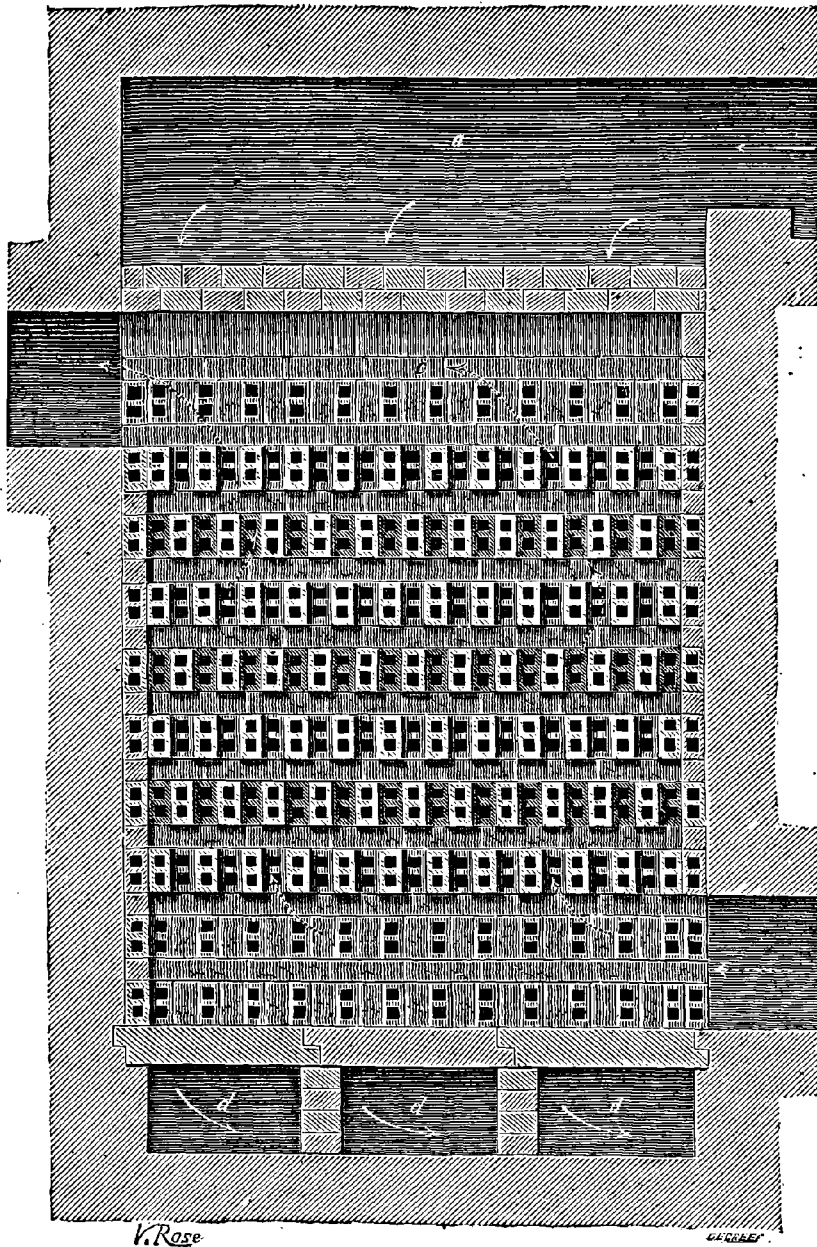
tenues normalement fermées, soit au moyen de clapets, soit avec un simple garnissage en terre grasse.

« 2° Récupérateur. — Il constitue un appareil à air chaud, composé de briques réfrac-

taires creuses ou pleines (voir les dessins).

« Il se compose d'une première série d'intervalles *b*, dans lesquels circulent les gaz brûlés chauds provenant du four, et d'une seconde série, *c*, dans laquelle passe

l'air à chauffer, de telle sorte que chaque chambre verticale d'air soit toujours com- prise entre deux chambres semblables de fumée, et réciproquement.



Four à gaz (système Ponsard). — Coupe du récupérateur.

« Dans la disposition la plus généralement employée, toutes les cloisons sont entrecroisées par des briques, pour la plu- part creuses, formant chicanes sur différentes assises en hauteur. Ces chicanes sont destinées à présenter beaucoup de

surface aux fluides, et, de plus, elles établissent, entre les diverses chambres, des communications qui augmentent encore la surface de chauffe.

« Remarquons que ces briques sont juxtaposées, c'est-à-dire jamais placées au bout les unes des autres, de telle façon que le récupérateur peut subir des efforts de dilatation et de contraction sans être exposé à aucune dislocation, et, de plus, ces efforts, s'exerçant partiellement sur des pièces très courtes, n'ont aucun effet sur les joints.

« Dans le récupérateur, le chauffage est méthodique : les gaz brûlés arrivent en effet par le haut, descendent dans les compartiments qui leur sont destinés et s'échappent ensuite dans la cheminée; l'air froid, au contraire, pénètre par la partie inférieure, s'élève dans les compartiments intermédiaires en s'échauffant graduellement, et sort, après avoir léché les parois les plus chaudes, pour se rendre dans la chambre de combustion. Un registre, placé en avant des canaux d'air inférieurs, permet de régler à volonté l'arrivée de l'air froid dans le récupérateur.

« Lorsqu'on a besoin de diviser l'air de façon à pouvoir en appliquer une partie quelconque à un but spécial, comme à l'alimentation du gazomètre par exemple, il est facile de diviser parfaitement le courant, et il suffit, pour cela, de remplacer une ligne verticale des briques creuses, qui mettent les canaux d'air en communication, par une ligne verticale de briques pleines.

« On a ainsi deux récupérateurs parfaitement distincts, quoique compris dans la même chambre, à la condition de placer deux registres d'arrivée au lieu d'un.

« *Laboratoire.* — Dans le four Ponsard, le laboratoire, c'est-à-dire la chambre dans laquelle s'effectue la combustion, est placé à un niveau plus haut que celui du gazogène et du récupérateur. Il en résulte que le gaz et l'air chauds débouchent dans le laboratoire avec une pression de quelques

millimètres d'eau, sans qu'il soit besoin pour cela d'employer une soufflerie quelconque.

« Il est de première importance que la combinaison du gaz combustible et de l'air comburant s'effectue d'une façon intime et surtout dans des proportions se rapprochant, aussi près que possible, de celles qui sont déterminées par la combinaison théorique.

« Cette double condition ne peut être obtenue que lorsque le combustible est à l'état gazeux; c'est-à-dire, au même état physique que l'air destiné à le brûler, il faut de plus que les deux gaz soient à peu près à la même température et à la même pression.

« On maintient l'uniformité de cette pression dans le laboratoire, en réglant le tirage naturel de la cheminée, au moyen de son registre, jusqu'à ce que ce tirage ne se fasse plus sentir que vers la partie supérieure du récupérateur.

« Alors la pression des gaz brûlés, *maxima*, dans le laboratoire, sert à les faire descendre dans la chambre qui est placée entre le four et le récupérateur; la pression diminue de plus en plus dans cette chambre, et elle arrive à être nulle au point où l'aspiration de la cheminée commence à se faire sentir.

« Les sections d'arrivée de gaz et d'air, celle du laboratoire, ainsi que les sections des passages qui font communiquer le laboratoire avec la chambre de descente au récupérateur; doivent être déterminées avec soin ou réglées de façon à obtenir le mélange et la vitesse convenables pour l'opération, la forme des brûleurs, placés à une extrémité du laboratoire, a aussi son influence et doit être déterminée en raison des températures et des pressions respectives.

« D'ailleurs, on a toujours à sa disposition les trois registres : celui du gaz combustible, celui de l'air comburant et enfin

celui de la cheminée, pour trouver et maintenir le meilleur régime du four, non seulement au point de vue du chauffage, mais aussi au point de vue de la flamme, que l'on peut obtenir ainsi à volonté : neutre, réductrice ou oxydante, selon les besoins de l'opération.

« Le four que je viens de décrire est donc à marche continue, sans renversements et sans valves mécaniques exposées à se voiler.

« Les gaz combustibles sont amenés au laboratoire à leur température de formation, sans être refroidis comme dans le système Siemens, et il n'y a plus dans les conduites des dépôts d'hydrocarbures, ou goudrons, ni des pertes de gaz au moment des inversions, il est vrai que dans le cas du gazogène ordinaire, la récupération est moins grande.

« Les explosions ne sont pas à craindre, puisque les gaz combustibles et l'air comburant ne cheminent dans des conduits voisins qu'au moment de leur arrivée dans le laboratoire où ils s'enflamment toujours, puisque, avant de donner de l'air du récupérateur et de marcher au gaz, on est, pour ainsi dire, obligé de commencer à chauffer le four comme avec un foyer ordinaire.

« C'est très facile, puisqu'on a une grille à sa disposition et qu'il suffit de mettre en marche avec une faible épaisseur de combustible, pour ne l'augmenter que lorsque les brûleurs sont portés à la température suffisante pour l'inflammation des gaz.

« Enfin, le prix d'établissement des fours Ponsard est presque deux fois moindre que celui des fours Siemens correspondants. »

En résumé le système des fours à gaz, qui s'applique spécialement, en métallurgie, au traitement direct des minerais de fer et de zinc, à la fusion de l'acier et de la fonte, au réchauffage de l'acier et au puddlage du

fer, présente sur les autres des avantages considérables dont voici les principaux :

Faculté d'emploi de combustibles de toute nature et de toute qualité.

Économie de combustible, qui varie entre 40 et 75 pour cent, selon la nature des travaux.

Possibilité d'obtenir des températures illimitées sans le secours des souffleries.

Plus de pureté dans la flamme, ce qui diminue beaucoup l'oxydation ou le déchet des matières traitées et donne des produits de meilleure qualité.

Facilité de régler à volonté l'intensité et la composition chimiques de la flamme ; ce qui rend les opérations plus parfaites.

Enfin plus grande durée des fours, grâce à l'uniformité de la chaleur qu'on y entretient et à l'absence complète des cendres.

Aussi leur emploi se généralise-t-il de plus en plus.

Et maintenant qu'on connaît, au point de vue général, tout l'outillage de la métallurgie, nous allons étudier, séparément, les procédés d'extraction de chaque métal, en commençant par l'argent, qui offre la plus grande variété de systèmes.

MÉTALLURGIE DE L'ARGENT

L'argent provient d'un nombre assez considérable de minerais, dont nous avons fait la nomenclature en parlant des mines.

Les procédés d'extraction varient, bien plus encore selon les localités qu'en raison de la nature et de la richesse des minerais. Cependant ils se réduisent tous à ceci :

Ramener l'argent à l'état métallique lorsqu'il n'y est pas dans le minerai, et le combiner avec un métal convenable afin d'en faire un composé assez fusible, pour se séparer facilement des gangues qui l'accompagnent.

Au point de vue métallurgique, les

minerais d'argent sont classés en quatre catégories :

1° Minerais simples, dans lesquels l'argent est simplement mélangé avec des gangues stériles ;

2° Minerais d'argent et de plomb ;

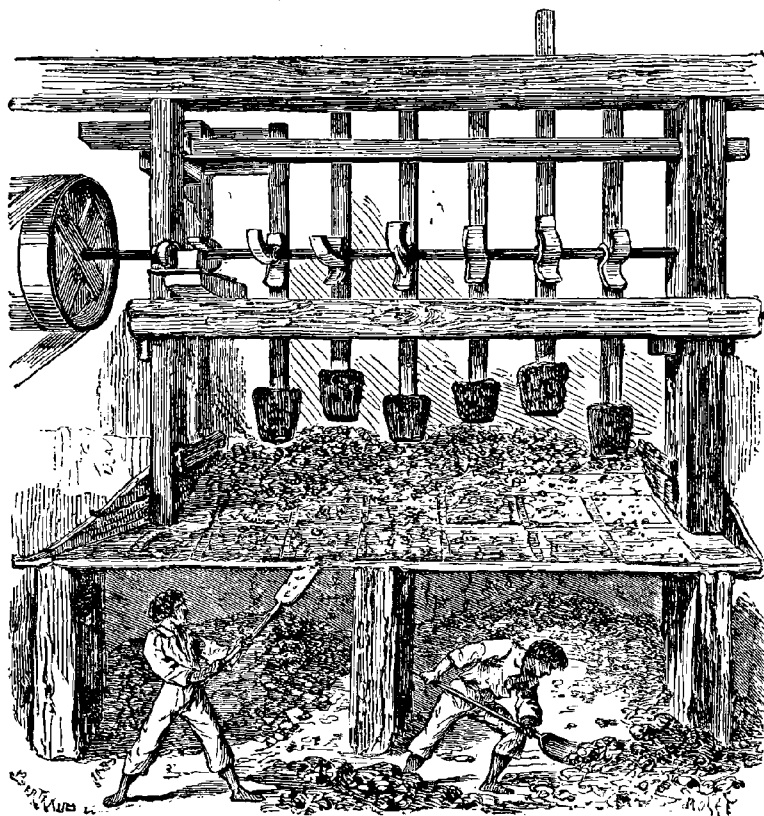
3° Minerais de cuivre et d'argent ;

4° Minerais de cuivre, argent et plomb.

Qui naturellement exigent des traitements spéciaux.

TRAITEMENT DES MINERAIS SIMPLES

La séparation de l'argent des minerais simples se fait de deux façons : par *amalgamation* et par *fusion*.



Les bocards (méthode Mexicaine).

La méthode par amalgamation consiste, en principe, dans l'isolement à froid de l'argent des minerais finement pulvérisés, soit directement par le mercure, soit en le convertissant d'abord, par l'addition de sel marin, en chlorure d'argent qu'on réduit ensuite à l'état métallique par le fer ou le mercure.

Il ne reste plus alors qu'à recueillir le métal par des lavages et à le séparer du mercure au moyen de la distillation.

La méthode par fusion, supérieure du moins en théorie, consiste en une série de fontes et de grillages, qui donnent comme produits, du plomb, du cuivre, des mattes, où l'argent est renfermé, et dont il faut l'extraire ensuite : soit par coupellation, soit par liquation ou même encore par amalgamation, mais comme nous retrouverons tous ces procédés dans le traitement des minerais complexes, nous ne nous occuperons pour le moment que de l'amalgamation,

qui compte deux méthodes types que l'on cite journellement en métallurgie sous les noms de : Méthode américaine et Méthode saxonne.

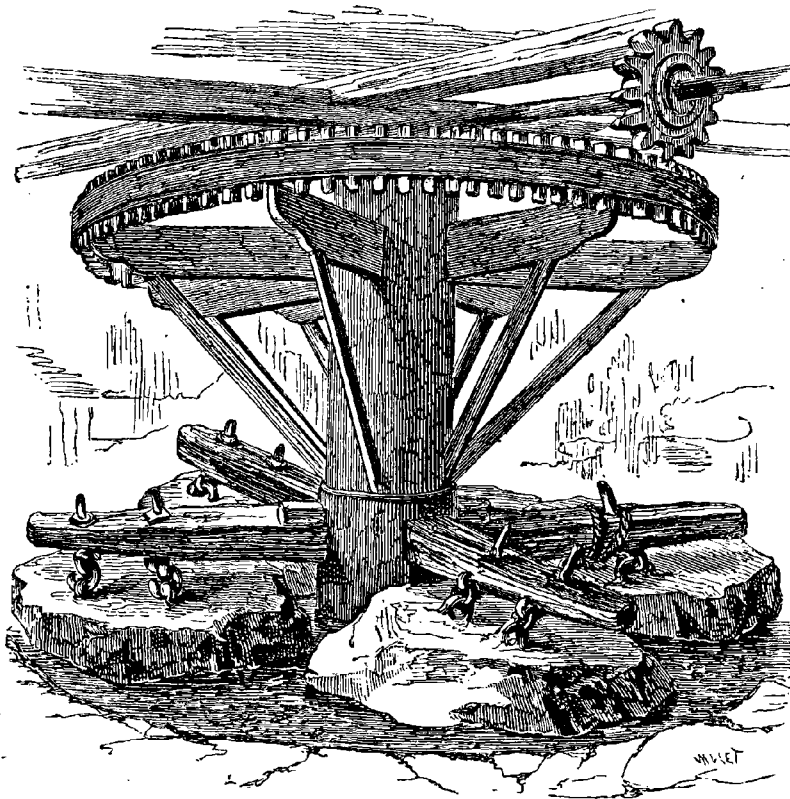
La première, inventée par un mineur mexicain : Barthélemy de Medina, en 1557, et la seconde, mise en œuvre en Saxe, en 1786, par le baron de Born, avec diverses

modifications, notamment une très importante, le grillage chlorurant.

Nous allons les étudier séparément, ainsi que les procédés plus modernes qui en dérivent.

AMALGAMATION AMÉRICAINE

Le système de Barthélemy de Medina,



Les taonas (moulins broyeurs, méthode Mexicaine).

qui a, du reste, l'avantage de donner des produits presque immédiats, est employé encore aujourd'hui dans les mines du Pérou et du Mexique, comme à son origine, et cela s'expliquera facilement si l'on veut bien comprendre, que dans ces pays, les moteurs mécaniques sont d'autant plus rares, que le combustible est très cher et les cours d'eau peu fréquents.

Sortant de la mine, les minerais sont cas-

sés à la main ou au marteau par des ouvriers appelés *Pepenadores*, qui le réduisent en fragments de deux ou trois centimètres, pour le séparer plus facilement des gangues.

Après le premier triage ils sont portés sous les bocards, peut-être un peu plus rudimentaires que ceux que nous avons déjà décrits, mais installés de la même façon et fonctionnant à sec, par huit à la fois, mis en mouvement par un arbre à cames, actionné

quelquefois par une roue hydraulique, mais le plus souvent par un manège à mulets.

Le minerai sortant de là à l'état de *granza* (gravier) est ensuite porphyrisé à l'aide des *arrastras* qu'on appelle aussi *taonas*, qui ne sont pas autre chose que des moulins broyeurs, sous la forme de grandes auges circulaires de trois mètres de diamètre, au milieu desquelles un arbre posé verticalement et mû par un manège, fait tourner quatre bras emmanchés chacun à des blocs de granit ou roche dure, qui réduisent le minerai en poudre impalpable; en boue, plutôt, car on a eu le soin de jeter de l'eau de temps en temps dans les auges, pour éviter que les poussières métalliques se perdent.

Cette opération faite, si le minerai renferme des sulfures d'argent, qu'on traite par la fusion, ou du bromure qu'on ne peut réduire que par la méthode du *cazo*, on les en sépare de la façon suivante.

Sortant de l'arrastra, les boues métalliques sont versées dans une cuve en maçonnerie de quatre mètres de diamètre sur un mètre de profondeur, où on les débourbe par le marcheage, à peu près comme on pile le raisin dans nos pays vignobles; après quoi on les lave à la *planilla*, sorte de table dormante très primitive, mais qui, servie par des ouvriers habiles, suffit pour trier les sulfures et les bromures.

Les résidus de ce traitement sont laissés quelque temps au soleil pour s'assécher, ce que l'on fait aussi pour les boues sortant de l'arrastra, quand le lavage n'est pas nécessaire, et on les porte dans une cour dallée qu'on appelle *patio*, où on les dispose en tas circulaires de 10 à 15 mètres de diamètre, contenant jusqu'à 70,000 kilogrammes de matières, et qui prennent le nom de *tortas*.

C'est dans le *patio*, qu'on établit aussi grand que possible pour que 20 ou 24 *tortas* y soient à l'aise, que se font la chloruration,

l'incorporation du magistral et l'amalgamation proprement dite.

La chloruration consiste à jeter sur chaque tas, de deux à trois pour cent de sel marin, ou chlorure de sodium, soit environ 55 hectolitres pour 600 quintaux métriques de minerai, on remue le tout ensemble avec des pelles de bois, on l'étend le plus possible et on le fait piétiner ensuite pendant plusieurs heures par douze ou quinze chevaux, pour que le mélange soit parfait.

Le lendemain ou quelques jours après, si l'on a jugé utile de prendre plus de temps pour que l'effet du sel se produise mieux sur le minerai, on ajoute le *magistral*.

Ce qu'on appelle ainsi est du cuivre pyriteux pur, grillé à basse température et finement pulvérisé, c'est-à-dire un composé de 80 pour cent de peroxyde de fer, de 10 pour cent de sulfate de cuivre et de 10 pour cent de sulfate de fer.

La quantité nécessaire de magistral varie selon la température et suivant la richesse présumée du minerai. Ainsi, en été il faut en mettre moitié autant que de sel, et en hiver le quart seulement, pour un minerai qui renferme un millième et demi d'argent.

Mais si l'on en a mis trop; ce dont on s'aperçoit dans la suite de l'opération, il est facile d'y remédier en ajoutant de la chaux.

Lorsque le mélange est bien fait, d'abord avec la pelle, ensuite par les pieds des chevaux, on commence à verser le mercure par dose équivalente aux deux tiers de la quantité qu'on veut mettre en totalité et qui est à peu près égale à 8 fois le poids de l'argent qu'on espère tirer du métal en traitement.

On mélange encore avec des pelles de bois, et l'on triture avec les pieds des chevaux pendant 4 ou 5 jours en été, 7 ou 8 en hiver, après quoi on verse une nouvelle dose de mercure, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que l'amalgamation soit parfaite, ce qui demande 12 à 15 jours pendant les grandes

chaleurs et souvent plus de moitié plus en hiver.

Du reste, on peut suivre les progrès de l'opération, en mettant sur une assiette noire, en argile cuite, un échantillon de la pâte soumise à la trituration, et l'amalgamateur en juge par l'aspect du mercure.

S'il conserve sa fluidité et son éclat, c'est qu'il n'est point encore altéré par aucun mélange, preuve qu'il n'y a pas assez de magistral et alors il faut en rajouter.

Si le mercure est très divisé et prend une couleur foncée, c'est qu'il y a trop de magistral et l'on corrige ce défaut par une addition de chaux.

Si, enfin, il est grisâtre et se réunit facilement en un seul globule, c'est que l'opération se fait dans de bonnes conditions.

On s'aperçoit qu'elle est terminée, quand, formant un courant d'eau circulaire dans l'assiette, les matières s'y rangent selon leurs pesanteurs spécifiques, les gangues au milieu, et les parties métalliques, qu'on appelle la *liz*, à la circonférence.

Quand il est reconnu par cet indice, que le tourteau a rendu tout l'argent que le mercure pouvait lui enlever, on procède au lavage des terres amalgamées dans des cuves circulaires de 3 mètres de diamètre sur presque autant de profondeur, où elles sont battues par des palettes, fixées autour d'un arbre vertical, mis en mouvement par un manège à mulets.

Les boues mises en suspension sont enlevées progressivement pour être lavées une seconde et quelquefois une troisième fois pendant que le mercure chargé d'argent gagne le fond de la cuve, où on le prend pour le presser dans des sacs de peau, dont le fond est composé d'une flanelle très forte, à travers laquelle il passe un peu de mercure liquide; qui est recueilli pour servir à amalgamer de nouveau minerai, mais ce qui reste dans les sacs est presque solide.

Il est alors placé sur des tables en cuivre où il est comprimé dans des moules en bois,

de façon à former des pains triangulaires, d'environ quinze kilogrammes, que l'on distille d'une façon très primitive et qui mérite description.

Cette opération, qui s'appelle *refogar*, consiste à couvrir la matière placée par pains, en colonne, d'une cloche en bronze nommée *capellina*, qui lui sert d'étui et de protecteur contre l'action directe du feu.

La colonne est placée sur un support en fer, reposant lui-même sur un réservoir en maçonnerie dans lequel on a le soin d'entretenir toujours la même quantité d'eau. Au moyen de poulies on descend par-dessus, la cloche que l'on entoure d'une muraille de briques circulaires préparées à cet effet; laissant cependant entre la cloche et les briques un intervalle que l'on remplit de charbon allumé, dont la chaleur est suffisante pour que le mercure, se volatilissant peu à peu, vienne se condenser dans le courant d'eau froide entretenu au bas de l'appareil.

Au bout de huit à dix heures, l'opération est terminée, le mercure est séparé, toutes les molécules d'argent sont rassemblées dans un bloc, qui a conservé la forme du pain d'amalgame; et il ne reste plus qu'à fondre le premier métal pour le mettre en lingots de 70 à 80 kilogrammes, ce qui se fait généralement dans un four à réverbère.

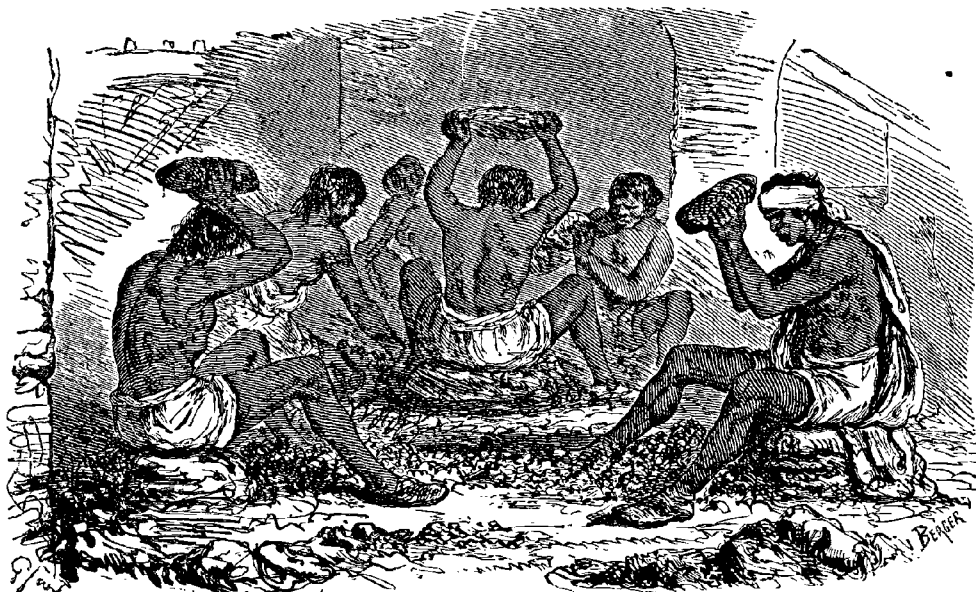
Il est bien entendu que cette méthode de distillation n'est pas absolue, et dans certaines mines on emploie maintenant des cornues cylindriques en fonte, placées dans un fourneau à galerie.

Mais, d'une façon comme de l'autre, la perte du mercure est la même, et on peut l'évaluer à 1^{me},50 par kilogramme d'argent.

Tels sont les procédés pratiques de l'amalgamation américaine, dont la théorie a été fort controversée, parce que les réactions chimiques qui en sont la conséquence n'étaient pas parfaitement connues, l'opinion de M. Boussingault sur ces réactions nous paraît bonne à citer ici.

« En ajoutant du magistral au minerai

contenant du sel marin, il se forme du bichlorure de cuivre. Le mercure, d'un côté, le sulfure d'argent, et l'argent natif de l'autre, font passer le bichlorure à l'état de

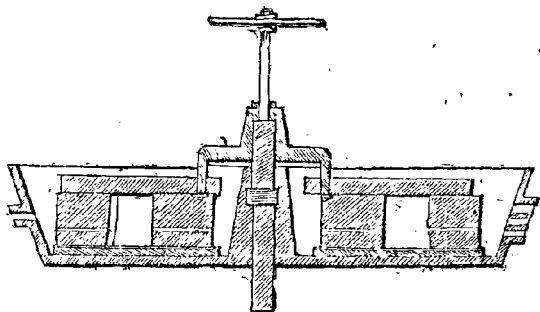


Pepenadores cassant le minéral. — Méthode Mexicaine.

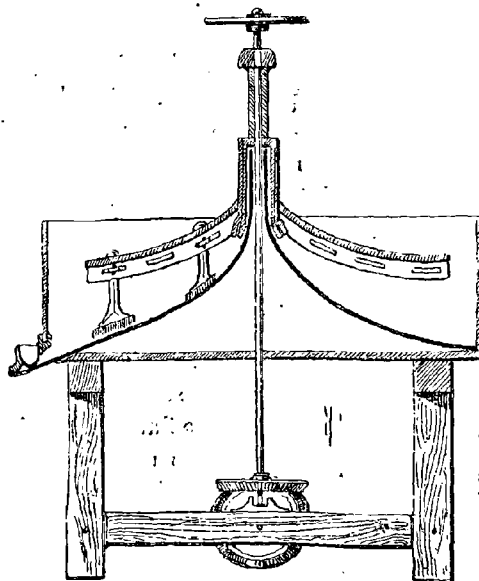
chlorure ; le chlorure de cuivre se dissout aussitôt qu'il est formé, dans l'eau saturée de sel marin dont le minéral est imbibé ; il pénètre ainsi dans toute la masse et réagit sur le sulfure d'argent, en le transformant en chlorure d'argent.

« Le chlorure d'argent, une fois formé, se dissout à la faveur du sel marin, et l'argent ne tarde pas à être revivifié par le mercure. Si le minéral contenait trop de magistral, il se formerait trop de bichlorure de

cuivre, dont l'excès est toujours nuisible parce qu'il détruit le mercure et l'argent natif en les changeant en chlorure. Dans ce



Pan d'amalgamation (procédé Washoé).



Settler (procédé Washoé).

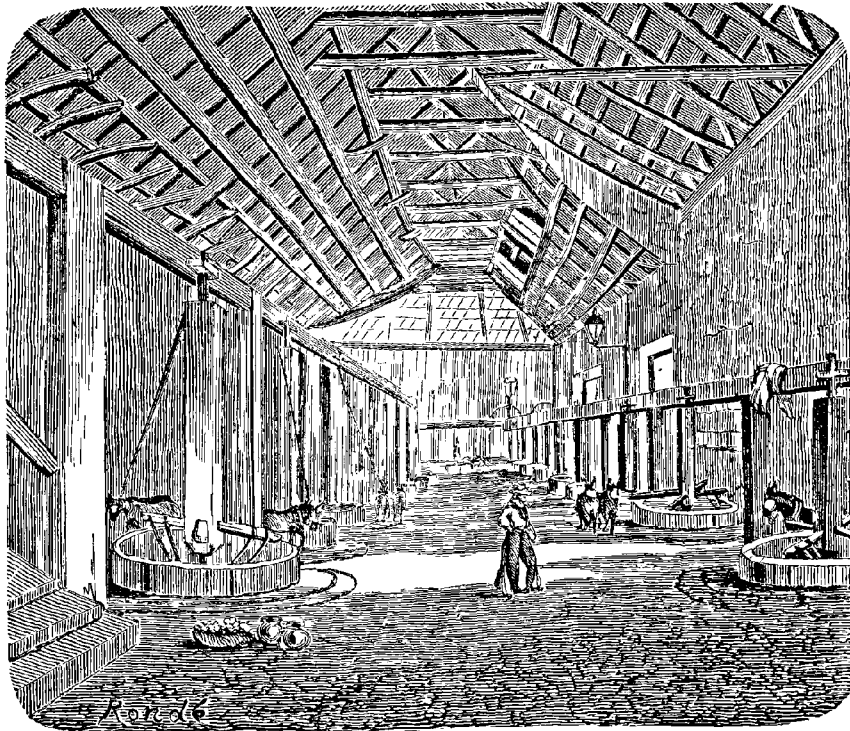
cas, il faut décomposer le bichlorure de cuivre par un alcali, et c'est ce que font les amalgameurs en ajoutant de la chaux ».

PROCÉDÉ WASHOË

La variante la plus considérable de la méthode américaine est le procédé Washoë employé aux États-Unis pour les minerais

du Nevada, et qui est d'ailleurs plus expéditif.

Les minerais sont concassés, dans un courant d'eau, par des bocards en fonte pesant au moins trois cents kilogrammes; quand ils sont réduits en parcelles capables de passer par des trous ronds, variant entre 1 millimètre et 6 millimètres de diamètre, on les



Lavage des minerais amalgamés. — Méthode américaine.

dépose à la pelle dans les pans d'amalgamation.

Cet instrument, qui remplace le *patio*, est une cuve en bois ou en métal, foncée à sa partie inférieure, de façon à ne laisser passer qu'un arbre vertical qui fait mouvoir, par l'intermédiaire de bras de fer, des blocs appelés *mullers*, munis de fortes semelles de fonte, qui frottent sur un faux fond établi dans la cuve.

Des conduits latéraux sont ménagés dans
Liv. 75.

la cuve : l'un pour la sortie des matières, l'autre pour laisser entrer la vapeur qui doit maintenir la température, dans la cuve, à près de cent degrés.

En somme, c'est un broyeur à chaud et l'opération commence en effet par un broyage que l'on prolonge jusqu'à ce que les matières forment une pâte très fine; alors on y ajoute des réactifs : du sel marin, dans la proportion de 2 pour cent de la charge de minerai, qui varie entre 500 et

800 kilogrammes, et un magistral spécial composé seulement quelquefois de sulfates de cuivre, dans la proportion d'un pour cent.

Toutes ces matières bien mélangées, on verse le mercure à la dose de 4 pour cent et l'on continue à faire tourner les meules pendant trois ou quatre heures, suffisantes à produire l'amalgamation.

On fait alors écouler le contenu de la cuve dans un appareil de lavage qu'on appelle *settler*, et qui n'est autre chose qu'un débourbeur mécanique, dans le genre du patouillet, mais muni de bras horizontaux mis en mouvement par un arbre vertical avec une vitesse de vingt tours par minute.

L'amalgame est ensuite filtré au travers d'une grosse toile et le résidu est distillé dans des cornues cylindriques en fonte.

Ce procédé est rapide, et c'est surtout pour cela qu'il est adopté par les Américains du Nord, mais il est loin d'être économique, car on perd jusqu'à 30 pour cent du métal contenu dans le minerai et environ un kilogramme de mercure par tonne de matières traitées.

Il est vrai qu'on peut atténuer en partie ces pertes en débourbant avec plus de soin les résidus et en les faisant passer plusieurs fois sur des tables à secousses circulaires mais, malgré cela, il n'est vraiment pratique que pour le traitement de minerais aussi riches que ceux du Névéda.

TRAITEMENT AU CAZO

Ne quittons point le procédé mexicain sans dire quelques mots du traitement au cazo, le seul applicable aux minerais contenant du bromure et du chlorobromure d'argent.

Nous avons dit déjà comment on les traitait à la *planilla*; sortant de là on les charge par 500 kilogrammes environ dans le *cazo*, chaudière en bois de 1^m80 de diamètre dont le fond est doublé d'une plaque

de cuivre de 20 centimètres d'épaisseur légèrement concave du milieu.

Sur le milieu est implanté un arbre moteur vertical qui met en mouvement deux blocs de cuivre glissant sur le fond et triturant naturellement le minerai sur lequel on verse assez d'eau pour en former une bouillie claire.

On chauffe le tout jusqu'à ébullition, puis on ajoute 10 pour cent de sel marin et une charge de mercure égale au poids d'argent qu'on espère trouver dans le minerai, et l'on met en mouvement les blocs de cuivre.

Au bout d'une heure on verse une nouvelle dose de mercure égale à la première, et l'on continue à faire tourner l'axe vertical jusqu'à ce que la réduction du bromure d'argent soit complète, c'est-à-dire pendant environ deux heures.

Alors on fait écouler le liquide et on enlève le résidu, qui se trouve être un amalgame d'argent pulvéreux, que l'on lave en y ajoutant une troisième dose de mercure.

Le reste de l'opération se fait ensuite comme dans la méthode du patio, avec cet avantage que la perte du mercure est insignifiante.

AMALGAMATION SAXONNE

La méthode saxonne qui a gardé ce nom, bien qu'on ne l'emploie presque plus en Saxe, où l'on a surtout à traiter des minerais plombeux, est plus simple et plus économique que la méthode mexicaine.

Elle convient surtout pour le traitement des minerais assez pauvres (deux millièmes et demi d'argent au plus), et ne renfermant en grande quantité ni cuivre ni plomb, mais par contre au moins 35 millièmes de pyrite de fer (dans le cas où ils en contiennent moins on en ajoute).

Dans ce procédé, appliqué pour la première fois à l'usine de Halsbrücke, près des mines de Freyberg, on commence par un

hocardage à sec, ensuite on grille le minerai additionné d'un dixième de son poids de sel marin, dans un four à réverbère dont la sole elliptique peut en contenir de 180 à 200 kilogrammes à la fois, que l'on remue fréquemment avec un ringard.

Le fourneau, chauffé seulement au rouge sombre, il s'en dégage d'abord de la vapeur d'eau, puis des fumées d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine qui se déposent dans les chambres de condensation placées au-dessus du four, enfin des flammes bleuâtres répandant une forte odeur d'acide sulfureux qui sont l'indice que la pyrite de fer se grille.

Sitôt que cette odeur ne se dégage plus, c'est-à-dire quand le grillage est terminé, on pousse le four au rouge vif, et on l'y maintient pendant trois quarts d'heure pour activer la chloruration ; ce coup de feu décompose en oxydes tous les chlorures métalliques, excepté le chlorure d'argent.

Cette opération terminée, le minerai est jeté sur une grille inclinée à 45°, où il se trie d'abord en trois grosseurs, et on le broie ensuite, par catégories, dans des moulins analogues aux moulins à blé, après avoir eu soin de casser au marteau les plus gros fragments, que l'on grille quelquefois de nouveau avec deux pour cent de sel marin.

Ensuite vient l'amalgamation, qui se fait dans des tonneaux spéciaux de 90 centimètres de diamètre au centre, disposés verticalement par deux ou par quatre, autour d'un axe moteur, qui leur communique un mouvement circulaire, au moyen d'engrenages : ce qui permet d'ailleurs d'installer un plus grand nombre de tonnes, en les faisant toutes communiquer par des engrenages, ou plus simplement par des courroies de transmission.

Chaque tonne est surmontée d'une trémie par laquelle on introduit les matières savoir :

500 kilogrammes de minerai et 50 kilo-

grammes de rondelles de fer depuis 1 centimètre jusqu'à 4 centimètres de diamètre.

Plus 150 litres d'eau qu'on fait entrer en même temps par la bonde au moyen de tuyaux en cuir ou en forte toile.

Les tonneaux chargés, on les fait tourner à une vitesse de douze à quatorze tours par minute pendant deux heures ; non pas seulement pour que le mélange se fasse bien, mais pour donner le temps au chlorure d'argent, de se décomposer par le frottement des plaquettes de fer et de devenir de l'argent métallique et du chlorure de fer ; c'est à cause de cette réaction qu'il importe que le minerai ait été grillé avec le plus grand soin, car s'il restait du chlorure de cuivre, il serait réduit naturellement à l'état métallique qui, passant plus tard dans l'amalgame le rendrait plus ou moins impur.

La décomposition faite, on introduit dans chaque tonneau 250 kilogrammes de mercure, et on les met en mouvement à une vitesse de 20 à 22 tours par minute.

Au bout de 18 à 20 heures l'amalgamation est complète et l'argent, devenu libre par sa séparation du minerai, se combine avec le mercure.

Naturellement, l'amalgame est très liquide en raison de la grande quantité de mercure qu'il contient, mais on le filtre, après des lavages, d'autant plus faciles que les tonneaux sont disposés pour pouvoir être renversés, la bonde en bas, sur un canal qui conduit dans les cuves de lavage, l'amalgame seulement, le fer et les gangues étant retenus dans le tonneau par une grille fixée à la bonde.

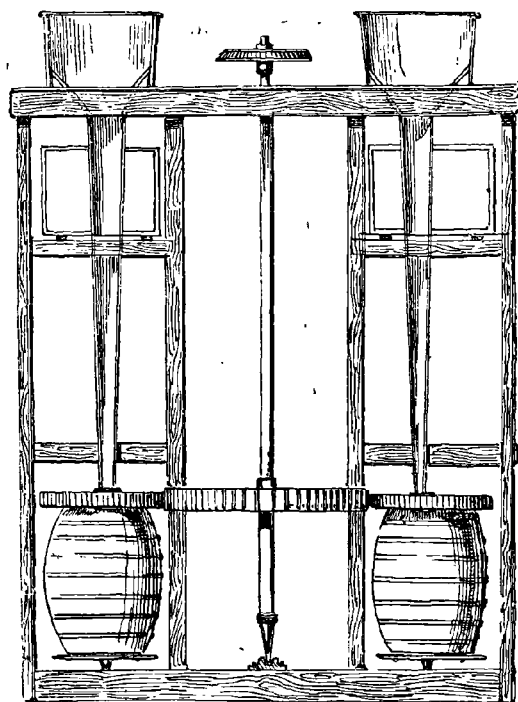
Sortant des filtres, qui sont des sacs coniques en flanelle ou en gros coutil, disposés au-dessus d'auges de pierre où l'excès de mercure tombe, l'amalgame, qu'on appelle, alors amalgame sec, est distillé dans des appareils de formes assez variables ; nous ne décrirons que celui qu'on emploie le plus fréquemment.

C'est une série d'assiettes ou de coupes en fer, enfilées l'une au-dessus de l'autre, dans une tige de même métal, reposant sur un trépied placé au centre d'une cuvette en fonte, encastrée elle-même dans un bassin tenu constamment plein d'eau froide.

Les assiettes chargées d'amalgame, on recouvre la tige d'une cloche en fonte dont la base repose sur le trépied et dont la partie supérieure, celle qui abrite l'amalgame à distiller, se trouve dans un four.

On remplit alors ce four de combustible enflammé qui, portant la cloche au rouge, fait volatiliser le mercure qui vient se condenser dans la cuvette inférieure, d'où on le retire avec une perte qui ne dépasse jamais 25 pour cent de l'argent obtenu.

L'argent, qui reste dans les coupes, contient toujours une certaine quantité de métaux étrangers; pour le purifier on lui fait subir au contact de l'air deux ou trois fontes successives qui oxydent les matières



Tonneaux d'amalgamation — Méthode Saxonne.

étrangères et les transforment en scories qu'on peut enlever très facilement.

Ces scories ne sont pas perdues, on les fond, quand on en a une certaine quantité, en les additionnant légèrement de borax, et on obtient ainsi un métal ayant une teneur de 50 à 60 pour cent d'argent.

Du reste, rien ne se perd en métallurgie,

surtout lorsque la matière qu'on traite a une grande valeur.

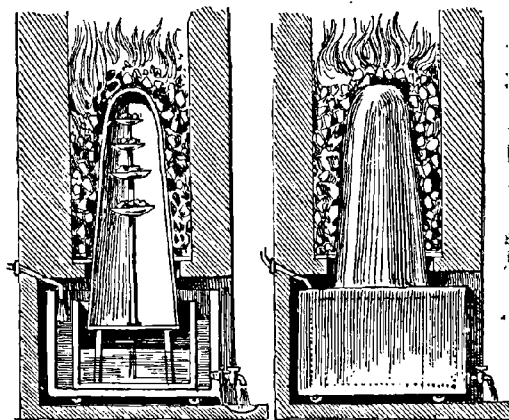
Ainsi les boues, les résidus de la première amalgamation sont traités de nouveau, débourbés, lavés, triés comme des sables métallifères.

Le métal qu'on en retire n'est pas d'une grande pureté, cependant sa teneur en ar-

gent pur varie entre 25 et 60 pour cent, on pourrait, il est vrai, le raffiner en le fondant avec du nitre et du borax, mais on

l'envoie tel quel à la monnaie, où il est utilisé pour les alliages.

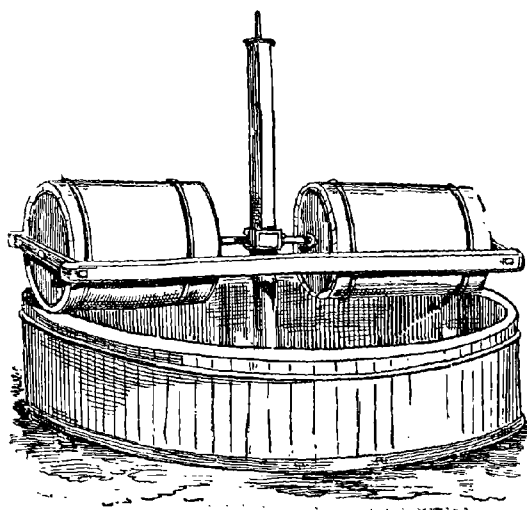
En résumé, toutes les opérations du trai-



Distillation d'amalgame d'argent (Méthode Saxonne).

tement ne font pas perdre plus de 5 à 9 pour cent de l'argent contenu dans le minerai, et c'est très peu si l'on considère que les gangues rejetées définitivement équivalent à plus de 80 pour cent de la masse traitée.

Ce procédé, comme on le voit, est donc plus économique que la méthode américaine puisqu'on perd moins d'argent, et plus de quatre fois moins de mercure, et que d'un autre côté on gagne un temps précieux (l'opération pouvant se faire



Tonneaux d'amalgamation. — Mexique.

complètement en cinq ou six jours).

Aussi commence-t-on à l'employer maintenant au Mexique, sinon généralement, à

cause de la routine et des installations préexistantes, du moins pour les minerais que l'on ne peut travailler au patio.

Avec cette seule modification, quand on ne possède pas de moteurs mécaniques (ce qui est le cas le plus ordinaire), que les tonneaux d'amalgamation, en communication directe avec les bassins de débouillage, sont accouplés sur une plaque tournante, mise en mouvement par un manège à mulets.

PROCÉDÉ DE REESE-RIVER

Le procédé de Reese-River est une variante de la méthode saxonne.

Les Américains, toujours pressés, ont trouvé un système de grillage plus expéditif que le four à réverbère, ils en ont même deux.

Le plus sage est le four Bruckner, dans lequel on peut griller de 7 à 9 tonnes de minerai par 24 heures, mais dont l'entretien est assez délicat.

Il se compose d'un cylindre en tôle revêtu de briques réfractaires et divisé intérieurement (1^m40 de diamètre) en deux, par une espèce d'écran longitudinal formé de tubes creux en fer, par lesquels la flamme du foyer traverse le cylindre; lesquels appuyant sur des galets roulant dans une glissière circulaire, est mis en mouvement par un engrenage, à raison de un ou deux tours par minute.

Ce mouvement a pour but de diviser le minerai dont le grillage se fait ainsi assez complètement.

L'appareil le plus usité est le four Stetefeldt, qui est d'ailleurs beaucoup plus simple.

C'est une cheminée conique, de 6 mètres de hauteur, placée au-dessus d'un foyer; d'où les gaz de la combustion s'élèvent au sommet de la cheminée pour redescendre par un conduit latéral dans des chambres de condensation.

Le minerai, pulvérisé au préalable et additionné de sel marin, est précipité par le haut de la cheminée, et doit se chlorurer pendant sa chute.

Naturellement cette chloruration est très imparfaite, mais elle est si expéditive qu'un seul four Stetefeldt, fait la besogne de 18 fours à réverbères avec trois fois moins de monde et quinze fois moins de combustible.

Aussi n'hésite-t-on pas à l'adopter; pour l'amalgamation elle se fait dans les pans, exactement comme dans le procédé Washoé, sauf peut-être une durée plus longue des différentes parties de l'opération.

TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE PLOMB ET D'ARGENT

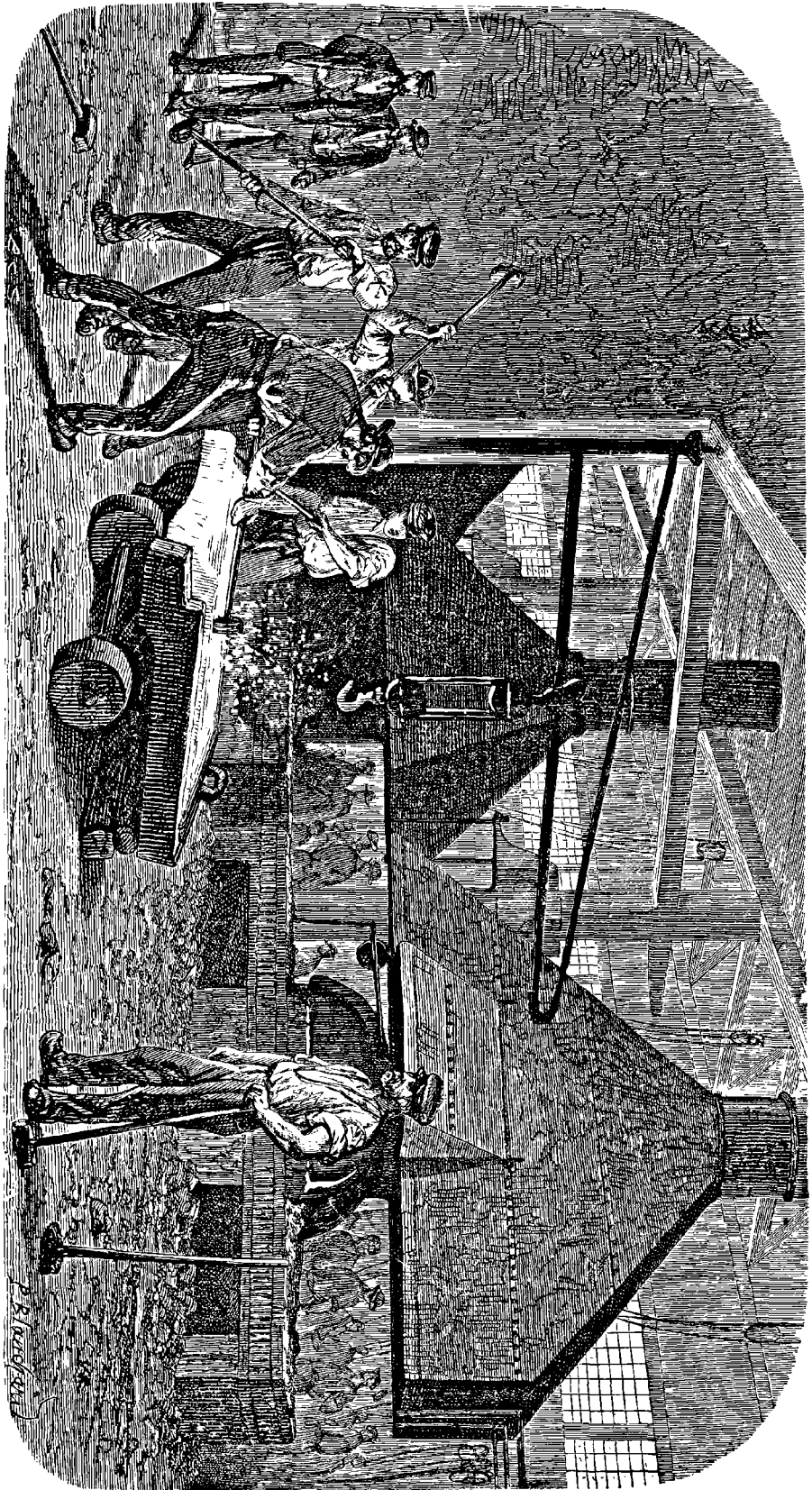
Les minerais contenant du plomb et de l'argent, c'est-à-dire les galènes plus ou moins argentifères, sont d'abord traités comme du plomb, et réduits soit par le charbon, soit par le fer, soit par réaction; procédés que nous étudierons en détail, quand nous nous occuperons de la métallurgie du plomb.

Cette réduction donne, quel que soit d'ailleurs le procédé employé, du plomb argentifère qu'on appelle plus communément plomb d'œuvre.

C'est de cet alliage qu'il s'agit d'extraire l'argent; il y a pour cela deux moyens, la coupellation pour les plombs assez riches, qui contiennent au moins un cinquième d'argent, et pour les plombs plus pauvres, le pattinsonnage, procédé par cristallisation, ainsi nommé de son inventeur, l'ingénieur anglais *Pattinson*.

COUPELLATION

La théorie de la coupellation est extrêmement simple, il suffit de faire fondre l'alliage et de soumettre ensuite la masse liquide à un courant d'air très vif; comme le plomb est très facilement oxydable, et que l'argent ne l'est presque pas, il s'ensuit que



75.

ATELIER DE FORGEAGE.

le plomb passe à l'état de *litharge*, tandis que l'argent reste à l'état métallique.

Dans la pratique, l'opération est lente mais peu compliquée, on se sert d'un four à réverbère d'une forme spéciale qu'on appelle fourneau de coupellation et qui se compose :

1° D'un foyer latéral.

2° D'une sole circulaire et concave, qui prend le nom de *coupelle*. Elle est construite en briques réfractaires et recouverte d'une épaisse couche de cendres lessivées ou de marne tassée avec soin, qu'on renouvelle à chaque opération.

3° Et d'un dôme mobile, par suite de son agencement à l'extrémité d'un levier ou d'une grue, et qui, formant couvercle en tôle, garni intérieurement d'argile réfractaire, peut s'appuyer sur le massif dans lequel est creusée la coupelle.

En outre, le fourneau est percé de cinq ouvertures : deux pour laisser passer les tuyères, qu'on doit pouvoir incliner de façon que le vent qu'elles amènent vienne toujours raser la surface du liquide en fusion, une pour l'introduction du plomb, une pour le passage de la flamme, qui doit reverberer sur le métal, et la dernière, pratiquée au bord de la coupelle, pour laisser écouler les oxydes de plomb ou litharges. Naturellement celle-ci, qui est bouchée au commencement de l'opération, doit être agrandie au fur et à mesure de l'oxydation pour que son orifice soit toujours au niveau du bain.

La coupelle ayant été battue, c'est-à-dire la sole ayant été formée, comme nous l'avons dit, avec de la marne ou des cendres, on la garnit d'un lit de foin, sur lequel on dépose environ 4,000 à 4,500 kilogrammes de plomb en saumons ; on baisse le dôme ou chapeau, dont on lute les jointures à l'argile et l'on allume, sur la grille, le feu qu'on augmente peu à peu, pendant trois heures, temps nécessaire à mettre le plomb en fusion.

Il se recouvre alors d'une espèce d'écume,

composée des matières qu'il renfermait et qu'on appelle *abzugs*, on les retire avec un rable, et l'on commence à donner le vent, modérément d'abord pour que l'oxydation du métal se fasse plus complètement.

Cela demande quinze à seize heures et pendant ce temps, on enlève de demi-heure en demi-heure, des matières grises qui se forment à la surface du bain et qu'on désigne sous le nom d'*abstrichs*.

L'oxydation commençant, la litharge se produit sous la forme d'une couche liquide qui, chassée par le vent des tuyères, s'écoule par l'ouverture de sortie et se répand sur le sol de l'atelier ; où elle se solidifie peu à peu en paillettes, ou en lames rougeâtres.

Alors on augmente le feu jusqu'à la fin de l'opération, qui dure encore quatre ou cinq heures ; on en est averti, d'ailleurs, par un phénomène assez curieux qu'on appelle *l'éclair*. Le bain, jusqu'alors recouvert par des espèces de nuages et des irisations, devient tout à coup très brillant, ce qui s'explique en somme par la disparition des dernières couches d'oxyde qui recouvraient l'argent.

On arrête aussitôt le vent, on éteint le feu et on verse de l'eau sur le gâteau d'argent, afin de le refroidir le plus vite possible pour pouvoir le retirer.

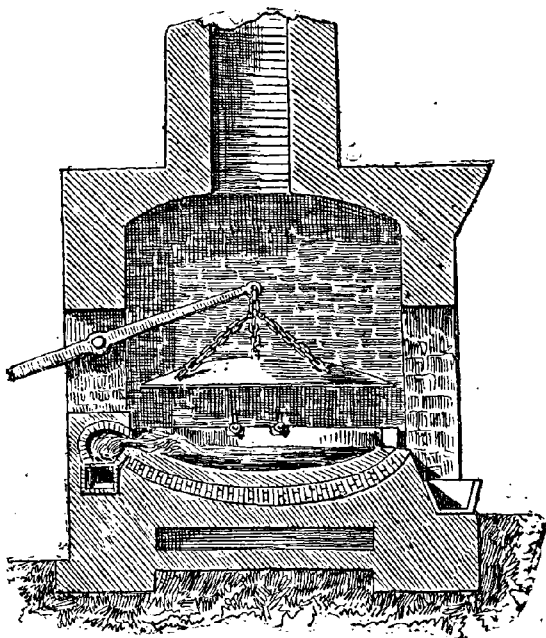
L'argent, que l'on recueille alors en quantité proportionnelle à la richesse argentifère du plomb d'œuvre, s'appelle argent de coupelle, et contient encore un seizième de plomb, on en est quitte pour l'affiner par les moyens ordinaires, mais dans certaines usines on préfère lui faire subir une seconde coupellation.

Cette coupellation en petit se fait en Silésie, dans un fourneau spécial, dont nous donnons une coupe.

La coupelle, elliptique, garnie d'une sole en cendre d'os, a 42 centimètres sur son grand diamètre et 26 sur le petit ; elle est battue dans un cadre en fonte et porte sur un

bâties de briques reposant sur deux barres de fer.

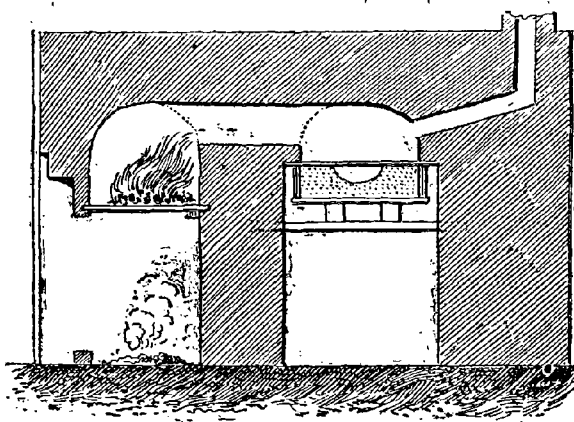
On charge, par une ouverture de côté, la coupelle, de cinquante à soixante kilogram-



Fourneau de coupellation.

mes à la fois, et procédant comme pour la coupellation ordinaire, on obtient environ 94 pour cent d'argent fin, et encore le déchet

Il n'est pas perdu, car le fonds de coupelle (en petite quantité du reste) est refondu avec les litharges riches pour faire du plomb d'œuvre.



Fourneau de raffinage. — Silésie.

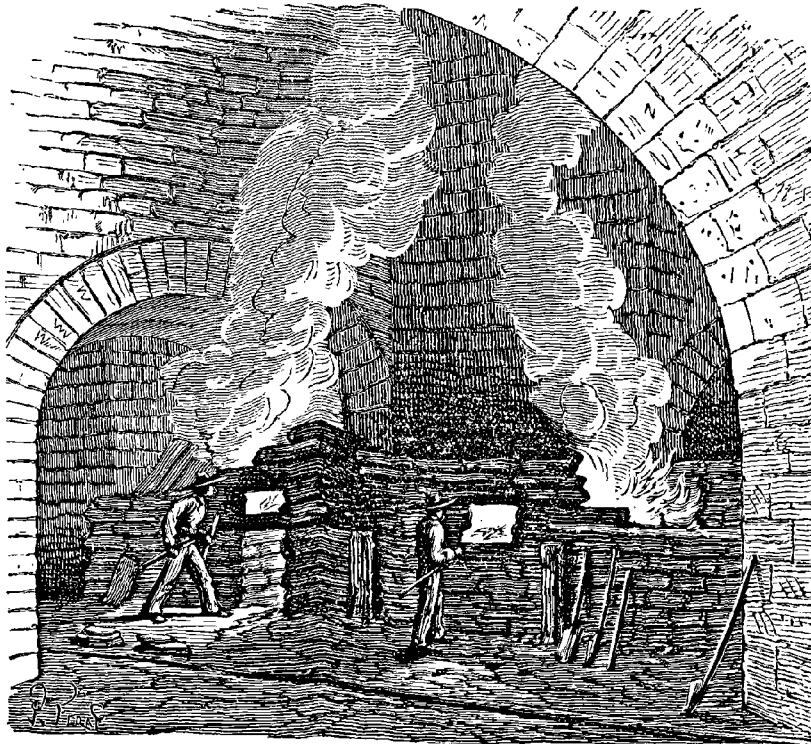
Du reste, il y a des variantes au procédé. Ainsi, quelquefois, au lieu de charger

d'abord tout le plomb que peut contenir la coupelle, on n'en met qu'une partie pour

procéder ensuite par *filage*, c'est-à-dire ajouter du plomb au fur et à mesure que la litharge s'écoule, cela permet de coupler d'un seul coup, beaucoup plus de plomb que n'en peut recevoir la sole, mais cela produit des litharges moins marchandes, à moins pourtant que le plomb que l'on traite, ne renferme presque pas de matières étran-

gères (en dehors de l'argent) et ne donne par conséquent que très peu d'abstrichs.

D'autres fois, notamment quand on opère sur des plombs très pauvres, on arrête la coupellation avant que l'éclair ne se produise, et l'on obtient ainsi un plomb argentifère riche que l'on coupelle alors à l'ordinaire.



Demi-hauts fourneaux du Mansfeld.

Il y a aussi le procédé anglais, excellent surtout pour la coupellation des plombs appauvris par l'opération du pattinsonage.

Dans ce procédé, la sole est mobile et contenue dans un cadre en tôle, on la fait également en marne battue ou en cendre d'os mêlée de cendre ordinaire : quand elle a été asséchée par un feu doux, on la remplit de plomb, fondu préalablement dans une chaudière de fer, ce qui permet de mettre

tout de suite en jeu les tuyères qui chassent les litharges.

Au fur et à mesure que la coupelle, qui ne contient que 250 kilogrammes, se vide, on la remplit, versant dedans du plomb fondu avec une grande cuiller, et l'on continue ainsi jusqu'à ce qu'il soit passé sur la sole, environ 4,000 kilogrammes de plomb pauvre ; cela demande généralement de 16 à 20 heures, mais cela donne pour résultat 50 à 60 kilogrammes de plomb très

riche, que l'on coupelle ensuite par les moyens ordinaires ou, si l'on veut, par le même système, mais modifié en ce sens qu'on opère en une fois sur 2,500 kilogrammes de plomb fondu, et qu'on laisse arriver l'éclair pour retirer le gâteau d'argent.

PATTINSONNAGE

Cette opération, qui est en somme un affinage par cristallisation et qui permet de traiter les plombs très pauvres dont on n'extrayait pas d'argent avant son invention, repose sur le principe très simple, que dans le refroidissement d'une masse de plomb argentifère en fusion, il se forme successivement des cristaux qui sont d'abord du plomb presque pur, et ensuite du plomb contenant des quantités toujours décroissantes d'argent.

En répétant l'opération cinq ou six fois, et même plus, sur une quantité de métal, de laquelle on enlève, au fur et à mesure, tous les cristaux de plomb presque pur, on arrive nécessairement à concentrer tout l'argent qu'elle contenait dans une faible quantité de plomb, qui devient alors assez riche pour supporter la coupellation.

Pratiquement, il y a trois façons de procéder; à la main, mécaniquement et à la vapeur.

Le pattinsonnage à la main s'opère de deux manières, selon la quantité de matières à traiter.

Dans les usines où l'on travaille deux ou trois cents tonnes par mois, il est plus économique d'avoir une batterie de chaudières en nombre égal à celui des opérations nécessaires.

Ces chaudières sont rangées sur le même fourneau, et séparées de deux en deux par un récipient en fonte, dans lequel on dépose les cristallisations au fur et à mesure qu'on les enlève, au moyen d'une écumoire de 45 centimètres de diamètre.

De cette façon on n'a qu'à transvaser

dans la seconde chaudière ce qui sort de la première qu'on remplit alors de matière nouvelle, et ainsi de suite, pour mener de front les six opérations généralement nécessaires à la séparation du plomb presque pur, et du plomb d'œuvre riche en argent.

Lorsque le travail ne dépasse pas cent tonnes par mois, la batterie n'est que de deux chaudières, dans lesquelles on transvase alternativement tous les plombs écumés, tandis que les plombs liquides sont coulés au fur et à mesure dans des lingotières et mis en réserve pour la coupellation.

D'une façon comme de l'autre on extrait généralement en cristaux les sept huitièmes du plomb, mais on met de côté le dernier huitième extrait, parce que, plus riche que les autres, il peut subir un nouveau traitement.

Le poids des déchets, des crasses qui se produisent par les différentes fusions atteint de 20 à 40 pour cent du poids total, selon la pureté du métal, mais les crasses ne sont pas perdues, on les revivifie au four à reverbère pour les renvoyer à un nouveau pattinsonnage.

On ne perd en somme qu'un maximum de cinq pour cent du poids du plomb, la perte d'argent est à peu près nulle, puisqu'on l'évalue seulement aux quinze ou vingt grammes d'argent qui restent dans chaque tonne de plomb affiné.

PATTINSONNAGE MÉCANIQUE

Le pattinsonnage à la main est si fatigant (car en augmentant le volume des chaudières, on en a agrandi aussi les écumeurs, qui pèsent jusqu'à 60 kilogrammes) qu'on a pensé à faire le travail mécaniquement et c'est dans les ateliers de M. Laveissière qu'on a expérimenté ce système, d'ailleurs excellent, qui se compose de deux chaudières placées à des niveaux différents.

Dans la plus élevée se fait la fonte du

plomb en saumons, et dans l'inférieure s'opère la cristallisation.

Cette dernière est cylindrique et munie intérieurement de deux arbres concentriques, mus par un moteur, dont l'un porte un agitateur à bras hélicoïdes, et l'autre une espèce d'étrier à branches verticales rasant les parois de la chaudière.

Ces deux arbres tournant en sens inverse, la résistance à la rotation devient si grande quand la cristallisation s'opère, qu'on ne peut guère enlever que les 2/3 du plomb en cristaux, le reste s'écoule — quand on juge l'opération terminée et qu'on arrête le mouvement — par un tuyau de fond qui le conduit aux lingotières.

Pendant que la cristallisation s'opérait, on a rechargé la première chaudière avec du plomb, de même teneur que les cristaux appauvris, sur lesquels on le précipite, sitôt qu'il est fondu, de façon à les dissoudre pour recommencer une nouvelle cristallisation, que l'on répète autant de fois que cela paraît nécessaire pour affiner le plomb à un degré qui le rende propre aux usages industriels.

Naturellement le plomb argentifère coulé en saumons, est mis de côté pour la coupellation.

Ce procédé est à ce point économique que les frais du traitement qui par le pattinsonnage ordinaire sont de 50 à 55 francs la tonne, tombent à 30 ou 35 francs, selon la teneur du plomb.

PATTINSONNAGE A LA VAPEUR

Le pattinsonnage à la vapeur, inventé par MM. Luce et Rozan, est un perfectionnement du procédé mécanique, c'est-à-dire que l'agitateur de la chaudière de cristallisation est remplacé par un jet de vapeur.

L'appareil se compose également de deux chaudières de niveau différent : la première contenant 9 tonnes et la deuxième 25.

Cette dernière, fermée par un couvercle à segments mobiles, au milieu duquel est une cheminée pour l'échappement de la va-

peur, est munie à sa partie supérieure d'un tube armé d'un robinet à clapet, par où s'introduit la vapeur à une pression de 3 atmosphères 1/2, qui, divisée par un disque horizontal en fonte, est suffisante pour déterminer la cristallisation du plomb fondu, arrivant de la première chaudière.

Pour faciliter la fusion des cristaux provenant de la première opération, ce disque est traversé par deux tubulures, fermées par des plaques de friction, et réchauffées par des foyers spéciaux, de manière à éviter toute solidification du plomb.

L'appareil est assez cher (14,000 fr.), les chaudières s'usent vite, mais il travaille beaucoup puisqu'on peut faire seize opérations par 24 heures avec deux équipes de trois hommes.

En somme, il est économique, car par son application, le traitement d'une tonne de plomb ne revenait à Marseille où on l'a expérimenté, en 1877, qu'à 25 fr. 85 c. y compris naturellement l'usure des chaudières, sur le pied annuel de huit petites et deux grandes.

PROCÉDÉ CORDURIER

Outre le pattinsonnage, il y a un procédé de désargentation par le zinc; connu théoriquement depuis 1842, époque à laquelle Karsten avait constaté qu'en ajoutant une petite quantité de zinc au plomb argentifère, le zinc en se refroidissant remontait à la surface, entraînant avec lui tout l'argent contenu dans le plomb.

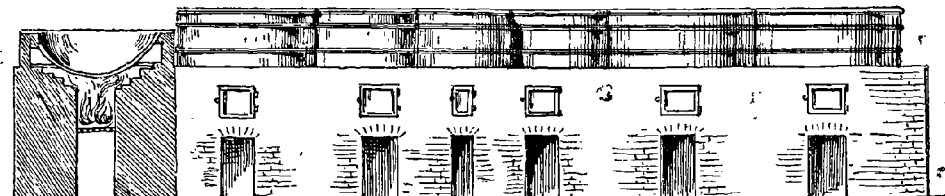
Mais, en pratique, on se heurtait à des difficultés, la première, d'arriver à un brassage complet des deux métaux, la seconde, beaucoup plus importante; de traiter économiquement le zinc enrichi.

On a trouvé différents moyens.

On mélangeait les deux métaux; soit en versant le plomb en gouttes sur le zinc fondu, soit en plaçant le zinc à l'état solide dans un récipient en fer battu percé de trous que l'on plongeait dans le plomb en fusion.

On séparait l'argent du zinc par le traitement des écumes qui entraînent d'abord l'or, puis le cuivre, l'antimoine, et en der-

nier lieu l'argent, mais il restait toujours à purifier le plomb, du zinc qu'il contenait encore; ce qu'on obtenait, mais en perdant



Batterie de chaudières de pattinsonnage.

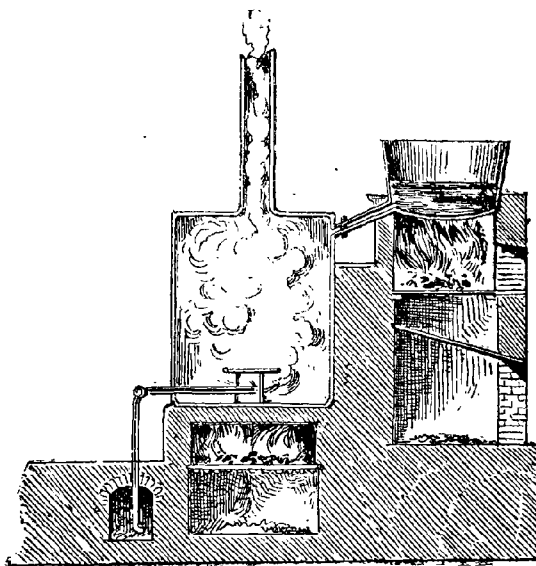
toujours le zinc, soit en le volatilisant en chauffant les écumes au rouge dans un creuset, soit en les traitant par le chlorure de plomb, au rouge sombre, ce qui donne du plomb assez riche pour la coupellation.

Le procédé Cordurier a résolu complètement le problème d'une façon assez économique pour abaisser les frais de traitement à 25 francs par tonne au plus, au moyen de l'ap-

pareil dont nous donnons un dessin, et qui se compose de deux chaudières placées à différents niveaux.

Le zinc est déposé au fond de la plus élevée où le plomb est mis en fusion, dans une boîte en fer percée de trous, fixée à l'extrémité d'un arbre vertical, muni de palettes en hélices pour brasser le bain.

Dans la chaudière inférieure on fond les écumes argentifères, et en y faisant passer



Pattinsonnage à la vapeur.

de la vapeur d'eau, il reste du plomb assez riche pour être coupellé.

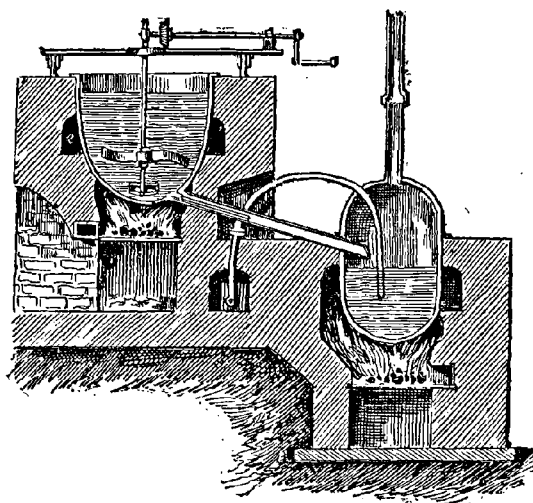
L'oxyde de zinc obtenu, passe au lavage,

qui le sépare des grenailles de plomb et de l'oxyde de plomb; ce qui permet de vendre les parcelles légères comme blanc de zinc.

Quant aux oxydes riches, ils sont traités par l'acide chlorhydrique et donnent d'une part des oxychlorures et des sous-chlorures insolubles de plomb, d'antimoine et d'ar-

gent qu'on réduit avec de la chaux et du charbon et qui rentrent en produit dans l'opération.

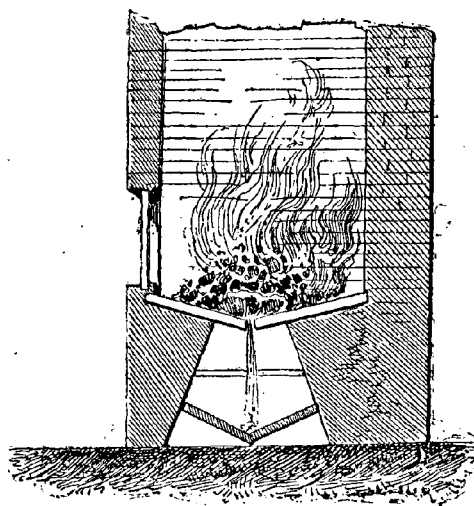
Et, d'autre part, du chlorure de zinc qui



Procédé Cordurier.

est perdu; c'est la seule matière qu'on n'utilise pas par ce procédé, qui est peut-être plus économique que le pattinsonnage à la

vapeur, mais qui est infiniment plus délicat, et partant moins pratique en certains cas.



Fourneau de liquation.

TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE CUIVRE ET D'ARGENT

Les pyrites cuivreuses et les minerais de

cuiivre gris argentifères se traitent, selon les usages locaux, de différentes façons : soit par liquation, soit par l'amalgamation du

cuivre noir, soit par l'amalgamation des mattes, soit par les méthodes d'extraction par voie humide.

· Étudions ces différents systèmes.

LIQUATION

Le procédé par liquation est le plus ancien et aussi le plus simple de tous, malheureusement il est très imparfait puisqu'il fait perdre 5 à 6 pour cent de cuivre, 25 pour cent de l'argent contenu, sans compter au moins 20 pour cent du plomb employé pour l'opération.

Aussi y renonce-t-on à peu près partout et notamment au Mansfeld où il a été si longtemps employé.

Par ce système on commence par amener le minerai à l'état de cuivre noir en l'oxydant au moyen d'un grillage.

Si ce cuivre noir a une teneur d'argent minimum de trois millièmes, il est assez riche pour être désargenté par liquation.

A cet effet on le fond dans un fourneau à manche, avec un peu plus de quatre fois son poids de plomb pauvre, qui s'enrichit en s'incorporant la plus grande partie de l'argent, en raison de son affinité naturelle.

La matière fondue est coulée en disques, que l'on place dans une sorte de four à réverbère, sur deux plaques de fonte inclinées l'une vers l'autre et laissant entre elles un espace de 4 centimètres, suffisant pour donner passage au métal en fusion.

Le four, chauffé à une température assez élevée pour fondre le plomb argentifère, mais insuffisante pour liquéfier le cuivre; le plomb coule dans la rigole située au-dessus de la fausse sole, et de là, dans un bassin où l'on n'a plus qu'à le puiser pour le coupler, s'il est assez riche, ou pour lui faire subir une nouvelle liquation, s'il ne contient pas assez d'argent.

Quant au cuivre, il reste dans le four, dont la température n'augmente pas, à l'état de pains déformés qu'on appelle carcass,

et on l'en retire pour le traiter en cuivre rosette à la manière ordinaire.

AMALGAMATION DU CUIVRE NOIR

C'est le procédé le plus employé en Hongrie, où l'on s'en trouve très bien.

Le minerai, bocardé quelquefois à froid, le plus souvent, après un chauffage au rouge, dans un four à réverbère, est broyé avec soin sous des meules de fonte.

Ensuite, additionné de 8 pour cent de sel, on lui fait subir un grillage chlorurant de cinq heures, et on l'amalgame à 40 pour cent, avec du mercure dont on neutralise le trop grand effet avec de la chaux éteinte.

Il y a peu de pertes dans ce traitement si ce n'est en mercure dont la quantité absorbée équivaut à 30 ou 35 pour cent du poids de l'argent, car les résidus d'amalgamation sont refondus et donnent du cuivre d'excellente qualité.

Du reste, il revient quatre fois moins cher que la liquation.

AMALGAMATION DES MATTES.

Ce système, que les usines du Mansfeld avaient adopté pour remplacer leur première méthode, y a bientôt été abandonné à cause de ses défauts.

Il fait perdre, outre le mercure en quantité plus grande que l'amalgamation ordinaire, dix à douze pour cent de l'argent contenu dans les mattes.

Voici, du reste, en quoi il consiste. Après avoir fondu le minerai en mattes, après avoir pulvérisé les mattes plus ou moins sulfureuses, on les grille dans un four à réverbère pour les débarrasser de l'excès de soufre, on les réduit en pâte avec une dissolution étendue de sel marin et de 12 pour cent de chaux éteinte, destinée à saturer l'acide sulfurique resté dans la matière.

Cette pâte séchée, on la grille une seconde fois, ce qui produit la chloruration; et l'a-

malgamation se fait comme dans la méthode saxonne.

Pour tirer parti des résidus, on les mélange avec 12 pour cent d'argile et l'on en fait des briquettes que l'on fait sécher à l'étuve pour les réduire au demi haut fourneau, en cuivre noir, en y ajoutant comme *fondants* 12 pour cent de quartz, 2 pour cent de spath fluor et 40 pour cent de laitiers de fonte crue.

Cette opération donne du cuivre excellent, mais elle est longue, et la production d'argent n'est pas toujours compensatrice.

EXTRACTION PAR VOIE HUMIDE.

Les procédés par voie humide, qui un jour ou l'autre remplaceront tous ceux dont nous venons de parler, sont assez nombreux car ils varient selon les localités; les plus connus, points de départ de tous les autres, d'ailleurs, sont le procédé Ziervogel, et le procédé Augustin.

Par le premier, on grille les mattes dans des fours spéciaux à deux ou trois soles superposées, lentement d'abord pour transformer les divers sulfures en sulfates, puis à grand coup de feu pour décomposer tous les sulfates, excepté celui d'argent, que l'on dissout ensuite dans l'eau chaude en précipitant l'argent par le cuivre métallique.

Cette dernière opération se fait dans une série de cuves contenant du cuivre, et disposées de façon à ce que le liquide, tombant dessus en cascade, abandonne tout son argent, et se charge de sulfate de cuivre, dont on extrait ensuite le métal, avec de la ferraille. Le traitement par ce procédé coûte de 40 à 45 francs par tonne.

Le procédé Augustin revient un peu plus cher, mais il donne des résultats plus complets, il ne se distingue, du reste, du procédé Ziervogel, qu'en ce qu'il comporte, deux grillages.

Le premier, oxydant, se pousse jusqu'à ce qu'il ne reste dans les mattes que 5 à

6 pour cent de soufre; le second chlorurant, avec une addition de 2 pour cent de sel marin.

L'eau chaude qui sert au lavage est mélangée de sel, dans la proportion de 60 kilogrammes par kilogramme d'argent qu'on espère obtenir.

Le procédé employé à Joachimsthal, où l'on traite surtout des minerais riches, est une variante assez accentuée.

Ainsi, après le grillage avec du sel et des pyrites, on dissout dans l'hyposulfite de soude, le chlorure d'argent obtenu et l'on précipite ensuite par addition de sulfure de sodium.

Dans d'autres usines, toujours pour les matières riches, on grenaille les mattes et on les traite par l'acide sulfurique étendu.

Par ce moyen l'argent se recueille dans les résidus, composés généralement d'antimoniate et d'arséniate de plomb.

TRAITEMENT DES MINERAIS DE PLOMB, CUIVRE ET ARGENT

Nous arrivons à l'opération la plus compliquée et certainement la plus difficile de la métallurgie, mais comme elle est encore plus complexe que le minerai qu'il s'agit de traiter, nous l'expliquerons brièvement, pour ne pas faire de double emploi, d'autant que tous les procédés que nous avons décrits pour les minerais plombifères et cuprifères peuvent ou doivent être employés successivement.

On commence par une fusion du minerai, additionné de fer, dans des fours à manche.

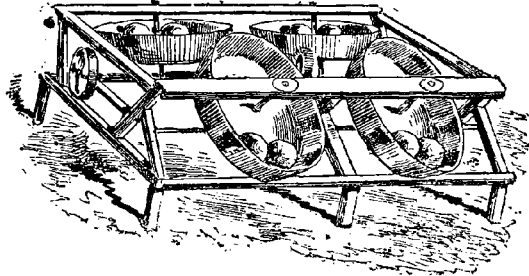
Cette fusion donne : du plomb d'œuvre riche en argent, qui subit ensuite la coupellation, et une matte plumbeuse composée de tout le cuivre du minerai, et renfermant encore une partie de l'argent.

Cette matte, soumise à la liquation pour la débarrasser du plomb et de l'argent qu'elle renferme encore, devient alors une matte cuivreuse que l'on traite comme

nous venons de le voir, soit par amalgamation, soit par voie humide.

Voilà pour les minerais où le plomb domine.

Si au contraire c'est le cuivre, le minerai est traité en première fusion pour cuivre noir, et l'on obtient des mattes pauvres, que l'on convertit en mattes riches en les



Appareil Berdan.

grillant à un ou plusieurs feux et en les soumettant ensuite à une fonte de concentration avec des minerais de même teneur.

Ces mattes riches, grillées encore à plusieurs feux, sont fondues avec des matières plumbeuses, et la série d'opérations redevient la même que pour les minerais où le plomb domine.

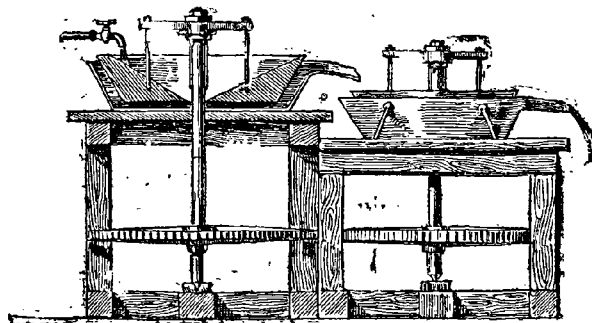
En somme ce traitement est le résumé, ou pour mieux dire, la réunion de tous les autres, il n'est donc pas étonnant qu'il varie selon les usines.

Terminons cet article par quelques chiffres,

la production annuelle de l'argent est d'environ 2,000 tonnes qui ont une valeur de 400 millions, un peu moins peut-être puisque le prix de l'argent dépasse rarement 190 francs le kilogramme.

L'Amérique en fournit à elle seule les cinq sixièmes provenant, par ordre d'importance : des États-Unis, du Mexique, du Pérou et du Chili.

Quant à la France elle est presque au dernier rang dans la production européenne de ce précieux métal, ce qui ne l'empêche pas d'ailleurs d'être un pays très riche.



Moulin du Tyrol.

MÉTALLURGIE DE L'OR

La métallurgie de l'or est la plus facile et la moins dispendieuse de toutes.

Les procédés d'extraction, peu compliqués dans tous les cas, varient selon la nature des minerais que l'on traite.

S'agit-il de l'or d'alluvion, le plus commun

d'ailleurs, on commence par le lavage des sables, sur les placers même, avec des appareils divers que nous avons déjà indiqués; mais comme ces lavages, si soigneusement qu'ils soient faits, ne donnent jamais que des sables aurifères plus ou moins riches, on procède ensuite à l'amalgamation.

Cette opération se fait ainsi :

On mélange le sable avec six fois son poids de mercure, on agite ce mélange

assez longtemps pour que le mercure s'incorpore toutes les molécules d'or; après quoi on empaquette l'amalgame liquide dans une peau de chamois, on le presse pour que le mercure s'échappe en gouttelettes à travers le filtre, et l'on retire alors un amalgame sec, quel'on distille pour faire volatiliser tout le mercure, recueilli ensuite par condensation comme dans les procédés que nous avons décrits pour l'argent.



Atelier d'amalgamation.

L'or tiré des mines, ou proprement le minerai d'or en roche, doit naturellement être bocardé, lavé, broyé, comme les minerais ordinaires, mais on opère mécaniquement et en Australie, en Californie on a pour cela des appareils très ingénieux qui font toute la besogne à la fois.

Notamment l'appareil Berdan (du nom de l'ingénieur New-Yorkais qui l'a inventé) qui fait en même temps l'amalgamation.

Cet appareil est la réunion, sur un même bâti, de quatre bassins en fonte disposés de façon à recevoir isolément, d'un moteur quelconque, un mouvement de rotation assez

Liv. 77.

précipité et à tourner sous une inclinaison de 45 degrés.

Chaque bassin renferme deux gros boudins qui pulvérisent le métal, constamment arrosé par un filet d'eau; lequel, par l'inclinaison du bassin tournant, entraîne au dehors les parties terreuses ou siliceuses, au fur et à mesure qu'elles se détachent des parcelles métalliques, qui, également au fur et à mesure de leur nettoyage, s'amalgament avec le mercure déposé dans les bassins dès le commencement de l'opération.

Rien n'est plus simple ni plus expéditif, comme on le voit.

En fait d'extraction de l'or, il n'y a d'un

77

peu long que le traitement des sulfures de plomb, de cuivre ou d'argent, et des tellurures aurifères; qui n'en renferment généralement que des quantités très minimes; mais qu'on exploite toujours quand on les suppose assez riches pour produire plus que les frais du travail.

Il y a pour cela deux méthodes distinctes l'imbibition et l'amalgamation.

Dans le premier on procède comme pour l'extraction de l'argent; après avoir grillé le minerai pour le débarrasser du soufre, on le fond dans le but de concentrer l'or, puis on grille de nouveau la substance aurifère que l'on remet en fusion avec une certaine quantité de plomb.

Cette fusion produit du plomb d'œuvre que l'on couple ensuite par les moyens ordinaires.

Dans la seconde méthode on traite le minerai par le bocardage, le lavage, le broyage et l'amalgamation, qui se fait généralement dans des appareils spéciaux qu'on appelle moulins du Tyrol, et qui ne sont en somme que des auges circulaires dans lesquelles une meule en bois tourne continuellement, non pour broyer le minerai qu'on ne verse dedans qu'à l'état de poussière très fine, mais pour l'agiter dans l'eau sans cesse renouvelée dans l'auge et tenir en suspension les parcelles pierreuses, pendant que les mollécules d'or s'incorporent avec le mercure, déposé d'avance au fond des moulins.

Cet appareil, dont nous donnons un dessin, a été perfectionné; dans les usines françaises où on travaille l'or (et elles ne sont pas aussi rares qu'on pourrait le croire), on l'a remplacé par une série de tonnes de fer, dont les fonds sont garnis de disques portant des tourillons placés exactement dans l'axe de la tonne.

Sur l'un des fonds est une roue dentée, qui engrène avec une seconde roue, montée sur un arbre actionné au moyen d'une courroie de transmission, par le moteur de l'usine

Au-dessus de chaque tonneau se trouve une caisse dans laquelle on charge le minerai brut, qui se rend dans les tonneaux au fur et à mesure des besoins, par un tuyau dont l'extrémité s'engage dans l'ouverture du tonneau.

Du reste l'amalgamation se fait de la même façon qu'avec les moulins du Tyrol.

Mais, l'or amalgamé et séparé du mercure par la distillation, n'est jamais assez pur pour être livré au commerce; il contient presque toujours de certaines quantités d'argent, de cuivre de fer ou d'étain dont il faut absolument le débarrasser.

Au préalable, on le fond dans des creusets en terre de Picardie, chauffés au coke dans des fourneaux à vent, on y ajoute de l'azotate de potasse qui a la propriété de décomposer le fer, le cuivre, l'étain et le plomb, en oxydes, et de les amener à la surface du bain, sous forme de scories qu'on écume facilement.

Quant à l'argent, on ne peut l'enlever que par l'affinage, opération qui repose sur le principe de l'indissolubilité de l'or dans les acides.

Le métal est d'abord mis en fusion, soit par l'opération précédente, si l'on affine de l'or tenant argent, soit dans un four spécial, cavité hémisphérique de fonte garnie d'une couche épaisse de marne ou de cendre de bois soigneusement battue, qui constitue une coupelle poreuse, pouvant absorber les oxydes liquides produits par l'oxydation des métaux étrangers — si l'on opère sur de l'argent tenant or.

Quand il est bien écumé, on le puise avec une cuiller et on le précipite dans une cuve d'eau pour le réduire en grenailles.

Ces grenailles sont ensuite traitées, dans des vases de platine, par l'acide sulfurique bouillant; l'or, indissoluble, se dépose au fond du vase, pendant que l'argent, se dissolvant, produit du sulfate acide d'argent qui reste dans la dissolution.

On décante la liqueur, à deux ou trois

reprises s'il le faut, puis on lave le dépôt que l'on fond à nouveau pour le couler en lingots.

Quant à l'argent, on le sépare facilement de l'acide sulfurique avec lequel il est combiné, au moyen de rognures de cuivre qui décomposent instantanément le mélange en deux produits : du sulfate de cuivre et de l'argent pur qui se précipite et s'agglomère en masse d'apparence spongieuse, qu'on appelle communément *chaux d'argent*.

La production totale de l'or est évaluée, année moyenne, à 220 tonnes, valant 650 millions de francs, dont un tiers, à peu près, est fourni par l'Australie, un tiers par la Californie, un sixième par la Russie, et un douzième par la Nouvelle-Zélande.

La part de l'Europe (moins la Russie), dans cette production, est tout au plus de 8 à 10 millions.

MÉTALLURGIE DU FER

Le fer s'extrait des nombreux minerais qui le contiennent, mélangé de plus ou moins de gangues de toutes natures : mécaniquement, par les procédés communs à tous les minerais; débouillage au patouillet, hocardage, lavage, broyage et quelquefois même grillage; notamment pour les matières mélangées de carbonates de soufre, de phosphore et d'arsenic.

Chimiquement par la réduction, opération qui a pour but de le séparer de l'oxygène avec lequel il est combiné, et qui s'obtient en chauffant le minerai au rouge au contact du charbon, ou dans un courant d'hydrogène ou d'oxyde de carbone.

Cela paraît tout simple, et cela le serait en effet si les oxydes étaient purs, mais ils sont toujours enfouis dans des gangues siliceuses, argileuses ou calcaires qui, pour plus de difficulté, ne sont pas fusibles à la température nécessaire à la réduction de l'oxyde.

Sans cela, il suffirait de marteler le mélange en fusion pour exprimer la gangue sous forme de scorie liquide.

Mais les matières diverses qui constituent la gangue étant presque toujours infusibles, il a fallu chercher autre chose.

Deux procédés ont été trouvés : connus sous les noms de méthode directe et méthode indirecte, la première, ainsi nommée parce qu'elle produit directement le fer, et la seconde qui donne la fonte, qu'il faut affiner pour la convertir en fer.

MÉTHODE DIRECTE

Ce procédé qu'on appelle aussi *Méthode Catalane* ou *méthode française*, parce qu'il a toujours été employé en Catalogne et dans nos départements des Pyrénées, est le plus ancien et le plus simple; puisqu'il consiste à chauffer le minerai au contact du charbon, mais il ne peut s'appliquer qu'aux minerais en roche, presque purs, par conséquent très fusibles et surtout assez riches pour qu'on puisse abandonner, sans inconvénient, la portion de métal qui s'écoule toujours avec les laitiers.

L'outillage n'est pas dispendieux, puisqu'il ne comporte qu'un fourneau, une soufflerie, un marteau.

Le fourneau, qui porte le nom de fourneau catalan, consiste en un creuset rectangulaire de 70 centimètres de profondeur, maçonné en pierres sèches reliées avec de l'argile, et dont le fond est doublé d'une dalle de granit.

Ce creuset, dans lequel on brûle du charbon de bois, est appuyé contre un mur muni en haut d'un manteau, qui forme cheminée pour l'échappement de la fumée et des gaz de la combustion, et percé en bas au niveau du creuset, d'une ouverture par où passe la tuyère de la soufflerie.

La soufflerie installée à côté est presque toujours une trompe, les chutes d'eau ne manquant ni dans les Pyrénées ni dans la Catalogne.

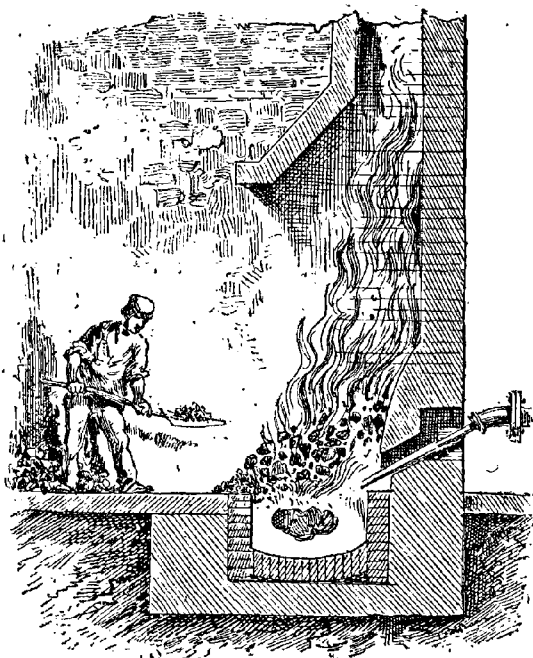
Le marteau qu'on appelle aussi *martinet*, *mail* ou *makas* pèse généralement 600 kilogrammes, il est à queue ou à bascule et mis en mouvement par une roue hydraulique, de façon à battre de 100 à 125 coups par minute.

Le minerai, broyé d'une façon assez succincte, est passé dans un crible de façon à le diviser en deux parts : celle qui reste dans le crible, et dont les morceaux sont au moins de la grosseur d'une noix est appelée la *mine*, et mise ainsi dans le four; tandis

que les parcelles moins grosses et les poussières qui ont passé au travers du crible sont mouillées, gâchées comme du mortier et mises en tas à proximité du fourneau.

Cette portion, qui est généralement le tiers de la matière à traiter, s'appelle la *greillade*.

Pour commencer l'opération un ouvrier tenant une pelle verticalement divise le creuset en deux compartiments, dans l'un on charge la mine, dans l'autre le charbon



Fourneau Catalan.

dé bois, une fois que celui-ci est suffisamment allumé on retire la pelle et on donne du vent, très modérément d'abord, quitte à l'augmenter ensuite.

Ad fur et à mesure que le combustible se consume on en ajoute de nouveau et à chaque fois on le recouvre de quelques pelletées de *greillade*, non entièrement pourtant car il faut qu'une certaine quantité de charbon brûle au contact de l'air, pour qu'il se produise, par l'effet de la tuyère, de l'acide carbonique qui, traversant les cou-

ches supérieures de charbon incandescent, se change en oxyde de carbone, lequel réduit en fer métallique une partie de l'oxyde du minerai, l'autre partie se combinant avec les gangues qui s'écoulent en laitier, sitôt que la fusion commence; c'est-à-dire au bout de deux heures de chauffe.

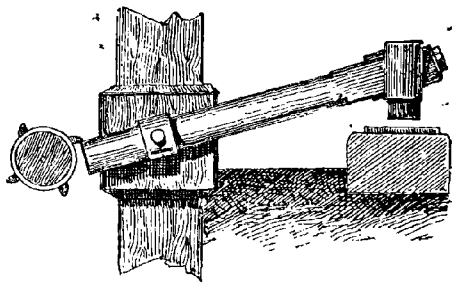
En général, il faut six heures pour mener l'opération à bonne fin, alors il ne reste plus dans le creuset qu'une masse de fer assez spongieuse qu'on appelle *massé*.

Comme ce massé contient encore une

certaine quantité de scories liquides, on le retire du feu et on le transporte, tout incandescent, sous le marteau qu'on met alors en mouvement, pour réunir par un aplatissement suffisant, toutes les particules du fer

et en chasser en même temps les scories.

Ce travail fini, on sépare le massé à l'aide d'un coin assez coupant sur lequel on fait jouer le marteau, en deux blocs qu'on ap-



Marteau à bascule.

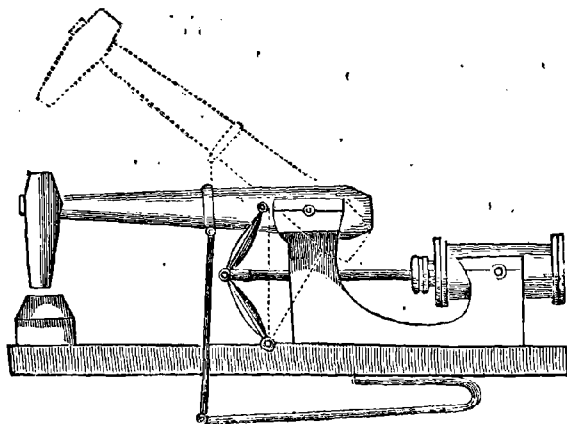
pelle *massoques*, auxquelles on donne la forme de parallépipède.

Chaque *massoque* est ensuite partagée en deux *massouquettes*, que l'on réchauffe dans le creuset pour les convertir en barres de l'échantillon demandé par le commerce.

Le fer ainsi obtenu est, selon la nature des minerais, traité de trois sortes : fer ordinaire, de très bonne qualité, fer fort qui est

un acier ferreux, et fer cédat qui est l'acier naturel.

Mais, répétons-le, ce procédé n'est applicable, que dans les pays où l'on a sous la main du minerai très riche ; partout ailleurs il serait trop coûteux, puisque avec du minerai contenant 44 pour cent de métal, on ne retire que 31 pour cent de fer et l'on consomme 350 kilogrammes de charbon pour produire cent kilogrammes de fer.



Martinet à piston.

Aussi n'y a-t-il d'usines catalanes en activité que dans le nord de l'Espagne et dans nos départements de la Corse, de l'Ariège et des Hautes et Basses-Pyrénées.

MÉTHODE INDIRECTE

La méthode indirecte est la plus usitée parce qu'elle est la plus économique et qu'elle convient à tous les minerais, quelle que soit leur richesse et la nature des gan-

gues qui les accompagnent; on en est quitte pour ajouter à ces gangues des matières plus fusibles qu'on appelle des fondants.

Il est bien entendu que le fondant varie, selon la composition des gangues.

Si elles sont calcaires on emploie comme fondant l'argile, que les ouvriers appellent *erbue*, si au contraire elles sont argileuses ou quartzes c'est le calcaire qui devient fondant sous le nom de *castine*.

Dans les deux cas, du reste, il se forme un silicate double d'alumine et de chaux, qui est fusible, mais à une très haute température.

Or, comme cette température est plus élevée que celle qui suffit à la combinaison du carbone avec le fer, il s'ensuit que le produit obtenu par la fusion n'est pas du fer malléable mais un composé plus ou moins carburé, qu'on appelle naturellement de la *fonte* et qu'il faut affiner ensuite pour la convertir en fer.

C'est à cause de cette opération double que le procédé a pris le nom de méthode indirecte, il est vrai qu'on l'appelle aussi méthode des hauts fourneaux, à cause de la hauteur considérable qu'il faut donner aux appareils dans lesquels on réduit le minerai.

Un haut fourneau est un four à cuve, de dimensions extraordinaires; comme nous l'avons dit déjà, pour mériter ce nom, il faut qu'il ait au moins neuf mètres de hauteur, mais cette élévation est souvent dépassée, car le temps n'est plus où l'on citait comme le plus grand haut fourneau du monde, celui de l'usine de Dowlais, dans le pays de Galles, qui produisait 45 tonnes de fonte par 24 heures, et aujourd'hui ceux dont la production est double ne sont pas rares.

Les hauts fourneaux varient donc de dimensions, ils varient aussi de formes, selon qu'on y traite la fonte, au charbon de bois, au coke ou à la houille, mais le principe fondamental est toujours le même: que

la tour qui le renferme ait huit ou vingt mètres de hauteur avec un diamètre proportionnel; c'est toujours un four dont le revêtement intérieur (qu'on appelle *chemise*), est en briques réfractaires, et qui a la forme de deux troncs de cônes accolés par leur plus large base, dont la réunion porte le nom de *ventre*, la partie supérieure se nomme la *cuve* et son orifice est le *gueulard*, surmonté d'une cheminée peu élevée, qu'on appelle *gueule* et qui est percée de portes pour permettre l'entrée des matières.

Pour la partie inférieure, c'est-à-dire le deuxième cône on l'appelle les *étalages* et elle se termine à sa base par une capacité prismatique, quelquefois cylindrique, qui se nomme l'*ouvrage*, et dont les faces, percées d'ouvertures pour laisser passer les *tuyères* qui servent à l'introduction du vent, s'appellent *costières*.

Dans les fours qui n'ont qu'une seule tuyère, la paroi qui lui fait face porte le nom de *contrevent*.

Nous ne reviendrons pas sur les machines soufflantes dont nous avons expliqué l'usage et les différentes dispositions; nous dirons seulement ici, que dans les fourneaux soufflés à l'air froid, les tuyères sont simples et s'emmanchent sur l'extrémité de la machine soufflante, qu'on appelle *buse*; nous réservant de parler plus loin et spécialement, des souffleries à air chaud.

Au-dessous des tuyères, et séparé de l'ouvrage par une sole ou plaque de tôle horizontale, se trouve le creuset, où s'accumule la matière en fusion.

La partie extérieure du creuset s'appelle l'*avant creuset*, fermé par une espèce de rempart incliné, recouvert d'une plaque de fonte ou *dame*, sur laquelle s'écoulent les laitiers.

La face opposée à la *dame* a le nom de *rustine*.

Le recouvrement de la partie du creuset qui s'avance hors du fourneau est la *fausse*

tympe ; protégée, du côté où s'échappe la flamme par deux pièces de fonte, dont l'une s'appelle le *tacret* et l'autre, qui n'est en somme que le prolongement d'une des parois de l'ouvrage, a le nom de *tympe*.

En outre, au fond du creuset, du côté de la dame, se trouve l'orifice par lequel on retire la fonte après sa production et qu'on appelle *trou de perce* ou *trou de coulée*.

Pendant l'opération cet orifice est fermé par un tampon, fait d'un mélange de poussier de charbon et d'argile.

Voilà pour les organes du fourneau : voyons maintenant sa disposition extérieure et sa construction.

Comme il importe que le gueulard soit d'un accès facile, puisque c'est par là qu'on charge la cuve, le massif de maçonnerie qui l'entoure est construit en contre bas, partout où l'on peut utiliser une colline, pour être de plain-pied avec le gueulard.

Dans les pays de plaine, on y supplée par l'installation de plans inclinés ; qui amènent en wagonnets, les matières à traiter à l'orifice du fourneau, ou de monte-charges quelconques.

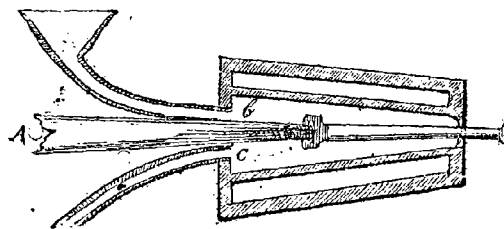
Il serait puéril de dire que la construction doit être d'une grande solidité, vu les charges énormes qu'elle est appelée à porter ; aussi la fonde-t-on généralement sur des voûtes, qui servent du reste à loger les conduites d'air, ce qui rend leur surveillance plus facile.

Le devant du fourneau est évidé, et forme en se réunissant avec les murs de l'avant-creuset, des embrasures voûtées, qui établissent des communications faciles entre l'intérieur et l'extérieur de la construction.

L'une de ces embrasures, celle qui est située du côté de la dame, s'appelle chambre de travail, parce que c'est là en effet que l'ouvrier se tient pour surveiller la marche du fourneau, les autres reçoivent les tuyères qui débouchent, comme on le voit par la lettre *e* de notre dessin, à la hauteur de la base de l'ouvrage.

Ces tuyères, du moins celles qui soufflent l'air froid, sont coniques, en fonte ou en cuivre.

Celles qui soufflent l'air chaud, sont de même forme, mais entourées d'une double enveloppe, dans laquelle circule un courant d'air froid qui a pour but d'empêcher que la chaleur continue ne les fasse fondre.



Dans notre dessin : *A* est la buse de la machine, emmanchée de la tuyère, *B* est le tuyau par où l'eau arrive pour ressortir par *C*.

Le creuset et l'ouvrage ont presque toujours la forme rectangulaire, tandis que la cuve est cylindrique, du reste il n'y a rien d'absolu dans ces dispositions, la construction étant très variable. Car si le plus souvent le massif de la construction (en pierres de taille ou en briques ordinaires), relié par de fortes armatures en fer, a la forme d'une pyramide quadrangulaire, ou d'un tronc de cône, on voit, aussi comme à Hayanges, notamment, beaucoup de hauts fourneaux de forme circulaire où la maçonnerie est supprimée en grande partie, et remplacée par un rang de colonnes en fonte qui soutiennent l'édifice.

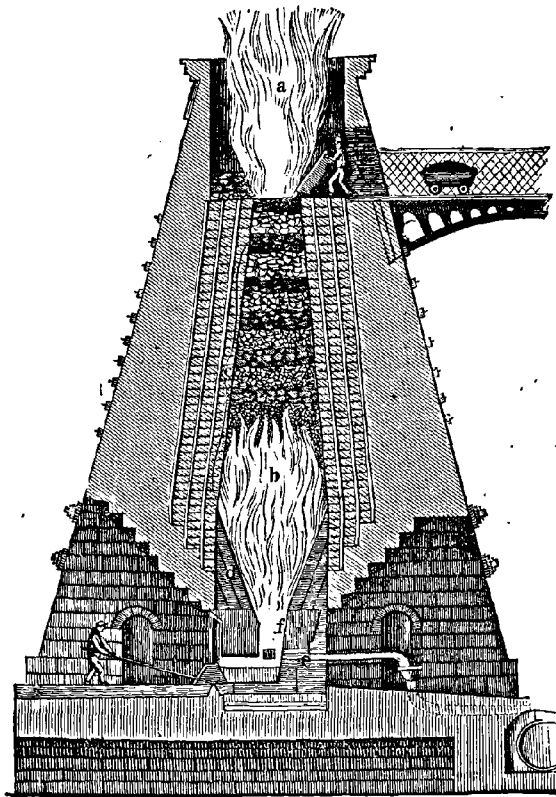
Ce système a d'ailleurs l'avantage de rendre les abords du fourneau plus faciles, et par conséquent le travail, dont nous allons suivre maintenant les opérations, en supposant un fourneau qui n'ait encore jamais servi, seule façon d'être clair, du reste ; car le travail n'arrête ni jour ni nuit, tant du moins que l'appareil est en état de fonctionner, à cause du temps qu'il faudrait

perdre pour réchauffer le fourneau si on le laissait refroidir.

On commence par la mise en feu, opération qui consiste à sécher parfaitement le fourneau et qui demande les plus grands soins : pour cela on allume des fagots dans la chambre qui précède la dame et on entretient pendant deux ou trois jours ce feu

qui, poussé par le tirage énergique qui s'établit par le gueulard, enlève peu à peu l'humidité que contient la construction.

Quelquefois, surtout pour les fours destinés au coke, on active la dessiccation en allumant du feu dans quatre cheminées pratiquées aux quatre coins de l'intérieur du massif.



Coupe d'un haut fourneau chargé.

Ensuite on place la dame, et l'on remplit de coke ou de charbon de bois d'abord le creuset, puis successivement l'ouvrage, les étalages et la cuve, de façon à finir par avoir du feu à la fois dans toutes les parties du haut fourneau.

Au bout de douze ou quinze jours la dessiccation est complète, alors, sans laisser diminuer le feu, on commence à charger le fourneau pour le travail, dans les proportions suivantes, adoptées presque par toutes les fonderies françaises :

300 kilogrammes de minerais, 110 kilogrammes de combustible et 80 de castine.

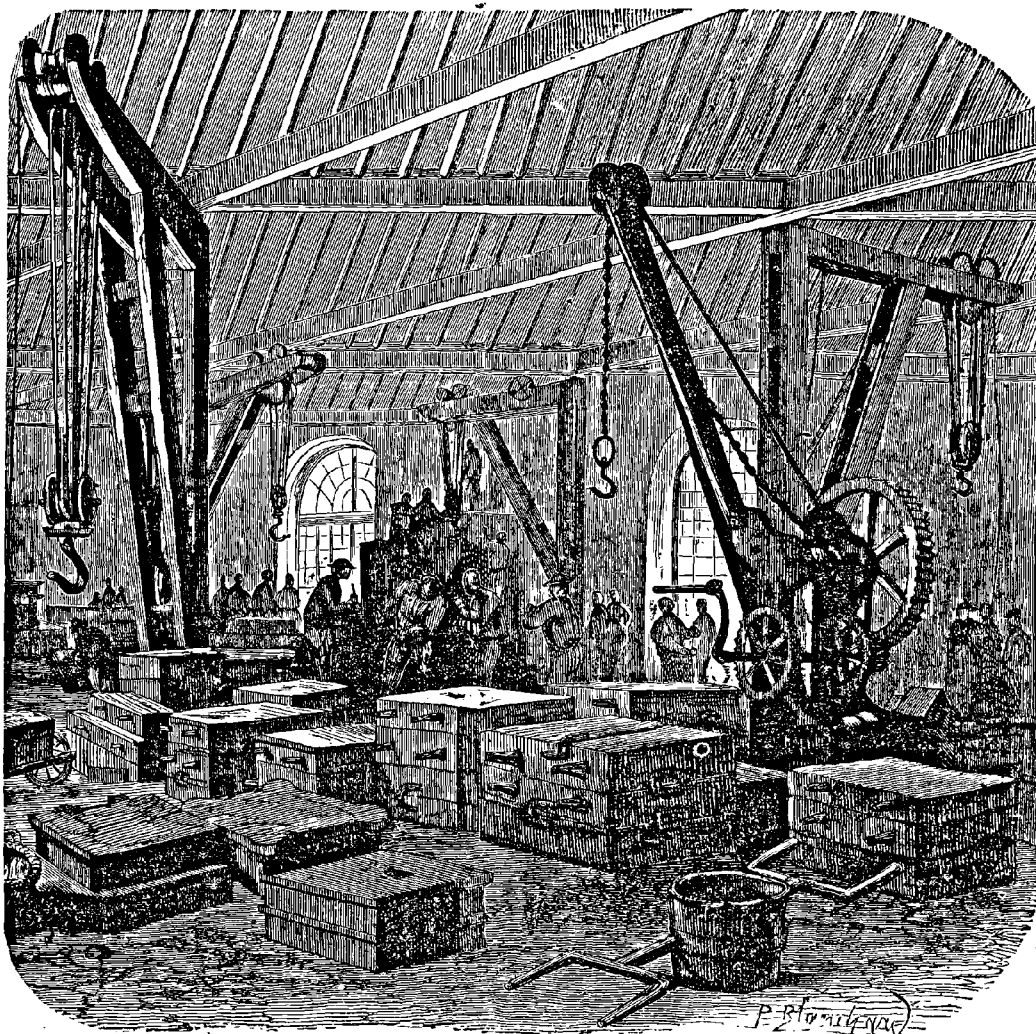
On verse le minerai d'abord, le fondant ensuite, puis le charbon, et ainsi de suite au fur et à mesure que le chargement s'affaisse, de façon à ce que la cuve soit toujours remplie.

Alors, au moyen des tuyères, on donne le vent nécessaire pour activer la combustion, et l'on prépare la dame qui doit recevoir les laitiers provenant de la fusion et dont l'examen est le critérium de l'opération.

Si les laitiers présentent une couleur violette persistante, on peut être assuré que la matière qui tombe dans le creuset est de la fonte grise boursue, s'ils sont vert-clair, ils annoncent de la belle fonte grise,

vert foncé, la fonte sera truitée, s'ils sont noirs la fonte sera blanche.

Mais au début de l'opération on peut, d'après ces symptômes, modifier le résultat à obtenir, soit en changeant les propor-



Atelier de fonderie.

tions de minerai et de castine soit en donnant plus ou moins de tirage.

Une fois le haut fourneau en marche, les charges de minerai et de combustible descendent régulièrement, se desséchant d'abord en traversant la partie supérieure de la cuve.

Un peu plus bas, le fondant se débarrasse

Liv. 78.

de son acide carbonique en même temps que le minerai perd son oxygène. En arrivant dans les étalages, la chaux contenue dans les gangues ou dans le minerai, se combine aux cendres du combustible et forme les silicates qui constitueront le laitier; et le fer, déjà en grande partie réduit, s'empare d'une certaine quantité

78

de carbone et passe à l'état de fonte.

Une fois dans l'ouvrage, ces matières déjà fortement échauffées se liquéfient et tombent, goutte à goutte, dans le creuset où elles se séparent naturellement selon les lois de la pesanteur, le métal restant au fond et le laitier surnageant pour s'écouler au dehors lorsqu'il atteint le niveau de la dame.

En somme, neuf hommes suffisent pour manœuvrer un haut fourneau; l'équipe comprend : quatre *chargeurs*, qui ont pour mission de remplir la cuve au fur et à mesure que la charge s'est affaissée; deux *gardeurs*, l'un pour veiller aux tuyères et l'autre à la tympe, pour empêcher surtout que la flamme ne touche l'ouvrage; un *arqueur* chargé de la distribution du charbon de bois; un *boqueur* qui s'occupe du déblayage des laitiers; et un *mouleur de gueuses*, qui prépare dans le sol de l'atelier, les rigoles par lesquelles la fonte, s'échappant du creuset, se rendra dans les moules pour s'y solidifier en lingots qu'on appelle *gueuses* s'ils sont assez volumineux, *gueusets* s'ils sont plus petits.

Opération qu'on appelle *coulée* et qui se renouvelle sitôt que le creuset est plein, c'est-à-dire à peu près toutes les douze heures.

Elle est du reste des plus simples, puisqu'il suffit de briser d'un coup de ringard le *tampon de coulée* qui ferme le creuset, pour que la fonte s'en échappe en ruisseau de feu et vienne se refroidir dans les sillons qui lui servent de moule.

Bien entendu ce procédé n'est pas exclusif, car en certains cas on coule la fonte en coquilles, c'est-à-dire dans une rigole en fer où on la refroidit brusquement avec de l'eau fraîche, ce qui la blanchit considérablement et permet de lui faire subir un affinage plus parfait.

Dans d'autres usines, où la fusion au coke ou à la houille n'a donné que des fontes plus ou moins sulfureuses, on les

coule dans des lingotières enduites de chaux, qui absorbe une grande partie du soufre qu'elles contiennent.

En tous cas, la première fusion ne donne que de la fonte, plus ou moins pure, qui a de nombreux emplois industriels sous le nom de fonte de moulage, mais qu'il faut refondre à nouveau si l'on veut la convertir en fer, c'est ce qu'on appelle l'affinage. Mais avant de nous en occuper il convient de dire quelques mots de l'innovation, qui se perfectionne d'ailleurs tous les jours, introduite à notre époque dans les usines à fer, c'est-à-dire l'utilisation des gaz perdus de la combustion des hauts fourneaux, pour les chauffer eux-mêmes où les appareils complémentaires.

EMPLOI DE L'AIR CHAUD

Dès 1814, le chimiste français Berthier, — constatant que les gaz qui sortent du gueulard d'un haut fourneau sont très combustibles, et qu'ils peuvent encore donner une chaleur deux fois plus considérable que celle qui a été employée à les produire — signalait l'importance qu'il y aurait à utiliser cette énorme chaleur perdue.

Mais ce n'est que depuis 1831 qu'on y fit sérieusement attention, car alors on avait reconnu qu'on faisait une notable économie de combustible en remplaçant la soufflerie à air froid par une soufflerie à air chaud. L'expérience démontrant que cette économie pouvait être de 15 pour cent, pour les fourneaux au charbon de bois, et de 30 à 40 pour ceux au coke, ou à la houille; on se mit à construire des appareils pour chauffer l'air, sans penser d'abord, du moins pour les fourneaux à coke, à utiliser les gaz perdus par le gueulard.

Ces premiers appareils consistaient en tuyaux de fonte, emboîtés les uns dans les autres et placés dans une enveloppe en briques où circulait la flamme, mais comme les joints de ces tuyaux ne résistaient pas aux brusques changements de température,

on les remplaça, comme dans le système Wasseralfingen, par des tubes coudés ou repliés en serpentins ou, comme dans le système Calder, par une série de siphons dont les extrémités aboutissaient à deux caisses, l'une recevant l'air frais, l'autre laissant échapper l'air qui se chauffait dans les siphons au contact de la flamme.

Vint ensuite l'appareil Cabrol, fort ingénieux et économique du reste, et qui s'emploie encore accidentellement dans les hauts fourneaux où l'on ne travaille ordinairement qu'à l'air froid, bien qu'il soit impossible de régler la température; puis l'appareil Siemens Cowper dont nous avons déjà parlé.

Mais nous passons brièvement sur tous ces systèmes pour arriver à ceux qui utilisent la chaleur perdue du haut fourneau.

Il n'y en a en somme que de deux sortes : ceux qui sont placés au niveau du gueulard, pour utiliser directement les flammes qui en sortent et ceux qui sont placés sur le sol de l'usine et qui sont alimentés par une prise de gaz faite au fourneau.

Le premier, dont nous donnons une coupe verticale, est une espèce de caisse, fixée en A sur le gueulard du haut fourneau et renfermant un serpentín horizontal dont les coudes sont soigneusement soudés.

L'air frais arrive de la soufflerie par un des tuyaux inférieurs, s'échauffe dans le serpentín, par l'effet des gaz empruntés au gueulard par l'ouverture B, qui viennent se brûler sur la sole D, et s'échappent ensuite par la cheminée C munie d'une espèce de soupape servant de registre.

L'air, chauffé au degré convenable, est chassé tout naturellement dans un tuyau qui le conduit aux tuyères.

Par le second système, préférable à tous égards, et surtout parce qu'on manque toujours de place à l'orifice du fourneau, on fait, au gueulard, une prise de gaz chauds qui servent en même temps à d'autres usages, soit à griller les minerais,

soit à chauffer les chaudières à vapeur qui fournissent la force motrice de l'usine.

La quantité nécessaire captée, on la dirige par un tuyau courbé qui entre sous l'appareil, de même que le tuyau d'un ventilateur destiné à brûler les gaz et à en faire la distribution dans la capacité, qui contient un serpentín, le plus souvent vertical, dans lequel l'air froid, arrivant du dehors, se réchauffe comme dans le système précédent pour se rendre ensuite à la tuyère.

C'est certainement ce qu'il y a de plus simple, et c'est pourquoi nous ne citerons pas quelques variantes à ce procédé par lesquelles on brûle les gaz empruntés au gueulard, au moyen d'un courant d'air forcé provenant d'un four à réverbère.

AFFINAGE DE LA FONTE

Cette opération (la fabrication du fer) qui, a pour objet de débarrasser la fonte des deux ou trois pour cent de carbone, et des quantités à peu près équivalentes de silicium, de soufre ou de phosphore qu'elle contient encore, se fait dans des fours où elle est en contact avec l'air.

Théoriquement, le carbone en se combinant avec l'oxygène produit un acide carbonique qui se dégage, le soufre et le phosphore forment aussi des composés gazeux qui s'évaporent; tandis que le silicium donne naissance à un silicate fusible, qui se sépare à l'état de laitiers.

Il ne reste donc que du fer; il faut remarquer cependant que, lorsque le soufre et le phosphore existent en proportions minimales dans la fonte, on ne les en sépare que très difficilement, et l'on ne produit que du fer d'une qualité inférieure.

L'affinage se fait de différentes façons qu'on peut classer en deux catégories : l'affinage au charbon de bois qu'on appelle aussi au bas foyer, et le puddlage qu'on appelle aussi affinage à la houille ou par la méthode anglaise.

AFFINAGE AU BAS-FOYER

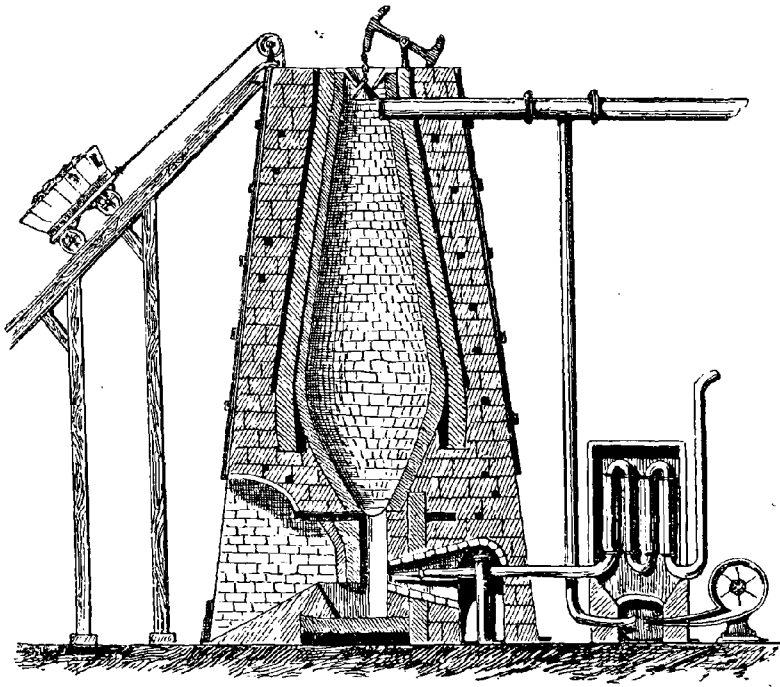
La première catégorie comprend six procédés différents qui disparaissent peu à peu devant le puddlage, mais qu'il faut cependant indiquer ; ce sont les méthodes appelées : comtoise, champenoise, bourguignonne, allemande et wallonne, mais elles ne diffèrent entre elles que par les détails de l'opération et quelquefois par la forme des instruments de cinglage.

Dans tous les procédés, le fourneau est le même.

C'est un petit foyer appelé feu d'affinage qui ressemble beaucoup à un foyer ordinaire, sinon qu'il est muni d'un creuset, large de 60 centimètres et profond de 23, formé de solides plaques de fonte revêtues d'argile réfractaire.

Pour activer la combustion, il est muni d'une ou deux tuyères, alimentées le plus souvent par des soufflets, mais quelquefois par des machines hydrauliques ou à vapeur.

Les cinq plaques qui composent le creu-



Haut fourneau avec prise d'air chaud.

set, ont chacune leur nom particulier :

Celle du fond est, comme dans tous les fours, la *sole*, celle qui supporte la tuyère est la *warme*, celle qui lui est opposée, le *contrevent*, celle qui est percée de deux trous pour laisser écouler les scories, la *lâiterol*, et la dernière *rustine*.

On commence par remplir le creuset de charbon aigri, et quand il ne forme plus qu'un brasier par l'effet des tuyères, on

fait, au moyen de rouleaux, avancer dessus la fonte, en gueuse, qui ne tarde pas à entrer en fusion et tombe au fond du creuset en gouttelettes, qui s'oxydent en passant à travers le vent des tuyères.

L'oxygène ainsi produit, se combine au carbone de la fonte et produit de l'oxyde de carbone.

La même réaction s'opère sur le silicium et le phosphore, qui se convertissent en sili-

cate de fer, de chaux, mélangés de phosphates et tombent liquides dans le creuset, mais sans s'incorporer d'une façon intime avec le métal en fusion, qui est déjà notablement purifié.

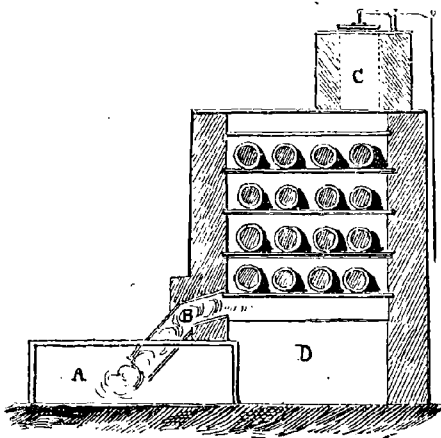
Lorsque le creuset est plein, on procède au *désornage*, qui est la première des deux opérations qui constituent l'affinage proprement dit.

Elle consiste à détacher les scories, qu'on appelle *sornes* du fond ou des angles du creuset, et à les placer à la surface du bain et quand elles surnagent, on complète la décarburation de la fonte, en soulevant la matière en fusion, au moyen de ringards et en la présentant sous toutes ses faces au

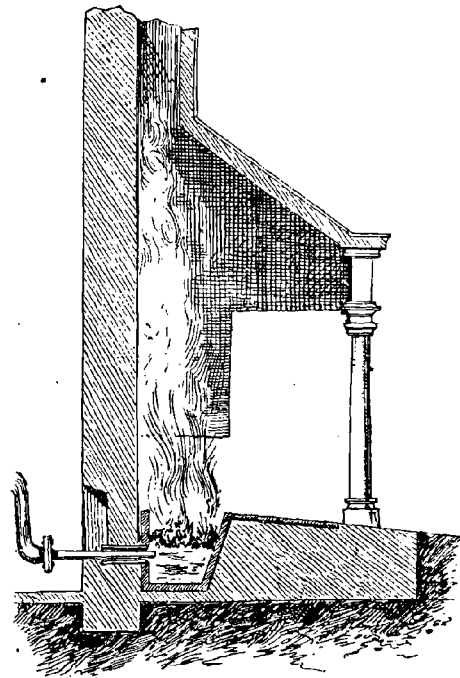
vent des tuyères activé en conséquence, et qui continue l'opération commencée précédemment; la même cause ayant naturellement le même effet.

A mesure que le métal se purifie, il devient du fer, qui, moins fusible que les scories, s'isole par grumeaux spongieux qui nagent au milieu d'elles.

La seconde opération consiste à réunir en un tout homogène tous les grumeaux de



Appareil à air chaud.



Feu d'affinage.

fer, de façon à en former une masse qui prend le nom de *loupe* ou renard, c'est ce qu'on appelle *avalier la loupe*.

L'ouvrier, chargé de cette besogne, enlève la masse avec une forte pince et l'entraîne sur une épaisse plaque de fer, disposée dans l'atelier, où elle est martelée encore incandescente, à coups de marteaux, pour la purger de toutes les scories fluides qu'elle renferme encore.

Les scories sortent, mais pas entièrement et c'est pour cela que la loupe, réchauffée dans un four spécial, est soumise à un nou-

veau martelage, qu'on appelle *cinglage*, sous un marteau mécanique dont la forme diffère selon les localités.

Ainsi, dans l'ancienne méthode Comtoise ce martinet, dont le poids variait entre 50 et 250 kilogrammes, était à bascule, et mû tout simplement par une roue à cames.

Dans la méthode allemande, c'était à peu près le même système sauf quelques détails dans la monture de l'instrument.

En Silésie, pourtant, on se servait et l'on se sert même encore, d'un marteau à souèvement avec cordon en fonte, que notre

gravure fera suffisamment comprendre.

Il va sans dire qu'on emploie aussi, et presque toujours, maintenant, le marteau pilon qui s'est répandu dans toutes les usines avec une rapidité qu'expliquent bien les incomparables avantages qu'il offre.

Cet instrument, si puissant, si docile et si facile à manœuvrer, a été inventé par un Français, l'ingénieur François Bourdon, et l'on s'en est servi pour la première fois au Creuzot, en 1842.

Son mécanisme est des plus simples.

Un bloc de fonte, qu'on appelle indifféremment mouton ou pilon, est suspendu à une tige verticale qui se termine par le piston d'un cylindre à vapeur, il suffit donc de manœuvrer convenablement le tiroir du cylindre, à l'aide d'un levier à main pour que la vapeur, qui arrive du générateur par un tuyau de communication, passe sous le piston qui se soulève et entraîne avec lui le mouton.

Celui-ci est-il assez haut, on agit en sens inverse sur le levier, et la vapeur n'entrant plus dans le cylindre et s'échappant au contraire par la cheminée qui termine le cylindre, le mouton tombe de tout son poids sur la loupe ou la pièce à forger, placée sur l'enclume.

La répétition de cette manœuvre, qui peut du reste se faire mécaniquement, donne autant de coups qu'il est nécessaire et réglés comme on veut, puisque le mouton, guidé par des plaques fixées sur le bâti, ou par des rainures pratiquées dedans, peut être monté plus ou moins haut et par conséquent redescendre avec un effet plus ou moins grand, sans compter qu'on peut encore l'arrêter en route, si l'ouvrier veut, sans interrompre tout à fait son travail, le suspendre un moment pour vérifier les dimensions de la pièce qu'il façonne.

Tel est le principe du marteau à vapeur qui, comme on le pense bien, a subi de nombreuses modifications de détail, selon les usages spéciaux auxquels on le destine.

La loupe, bien battue, bien corroyée (c'est l'expression propre) se trouve débarrassée de toutes les matières vitreuses, il ne reste plus qu'à la diviser en quatre ou cinq morceaux qu'on appelle *lopins* et qu'on réduit en barres pour les livrer au commerce.

Quelquefois même on fabrique directement les fers, de l'échantillon demandé, en les passant immédiatement aux laminoirs, cela peut même éviter, en certains cas, le corroyage de la loupe sous les marteaux pilons, mais ceci n'appartient plus à la métallurgie proprement dite, c'est du travail des métaux.

AFFINAGE A LA HOUILLE

L'affinage à la houille a été appelé longtemps méthode anglaise, parce qu'elle a pris naissance en Angleterre, où le combustible minéral a toujours été à bas prix, et le charbon de bois très cher.

Elle est maintenant employée à peu près partout, à cause de la grande économie qu'elle permet de réaliser, sous le nom de *puddlage*. Le puddlage n'est pourtant qu'une partie de l'opération ; car lorsqu'on traite des fontes impures, et c'est presque toujours le cas, il faut commencer d'abord par le *finage*.

Le finage, qu'on appelle aussi *mazéage*, a pour but non seulement de blanchir la fonte, mais de lui enlever la plus grande partie du silicium ou du phosphore qu'elle peut contenir.

Il peut se faire, dans les hauts fourneaux même, dans des fours spéciaux qu'on appelle *feux de finerie*, ou dans des fours à réverbères.

Dans les hauts fourneaux on gagne beaucoup de temps, mais il faut pour que leur emploi soit possible, qu'ils soient très petits comme dans l'Eiffel, où l'on *fine* en soumettant, pendant une couple d'heures avant la coulée, la fonte réunie dans le creuset, à un jeu très actif des tuyères, qui sont

mobiles à cet effet, pour pouvoir être dirigées vers le fond du creuset.

Dans les fours à réverbères, il faut que ceux-ci soient disposés de façon à ce qu'on puisse y faire arriver la fonte encore liquide surtout du haut fourneau ; alors on dispose les tuyères, avec une inclinaison considérable, de manière à ce que leur vent imprime constamment au bain un mouvement giratoire assez prononcé.

Le système donne peu de déchets, mais il n'est pas toujours applicable, et quand on opère sur des gueuses, il faut avoir recours au *feu de finerie*, qui est d'ailleurs la vraie méthode anglaise.

Le feu de finerie est un four spécial, dont le creuset est en fonte comme dans le système au charbon de bois, avec cette différence que derrière trois des plaques de fonte, revêtues intérieurement d'argile, passe un courant d'eau froide pour empêcher la fusion trop complète, la quatrième plaque qui est au-devant du creuset, porte à sa partie inférieure une ouverture pour faire la coulée.

Devant le creuset, dont la sole est en briques réfractaires recouvertes d'une couche de sable très pur, se trouve une lingotière en fonte, revêtue intérieurement de terre grasse, dans laquelle on fait écouler le *fine métal*.

Six tuyères, rafraîchies par un courant d'eau, sont disposées autour du creuset, pour lancer continuellement l'air à la surface du bain.

L'opération est des plus simples, après avoir rempli le creuset de coke incandescent jusqu'au-dessus des tuyères, on pose dessus 1,000 à 1,500 kilogrammes de fonte et l'on élève la température jusqu'à ce que le métal soit devenu très liquide.

Alors on fait écouler une partie des scories, si on le juge nécessaire, car une fois le trou de coulée percé, elles ne sortent du creuset qu'en dernier lieu, puisqu'elles se tiennent à la surface et que la fonte

purifiée coule d'abord pour se solidifier dans la lingotière.

Quand les premières scories arrivent, on jette quelques seaux d'eau dans la lingotière, c'est ce qu'on appelle étonner les scories, en effet, elles se séparent et on peut les écumer très facilement.

Cependant l'action de l'eau hâte le refroidissement du *fine métal*, qui une fois solidifié est traîné dans un bassin rempli d'eau où on le casse en fragments qui passeront ensuite au puddlage, car si dans cet état la fonte a perdu tout le soufre et le phosphore, et la plus grande partie du silicium qu'elle contenait ; elle possède encore au moins la moitié de son carbone.

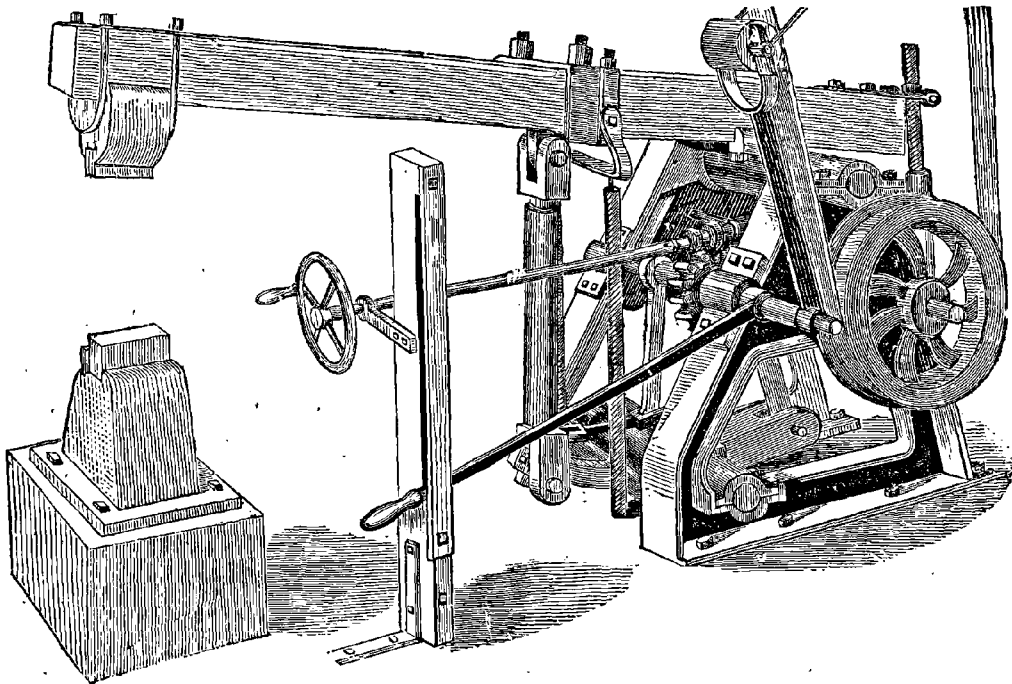
Le puddlage, consiste à mettre en fusion sur la sole d'un four à réverbère, la fonte qui doit se convertir en fer en perdant tout son carbone.

Il y a, sans indiquer les fours à gaz, dont nous avons déjà parlé, et qui sont applicables à tous usages, plusieurs sortes de fours à puddler ; fours pleins, fours à air et fours rotatifs, il est vrai qu'il n'y aura bientôt plus que de ces derniers, à cause des grands avantages qu'ils présentent en faisant mécaniquement une besogne excessivement pénible, le brassage continu de la fonte sur la sole du four.

Nous avons déjà parlé, dans cet ouvrage, de ces fourneaux qui ont pris le nom de leur inventeur M. Pernot, mais plutôt que d'y renvoyer le lecteur nous préférons répéter ici les quelques lignes qui nous suffisent pour le décrire.

Il comprend une partie fixe (la chauffe, activée par un ventilateur à air chaud et la voûte du laboratoire), et une partie mobile (la sole et son support).

Ce support est une plaque de tôle sous laquelle est fixé un mécanisme qui lui permet de se mouvoir autour d'un axe incliné, et la sole se trouve être une cuve circulaire dont le fond se forme à chaud, lorsque l'appareil entre en mouvement, d'une

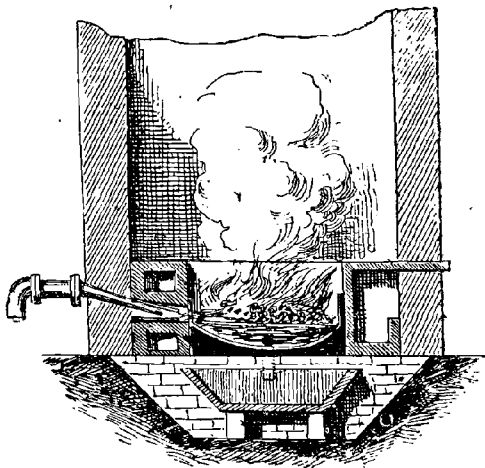


Marteau à soulèvement (Méthode silésienne).

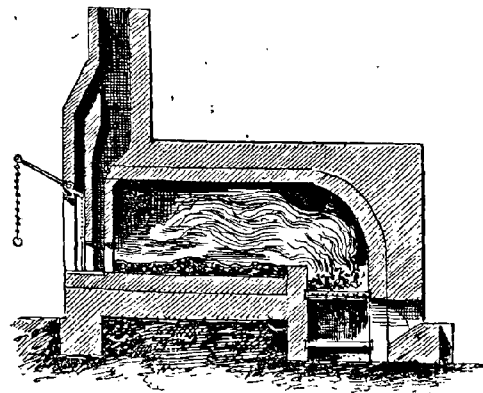
couche de minerai concassé, mélangée avec des scories du cinglage.

Lorsque sa surface est suffisamment rég-

lière, on jette dessus la fonte à transformer, dont la rotation repartit la charge, qui ne dépasse guère 200 kilogrammes.



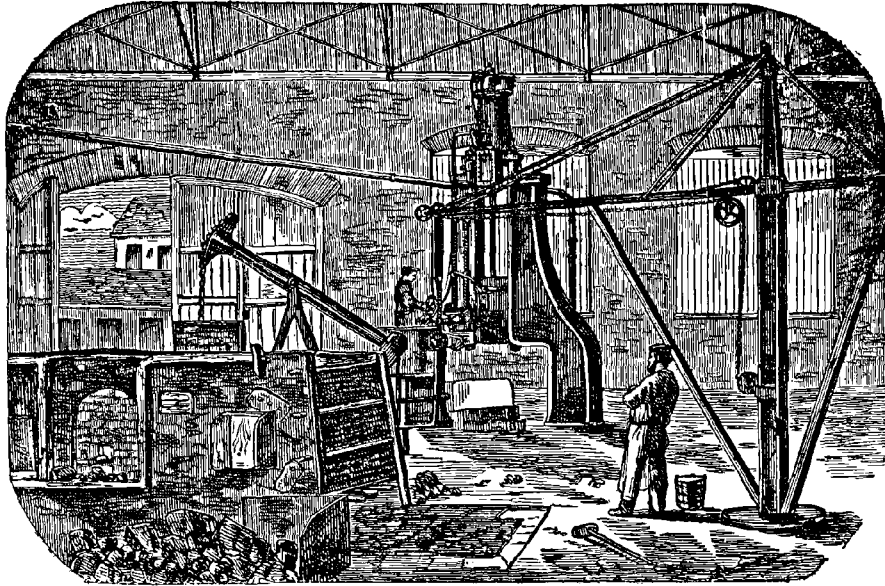
Feu de finerie (Méthode anglaise).



Four à réchauffer.

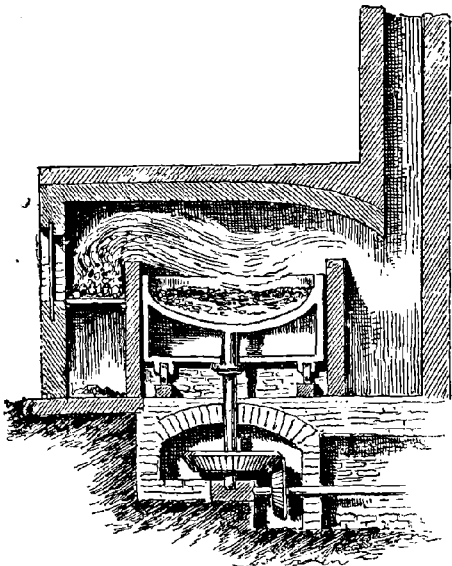
Au fur et à mesure que la fonte rougit, on la retourne sur la sole en la brassant pour faire évaporer complètement le carbone

qu'elle contient, mais grâce au mouvement de rotation et à l'inclinaison calculée de la sole, l'ouvrier n'a plus besoin de faire, et



Marteau-pilon .

souvent pendant plus d'une heure, ce fatigant mouvement de va et vient, auquel il était condamné avec le four d'ancien système.

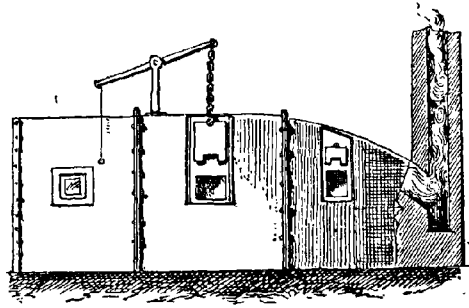


Four rotatif à puddler.

fonte, en produisant de l'oxyde de carbone qui brûle avec une flamme bleue.

Liv. 79.

Il se contente de poser son ringard sur le fond de la sole, et de l'appuyer contre l'ouvreau de la porte de travail, en l'inclinant sur le rayon de la cuve, et le brassage s'opère tout seul, d'autant qu'on a eu soin de charger avec la fonte environ 50 kilogrammes de *battitures* (nom qu'on donne aux petits éclats d'oxyde noir qui se détachent du fer quand on le bat sous le marteau) qui accélèrent l'opération, car leur oxygène enlève peu à peu le carbone de la



Four à puddler à parois pleines.

En même temps le silicium reste dans la fonte, se combine avec l'oxyde de fer qui se

79

produit dans le four et forme des scories liquides, dont le fer pur se sépare facilement en fragments pulvérents.

Le même travail se fait avec les fours fixes, mais manuellement et d'une façon beaucoup plus fatigante; il y a du reste des variantes, notamment le puddlage à l'eau qui est le plus ancien, et le puddlage par bouillonnement.

Le puddlage à l'eau se fait dans une sorte de four à réverbère, qui ne se distingue du four à puddler, à air, que parce que ses parois sont pleines.

La sole est inclinée pour faciliter l'écoulement des scories, et munie en dessous d'un conduit pour le passage d'un courant d'eau.

Deux portes y donnent accès : l'une pour l'entrée et la sortie des matières; l'autre, qu'on appelle porte de travail, par où l'on brasse le métal, sans ouvrir cette porte qui est percée, à cet effet, d'un jour suffisant pour laisser passer un ringard.

Le fourneau étant chauffé au blanc, on charge la sole de fonte, sans addition de battitures et dès qu'elle commence à rougir, on la remue fréquemment en frappant dessus pour la briser en menus fragments.

Quand elle est en cet état et prête à entrer en fusion, on jette dessus, soit de l'eau pure, soit de l'eau additionnée de limaille de fer, et l'on continue en brassant incessamment jusqu'à ce que le fer ait pris nature.

Dans le puddlage par bouillonnement, qui se fait dans un four à air, la sole est chargée de fonte avec 25 ou 50 pour cent de battitures, selon les usines; on lute, aussi hermétiquement que possible, les portes du fourneau et le brassage ne commence que lorsque le métal est en pleine fusion.

Alors le bouillonnement se produit à tel point que le four, qui, au moment de la charge, paraissait presque vide, se remplit jusqu'au-dessus de la porte de travail et que les scories s'écoulent naturellement, mais

au fur et à mesure que l'opération avance, par l'effet non interrompu du brassage au ringard, le bouillonnement diminue, les scories s'affaissent et le fer affiné prend nature.

Dans l'un ou l'autre des systèmes, lorsqu'on en est là, on procède au *ballage*, c'est-à-dire à la formation des blocs, qu'on appelle *balles* ou *loupes*, et qui n'ont plus à subir que le cinglage.

Pour cela, l'ouvrier prend un ringard spécial qu'il appelle *rabot* et avec lequel il pousse, le long de l'un ou l'autre des bords de la sole, des portions de métal, qu'il agglomère et qu'il retourne sur la sole, pour présenter toutes ses parties au courant d'air donné par la soufflerie.

Les balles une fois faites, on les porte sous les marteaux pilons, qui doivent les débarrasser des scories qu'elles contiennent encore.

Les loupes refroidies sont des lingots de fer, mais le fer puddlé ne présente pas les qualités du fer affiné au petit foyer.

S'il a plus de dureté, ce qui le rend très propre à la fabrication des rails de chemin de fer, il est généralement mal soudé, fissuré, et, pour les autres usages, il faut améliorer sa qualité et surtout augmenter sa malléabilité.

Pour cela on le martelle une seconde et même une troisième fois, quand on ne le corroye pas immédiatement sous les cylindres dégrossisseurs d'un laminoir.

Mais avant, il faut le faire réchauffer dans des fours spéciaux, où on le porte à la température du blanc soudant.

Le four à réchauffer est en somme un four à réverbère, mais disposé d'une façon particulière : ainsi il n'a que deux portes, l'une sur le devant pour l'introduction du combustible, et l'autre sur le derrière, pratiquée au-dessous de la cheminée, et se soulevant à l'aide d'un levier, pour l'entrée et la sortie du métal, qu'on y introduit soit en barres, réunies en paquets qu'on appelle

trousses; s'il doit de là passer sous le laminoir pour subir un corroyage plus parfait; soit en loupes, s'il doit simplement être martellé à nouveau.

Les Anglais ont, pour le travail, une machine, qu'il ne faut pas comparer au marteau à vapeur, mais qui remplace avantageusement les *presses à macquer*, dont ils se servaient autrefois pour le cinglage des loupes, sous le nom de *squeezers*.

Le *squeezer* est une espèce de presse à bascule, mise en mouvement de différentes façons, mais le plus souvent, comme celle que représente notre dessin par le piston d'un cylindre à vapeur, faisant corps avec la machine.

Il se compose de deux énormes mâchoires dont l'une est fixe sur la fondation et l'autre peut s'en rapprocher alternativement par le jeu du piston, de manière à comprimer fortement les loupes de métal placées entre elles deux.

Quant à la machine nouvelle, dont nous donnons deux dessins pour la faire mieux comprendre; elle est actionnée par un arbre vertical, en communication par un engrenage de forme spéciale, avec l'arbre moteur, placé horizontalement.

Cet arbre G, mobile dans une douille en fonte, fixée à une plaque solidement boulonnée sur la fondation, communique son mouvement de rotation : 1° à un tambour A, formé d'une seule pièce de fonte et muni de dents qui accrochent la loupe, pour la comprimer contre les volutes BB, armées intérieurement de dents, et fixées extérieurement à des colonnes CC, qui empêchent leur écartement; 2° à un comprimeur D, qui ne fait du reste qu'un corps avec le tambour lorsque la machine est en mouvement, son action étant de maintenir la loupe, et, pour cela, il est mobile sur l'axe vertical; de façon à se soulever quand la loupe est plus grande que le tambour, et à descendre dessus, en vertu de son propre poids, quand elle est plus petite.

Le fonctionnement de cet appareil est très simple et s'explique facilement : la loupe, présentée en E, est entraînée par le mouvement du tambour et pressée entre les dents qui se rapprochent de plus en plus comme une espèce de laminoir — sort en F, au bout de quelques secondes, réduite aux dimensions qu'elle doit avoir pour passer aux laminoirs.

Nous ne décrivons point ici ces appareils, que nous retrouverons très prochainement dans cet ouvrage; ce serait sortir du cadre de ce chapitre qui ne doit traiter que de la production du fer brut, et si nous l'allongeons pour dire quelques mots sur l'acier, qui n'est en somme que du fer travaillé, c'est qu'il se produit aussi naturellement.

L'ACIER

L'acier, dérivé du fer comme la fonte, qui en est du reste la matière première, mais s'emploie beaucoup à l'état de nature — s'obtient le plus souvent par le traitement du fer, mais il se produit aussi directement.

On le distingue en acier naturel, acier cémenté, acier fondu, acier puddlé et acier Bessemer.

Il y a bien aussi l'acier damassé, l'acier Martin, l'acier Uchatins, mais ce ne sont en somme que des alliages et à ce titre, on pourrait aussi donner à certain acier fondu, le nom d'acier Krupp.

Nous ne nous occuperons ici que de l'acier naturel, le seul qui appartienne à la métallurgie proprement dite; ayant d'ailleurs donné des détails sur tous les autres dans la première partie de ce volume, lorsqu'il s'est agi de la fabrication des canons.

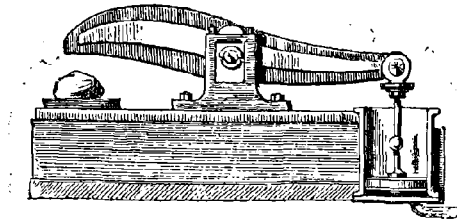
Les aciers naturels, qu'on appelle aussi aciers de forge, se produisent de différentes façons.

En Styrie, dans la Carinthie, la Thuringe et la Westphalie on les obtient par

l'affinage de fontes blanches miroitantes ou de fontes blanches grenues, produites au charbon de bois, naturellement.

L'opération se fait dans des fours analogues à ceux qui servent à affiner le fer,

mais non de la même façon. Ainsi, les fontes n'y sont pas mises en fusion, mais amenées seulement à l'état pâteux; dans lequel on les soumet, sans leur faire subir aucun brassage, ni même le moindre



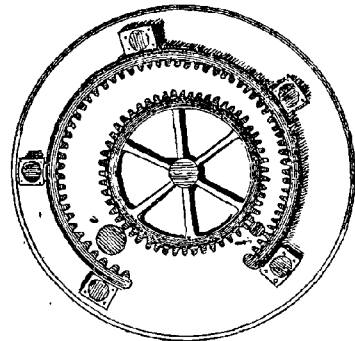
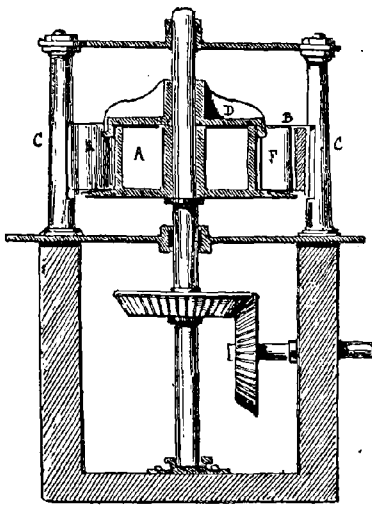
Presse à macquer.

dérangement, à l'action d'une soufflerie.

Au bout de sept ou huit heures on retire du four une loupe ou gâteau d'acier brut, que l'on divise en cinq ou six morceaux, après quoi, on les étire en barres carrées à l'aide d'un gros marteau, dont la forme est particulière et qu'on appelle marteau frontal.

C'est à peu près le système des martinets à bascule, mus par un arbre à cames qui soulève l'instrument par son extrémité qu'on appelle *front*, seulement la panne du marteau, qui pèse depuis 2,000 jusqu'à 6,000 kilogrammes est disposée autrement.

Elle comprend trois parties distinctes, la première sert à cingler les loupes, la



Machine anglaise à cingler les loupes. — Élévation et plan du tambour.

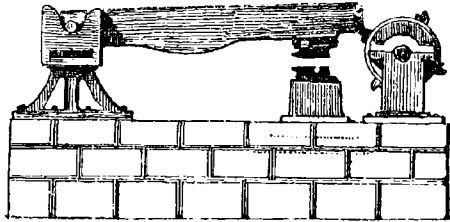
seconde à rassembler et à parer le métal, et la troisième est spéciale à l'étirage.

Naturellement la table de l'enclume est composée de parties exactement semblables et disposées symétriquement.

L'acier en barres n'étant pas d'une pureté suffisante, on le réchauffe, puis on l'aplatit sous un marteau pilon, quelquefois même sous un laminoir; ce qui donne des rubans qu'on appelle languettes, que l'on trempe et

qu'on casse ensuite en petits fragments pour les trier selon qualités et les réunir ensuite en troupes de 25 à 30 kilogrammes, que l'on corroye pour en faire des barres propres à être livrées à l'industrie.

Dans les forges catalanes, l'acier naturel qui porte le nom de fer *cédat*; s'obtient directement par le traitement au fourneau, de minerais choisis pour contenir plus ou moins de manganèse, de façon à favoriser la carbu-



Marteau frontal.

ration du fer, en employant une forte proportion de charbon de bois très dense, et en faisant constamment écouler les scories, et ensuite à arrêter la décarburation du métal en diminuant l'intensité du vent, au furet à mesure que l'opération touche à sa fin.

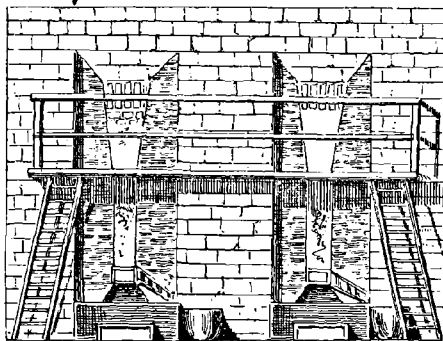
La loupe d'acier est ensuite travaillée, à peu près comme en Styrie, sauf les instruments.

Mais ces procédés sont très coûteux, et partant peu employés, aussi sur plus d'un

million de tonnes d'acier fabriquées année commune, il n'y a pas la centième partie d'acier naturel.

Quant à la production générale du fer, elle est assez difficile à évaluer, aujourd'hui du moins, car elle augmente d'année en année.

En 1874, on estimait à 40 millions de tonnes le poids des minerais extraits et la production à 25 millions de tonnes dont 15 de fonte, 10 de fer et d'acier.



Demi hauts fourneaux accolés. (Méthode du Hartz.)

L'Angleterre figurait dans ce chiffre pour 15 millions de tonnes, les États-Unis pour 4 millions et l'Allemagne pour 3.

La France, qui venait après, ne comptait que 2,392,000 tonnes, mais sa production

en acier était bien au-dessus de la proportion; puisqu'elle se montait à 221,684 tonnes.

Donc, si notre pays ne fournit pas la dixième partie du fer employé par l'indus-

trie universelle, il fournit plus de la cinquième partie de l'acier.

MÉTALLURGIE DU PLOMB

Plus des 99 centièmes, autant dire tout le plomb livré au commerce, s'extrait de la galène, le plus souvent argentifère comme nous l'avons vu déjà, et accompagnée de gangues qui sont du quartz, du spath fluor, ou du sulfate de baryte.

Les minerais, d'abord traités mécaniquement par les moyens ordinaires, sont triés en deux catégories; minerais riches qu'on peut réduire immédiatement, et minerais pauvres qu'il faut enrichir le plus possible par le bocardage, le criblage et le lavage, opérations déjà décrites et que nous ne rappelons ici que pour indiquer une variante dans les procédés.

Au Bleiberg on bocarde dans une espèce d'auge rectangulaire où coule un courant d'eau continu, qui décrasse très bien le minerai, ce qui évite le débouillage au patouillet, mais n'empêche point les lavages subséquents, qui ont pour but la séparation des gangues.

Le traitement chimique se fait de beaucoup de manières, chaque pays ayant pour ainsi dire sa méthode spéciale, mais on peut les diviser en trois classes.

Réduction par le charbon, réduction par le fer et réduction par réaction.

RÉDUCTION PAR LE CHARBON

Ce procédé qui doit être le plus ancien de tous, parce qu'il convient aux minerais assez pauvres, comprend deux méthodes: la méthode du Hartz et la méthode écossaise, qui diffèrent par certains détails, mais se résument en ceci:

Griller le minerai au contact de l'air, le plus complètement possible, pour oxyder le plomb, et en chasser le soufre.

Le résidu obtenu est un mélange d'oxyde et de sulfate de plomb. On y ajoute une

certaine quantité de charbon de bois et on le traite dans un fourneau à manche.

La chaleur de ce four, vigoureusement activée par une tuyère, fait réduire l'oxyde de plomb en plomb métallique, qui coule dans un bassin de réception, et fait passer le sulfate à l'état de sulfure dans des *mattes* que l'on soumet à nouveau à toutes les opérations précédentes.

Dans la méthode du Hartz, les minerais sont grillés en tas, en cases et à plusieurs feux, et la réduction a lieu dans des demi-hauts fourneaux dont les dimensions sont variables mais qui sont toujours accolés par deux et disposés, comme on le voit par notre dessin, avec une plate-forme commune, qui sert à charger le minerai.

Le vent est généralement fourni pour chaque fourneau, par deux soufflets pyramidaux placés l'un au-dessus de l'autre, de façon à former une double tuyère; mais tout autre moyen de ventilation est aussi bon.

La sole est composée de deux rangs de briques, dans lesquels sont ménagés des tuyaux d'assèchement, puis d'une couche de scories concassées, d'une couche d'argile damée et enfin de brasque (mélange de poussier de charbon avec un tiers d'argile).

Presque toujours les scories s'écoulent naturellement par-dessus l'un des côtés de l'avant-creuset; quant au plomb il arrive dans un bassin de réception disposé en dehors et tout à côté du fourneau.

Dans la méthode écossaise, employée surtout dans le Cumberland pour les minerais ayant une teneur de 75 à 80 centièmes de plomb, le minerai est grillé dans un four à réverbère ordinaire, et l'on fait couler le schlich dans un bac plein d'eau où il se réduit en grenailles.

Ces grenailles sont ensuite réduites dans un four à manche qui porte le nom de fourneau écossais, et qui diffère surtout des

autres en ce qu'il n'a pas de creuset et que le plomb fondu coule de sur la sole — par une rigole pratiquée dans la plaque de travail, placée sur un plan incliné en avant de la sole — dans un bassin de réception.

Le plomb, est ensuite séparé des crasses par liquation, mais les crasses peuvent se traiter dans le fourneau écossais, les crasses riches du moins, car lorsqu'elles sont devenues trop pauvres on les grille à nouveau pour en extraire le peu de plomb qu'elles contiennent encore, dans un fourneau à manche spécial, dont notre dessin représente une coupe.

La sole en est formée d'une plaque de fonte, inclinée vers le bassin de réception; lequel est placé en dehors, à côté d'un avant creuset, suivi d'un bac plein d'eau froide constamment renouvelée.

Au-dessus de la plaque de sole on bat un faux creuset en brasque et l'on commence le feu, activé par une forte tuyère placée à 45 centimètres au-dessus de la sole.

Le plomb, au fur et à mesure qu'il fond, se rend de l'avant-creuset dans le bassin de réception (chaudière sous laquelle on entretient un peu de feu) tandis que les scories continuent à couler sur l'avant-creuset, pour venir tomber dans le bassin plein d'eau froide, où elles se grenailent.

Le lavage fera sortir les parties stériles de ces grenailles, que l'on repasse ensuite dans le fourneau.

RÉDUCTION PAR LE FER

La réduction par le fer consiste à fondre le minerai avec 30 à 35 pour cent de fonte ou de fer en grenailles, que l'on incorpore dans la masse en fusion, en brassant avec des ringards.

Le fer, en raison de son affinité supérieure, s'empare de tout le soufre et le résidu est du plomb métallique et du sulfure de fer, qui s'écoulent ensemble dans un premier bassin de réception; où on les sépare facilement par la décantation, le sulfate de

fer surnageant toujours sur la masse en fusion.

Ce procédé, qui convient surtout aux minerais très siliceux et qui donne des résultats bien supérieurs à tous les autres, tant sous le rapport du rendement en plomb que de l'économie du combustible, a deux variantes assez distinctes : la méthode silésienne et la méthode viennoise.

Par la méthode silésienne, employée à Tarnowitz, le minerai, très riche d'ailleurs, est traité dans des fourneaux à manche, avec 12 pour cent de vieilles ferrailles, 12 pour cent de scories d'affinage de fonte et 36 pour cent de scories de fonte.

Ce système produit 66 pour cent de plomb, 24 de mattes et 10 pour cent de scories bonnes à jeter. Pour les minerais plus pauvres, c'est-à-dire ne contenant que 50 centièmes de plomb, on les fond dans un demi-haut fourneau avec un mélange de mattes de la fonte de minerai riche (32 pour cent environ) de matières plumbeuses, écumages et débris (12 pour cent) de scories d'affinage (24 pour cent) et de scories de fer métallique (10 pour cent).

On obtient ainsi 40 pour cent de plomb.

Il va sans dire qu'on refond ensuite les crasses, résidus et écumages de ces opérations.

Par la méthode viennoise, ainsi nommée parce qu'on l'employait à Vienne (Isère), alors que les mines qui alimentaient l'usine n'étaient pas épuisées, mais qu'on emploie encore en France, à Poullaouen (Finistère), la réduction s'opère dans des fours à réverbère, dont la sole formée de pierres de grès est légèrement inclinée dans la direction du bassin de réception.

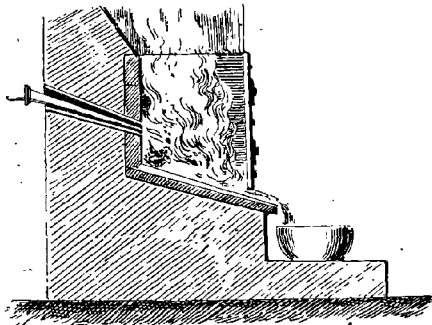
Le lit de fusion se compose de cent parties de minerai cru, de 40 de terres rouges argentifères servant de fondant, de 10 de fonds de coupelles et de 35 de ferrailles, et l'opération se fait de la façon la plus simple.

Après avoir laissé le four fermé pendant

deux heures, on repousse les scories sur le haut de la sole, et on brasse la ferraille dans le bain, quatre heures après on écume la plus grande partie des scories et l'on peut procéder à la coulée.

RÉDUCTION PAR RÉACTION

Ce système est celui qui a le plus de variantes, mais il consiste essentiellement en ceci :



Fourneau écossais pour la réduction du plomb.

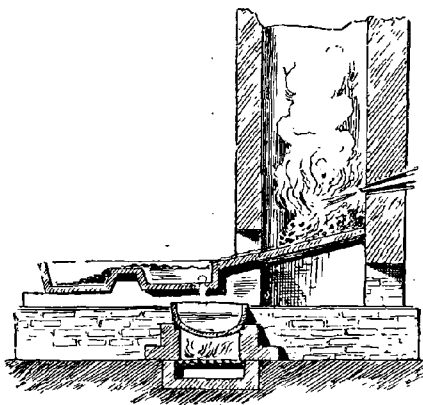
Grillage du minerai, dans un four à réverbère de construction spéciale.

Brassage des matières, de demi-heure en demi-heure pour mélanger les couches déjà oxydées de la surface, avec la masse intérieure.

Et ressuage, qui consiste à donner un coup de feu pour déterminer la réaction.

Alors l'oxyde et le sulfate de plomb, réagissant sur le sulfure, qui existe en assez grande quantité, il se sépare du sous-sulfure de plomb, qui forme une matte très fusible, et du plomb métallique.

Ces deux matières, en se fondant, coulent dans une cavité que présente la sole et passent de là dans un bassin de réception ; où on



Fourneau à manches pour le traitement des crasses.

enlève la matte qu'on soumettra de nouveau à la réaction.

Quant au plomb, on le puise avec des cuillers de fer et on le coule dans des lingotières.

Dans la méthode du Bleiberg le four à

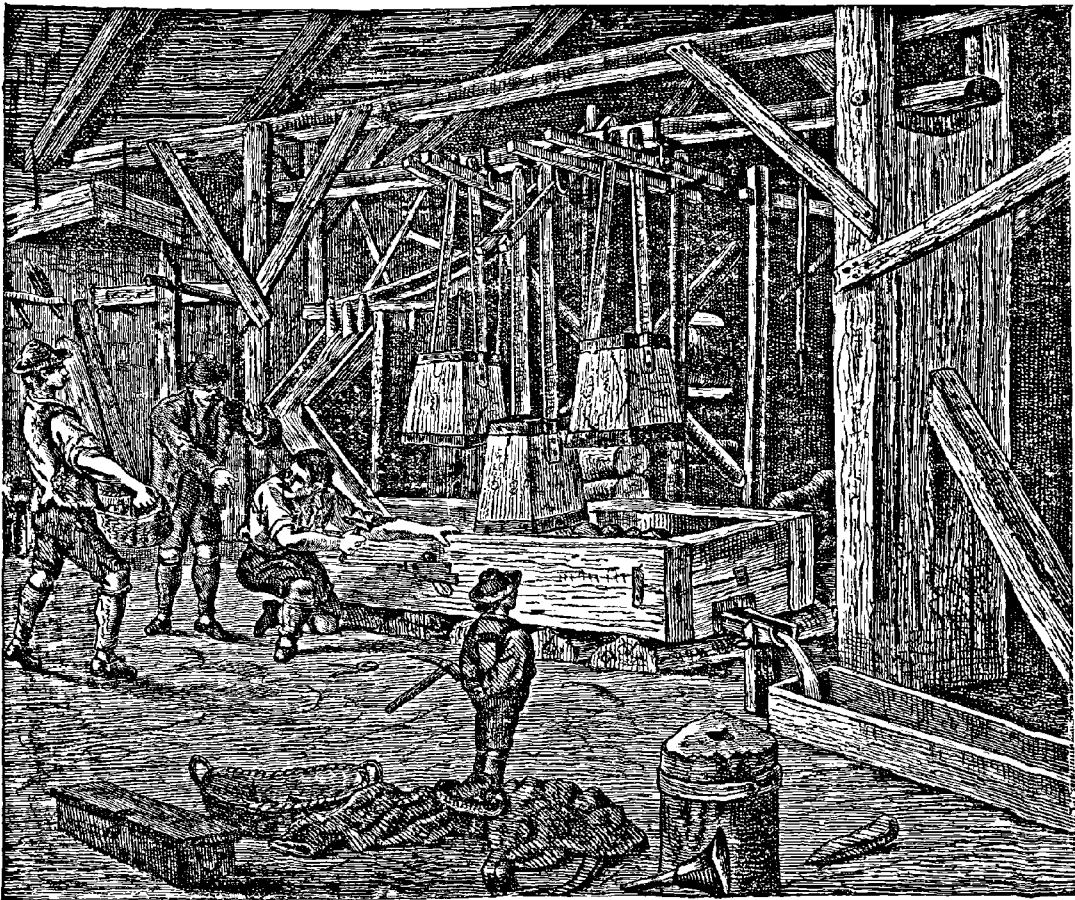
réverbère a une sole rectangulaire, qui se raccorde, par des parties circulaires, avec la porte de travail placée à l'extrémité du grand axo ; la chauffe est placée parallèlement à l'un des longs côtés de la sole, et s'étend

sur toute sa longueur, bien que le foyer n'ait que 1^m,50 de profondeur, c'est-à-dire un peu moins de la moitié de la longueur de la sole. On n'y brûle que du bois.

Le grillage dure trois heures, le four étant seulement chauffé au rouge sombre afin d'éviter la fonte du sulfure ; toutes les demi-heures on remue le schlich avec un ringard.

Le brassage demande douze heures et la température du four est graduellement élevée, jusqu'à ce qu'il ne coule plus de plomb dans le bassin de réception.

Le ressuage, qui est en somme le traitement des crasses riches provenant des deux charges précédentes, prend encore sept à huit heures ; et l'ensemble de ces opérations



Bocardage à l'eau (procédé du Bleiberg).

donne environ 140 kilogrammes de plomb par fourneau.

Mais, on réalise maintenant une économie de 33 pour cent sur le combustible par l'emploi de fours à deux soles superposées : sur la sole supérieure, chauffée par les flammes perdues de l'autre se fait le grillage, par 420 kilogrammes de minerai à la fois, en

même temps que sur la sole inférieure on opère le brassage et le ressuage.

Comme cela, l'opération ne dure que douze heures et produit 276 kilogrammes de plomb.

Dans la méthode du pays de Galles, le minerai, enrichi mécaniquement jusqu'à la teneur de 70 pour cent, est traité par deux opérations successives :

Réaction dans un four à réverbère, et fonte des crasses, dans le four à manche écossais que nous avons déjà décrit.

Le four à réverbère du pays de Galles est de grande dimension (sa sole a 3 mètres de long sur 2^m 85 de large); il est percé de six portes de travail, trois de chaque côté, et en avant de chaque porte du milieu se trouvent des bassins de réception, dans lesquels le plomb fondu coule après avoir séjourné dans la concavité de la sole, dont le fond est de 60 centimètres plus bas que le seuil de la porte.

Ces six portes ne servent absolument qu'au travail, car dans la voûte du fourneau, est pratiquée une trémie par laquelle se fait le chargement des minerais, par mille kilogrammes à la fois.

Le grillage, à basse température, dure deux heures, et l'on fait en même temps subir une sorte de ressuage aux crasses de l'opération précédente.

Ensuite on fait trois fondages successifs obtenus par des coups de feu, en trois ou quatre heures.

Quant aux crasses, qui représentent environ 25 pour cent du plomb obtenu, on les traite par cent kilogrammes à la fois, dans des petits fours à manche, comme nous l'avons dit dans la méthode écossaise et l'on en retire jusqu'à 20 et 24 pour cent de plomb.

Au Derbyshire, on opère de la même manière; seulement la sole des fourneaux est plus vaste et on la charge seulement de 800 kilogrammes de minerais; ce qui permet de faire plus vite un grillage plus complet.

Dans la méthode de Bretagne, employée à Poullaouen, on se sert d'un four à réverbère qui a trois portes de travail, percées sur le même côté du fourneau, et une trémie à la voûte pour verser le minerai.

L'opération est conduite comme au Bleiberg, avec cette différence qu'elle est plus active puisqu'on charge à la fois 1,300 kilogrammes de minerais.

Le grillage dure trois ou quatre heures,

le brassage à peu près autant et le ressuage deux heures et demie au plus.

On consomme généralement en combustible, bois et fagots, un poids égal à celui du minerai traité.

Les crasses (environ 30 pour cent) sont fondues ensuite au fourneau à manche et donnent jusqu'à 32 pour cent de plomb.

La méthode de Conflans ne diffère de la méthode de Bretagne, qu'en ce que le four est à deux soles, placées à la suite l'une de l'autre; la seconde, chauffée avec la flamme perdue de la première, sert au grillage du minerai pendant que sur l'autre on fait en même temps le brassage et le ressuage.

D'où, économie assez considérable en combustible.

Reste à parler de la méthode de la Sierra de Gador, qui est spéciale surtout parce que le minerai espagnol ne contient ni blende ni pyrite.

On le traite dans des fours à réverbères dont la sole circulaire a 2 mètres de diamètre, elle est légèrement inclinée vers l'unique porte de travail, devant laquelle est un bassin de réception.

La plus grande particularité de ce fourneau, c'est que la chauffe n'a pas de grille: c'est une surface voûtée dont l'un des côtés est tangent à la sole, près de la porte de travail, et l'autre se dirige perpendiculairement à l'axe du fourneau.

Le chargement du minerai se fait par 600 à 700 kilogrammes, mais l'opération n'a que deux phases, le ressuage n'étant pas nécessaire; aussi ne dure-t-elle que 4 à 5 heures.

Les crasses sont fondues par petites quantités avec 50 pour cent de scories riches de la fusion précédente, dans de petits fourneaux à manches dont les soufflets sont mus à bras d'hommes.

Elles donnent jusqu'à 20 pour cent de plomb, en consommant 30 pour cent de leur poids en combustible: charbon de bois, quelquefois mélangé de coke.

Quelque méthode que l'on emploie, à moins que les galènes ne soient point argentifères, ce qui est bien rare, le produit que l'on obtient s'appelle du plomb d'œuvre, que l'on désargente ensuite par la coupellation, comme nous l'avons dit, dans la métallurgie de l'argent.

La production du plomb est considérable; les dernières statistiques l'évaluent à 200,000 tonnes, pour le monde entier: les pays qui en fournissent le plus sont l'Espagne 73,000 tonnes, l'Angleterre 69,000, l'Allemagne 57,000 et la France, qui en produit année moyenne un peu plus de 20,000 tonnes.

MÉTALLURGIE DE L'ÉTAIN

L'étain s'extrait exclusivement de la cassitérite; or, comme ce minerai est un oxyde qui se réduit aisément sous l'influence du charbon, la métallurgie de l'étain est une des opérations de ce genre qui présente le moins de difficultés.

Mais, de ce que le minerai se présente de deux façons: étain d'alluvion ou étain en roche, il y a deux façons de procéder.

RÉDUCTION DE L'OXYDE D'ÉTAIN

L'étain d'alluvion, qu'on appelle aussi oxyde d'étain, peut être soumis à la réduction sitôt après le bocardage et les lavages usités pour tous les minerais.

On le traite dans un fourneau à manche, dont la forme n'est pas absolument spéciale, mais qui a cependant des dispositions particulières.

Ainsi au devant du creuset se trouve extérieurement un premier bassin où s'accumule le métal fondu, suivi lui-même d'un second appelé bassin de réception.

L'opération se fait ainsi: on charge le fourneau de lits alternatifs de charbon de bois et de minerai et l'on donne le vent en ouvrant la tuyère.

L'oxyde d'étain est réduit par l'oxyde

de carbone, qui se forme à la partie inférieure du fourneau, l'étain se liquéfie et s'écoule par un conduit dans le premier bassin extérieur.

Là, on l'écume des scories qu'il contient et qui surnagent toujours, au fur et à mesure que le métal coule; le bassin une fois plein on débouche le trou de coulée pour décanter le métal dans le bassin de réception; où il laisse déposer la plus grande partie des corps étrangers qu'il contient encore.

On le débarrasse du reste en le remuant avec des perches de bois vert, qui en brûlant par le contact de la masse en fusion, produisent des gaz qui font monter à la surface les scories, qu'on enlève soigneusement au fur et à mesure qu'elles se produisent.

Quant le métal ne donne plus d'écume on le verse dans des moules où on le laisse refroidir en lingots.

RÉDUCTION DE L'ÉTAIN EN ROCHE

La cassitérite provenant de filons ou d'amas, contient toujours en plus ou moins grande quantité du soufre, du fer, et de l'arsenic; il faut donc d'abord l'en débarrasser.

Pour cela on procède, dans un four à réverbère, au grillage du minerai, l'arsenic s'évapore et les sulfures de fer et de cuivre s'oxydent par cette opération.

Pour dissoudre les sulfates formés on précipite la matière, sortant encore rouge du four à réverbère, dans des cuves pleines d'eau où l'oxyde d'étain se dépose, aussi bien que les oxydes de fer et de cuivre, en grenailles plus ou moins tenues, qu'un lavage aux tables dormantes sépare très facilement, le fer et le cuivre étant moins lourds que l'étain.

L'oxyde d'étain ainsi obtenu, se traite dans des fourneaux à réverbères chauffés à la houille.

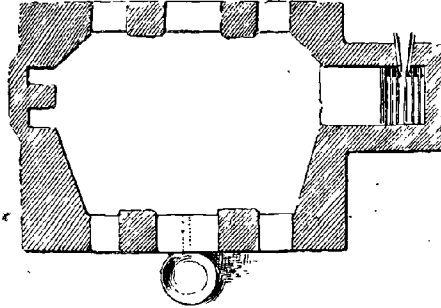
La sole de ces fourneaux est elliptique et

se charge de minerai mélangé avec de la houille cassée en menus morceaux et une certaine quantité de spath fluor, qui constituent une espèce de fondant.

Au bout de cinq ou six heures le métal

est en fusion, on brasse vigoureusement la masse, avec des ringards, et l'on fait écouler le liquide dans un bassin de réception et de là dans des lingotières.

Cet étain renferme naturellement beau-



Four à réverbère du pays de Galles pour le traitement du plomb.

coup de scories, aussi on le refond à nouveau dans un fourneau à réverbère chauffé modérément.

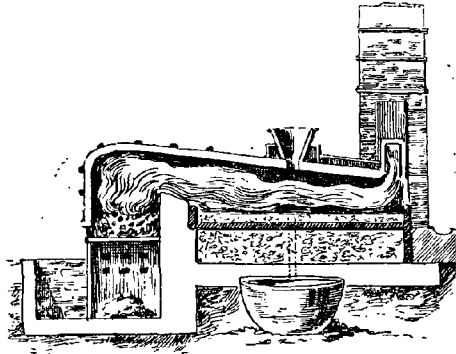
Le métal, qui s'écoule goutte à goutte, est recueilli comme étant pur ; ce qui reste sur la sole est considéré comme scories, dont on ne peut faire aucun emploi.

La production de l'étain, qui est d'ailleurs à peu près étrangère à notre pays, ne dépasse guère annuellement 30,000 tonnes ; plus de

la moitié est fournie par la presqu'île de Malacca et les îles de la Malaisie, l'Angleterre en produit environ 10,000 tonnes, le reste vient de Suède, d'Autriche, de Saxe, d'Espagne et d'Amérique.

MÉTALLURGIE DU CUIVRE

Les minerais qui produisent le cuivre se



Four Gallois pour le traitement du cuivre.

classent, au point de vue des procédés d'extraction, en trois catégories.

La première comprend le cuivre natif, le cuivre oxydulé et le cuivre carbonaté.

La seconde, la plus importante de toutes,

la pyrite cuivreuse, qui donne à elle seule plus des deux tiers de la production totale et les sulfures.

Dans la troisième on range les minerais combinés qui contiennent de l'argent : soit

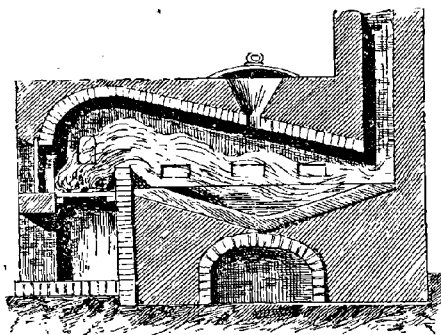
cuivre et argent, soit cuivre plomb et argent.

TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE LA 1^{re} CLASSE

Le traitement du cuivre natif, de l'oxydure

et des cuivres carbonatés est des plus simples.

Après avoir bocardé, lavé, et trié les minerais, pour les séparer de leurs gangues pierreuses, on les fait fondre au contact du charbon de bois, ou même du coke, dans un

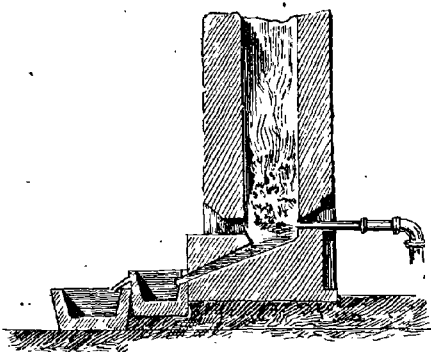


Four de Bretagne pour le traitement du plomb.

four à réverbère, et on obtient ainsi du cuivre brut, qu'on appelle *cuivre noir*, qu'il faudra raffiner ensuite.

La méthode la plus ordinaire, car il y a des variantes que nous décrirons en temps et lieu, consiste à débarrasser le cuivre noir des corps étrangers : soufre, fer, le plus souvent, mais quelquefois zinc et antimoine, qu'il contient généralement dans la proportion de 10 pour cent.

Pour cela, on le tient en fusion pendant quelques heures, sur la sole d'un four à réverbère où on le soumet au vent de deux forts soufflets ; pendant cette opération le soufre brûle et se dégage en acide sulfureux, le fer et les autres métaux, tous plus oxydables que le cuivre, s'oxydent et passent dans les scories que l'on enlève au fur et à mesure qu'elles se produisent, c'est ce qu'on appelle le *décrassage*.



Four à manche pour l'extraction de l'étain.

Lorsque l'affinage est terminé, c'est-à-dire quand il ne se forme plus de scories, et que le métal en fusion a une belle couleur rouge ; on le fait couler dans le bassin de réception, placé à l'extérieur du four et pour

qu'il se refroidisse plus vite on jette dessus un peu d'eau.

Cette eau, restant naturellement à la surface, solidifie une partie du métal, que l'on enlève sous forme de disque, puis-

que le bassin de réception est circulaire.

Le premier disque enlevé, on jette encore de l'eau pour solidifier un second disque; et l'on continue cette opération jusqu'à ce que le bassin soit vide.

Les plaques rondes que l'on a recueillies ainsi prennent, à cause de leur couleur, le nom de rosette.

Mais le *cuiivre rosette* n'est pas toujours entièrement pur, il est surtout peu malléable à cause de la quantité de protoxyde qu'il contient encore.

Pour l'en débarrasser, on lui fait subir un second affinage beaucoup plus délicat que le premier, car il exige une grande habileté de l'ouvrier qui l'exécute.

Une fois en fusion, on jette sur la masse une certaine quantité de petits morceaux de charbon de bois et l'on brasse le tout, avec une longue perche de bois vert.

Au contact du métal, le bois vert se carbonise, les charbons se décomposent, et les gaz que produisent ces décompositions font bouillonner la masse et la purgent des matières étrangères, mais il faut savoir arrêter cette opération à temps : trop tôt, les corps étrangers ne seraient pas suffisamment réduits : trop tard, le cuivre se combinerait avec certaine quantité de carbone qui lui ferait perdre sa malléabilité.

Pour saisir le moment opportun, on fait des essais successifs : de temps en temps, on prend un peu de métal qu'on coule en lingot et on le martelle sur l'enclume.

Quand il s'aplatit sous le marteau sans se gercer, l'affinage est terminé et il faut se hâter de couler le cuivre dans les lingotières.

TRAITEMENT DES MINERAIS DE LA 2^e CLASSE

Le traitement des sulfures et des pyrites cuivreuses est beaucoup plus compliqué, les procédés varient du reste, selon les pays, parce que les pyrites sont plus ou moins riches en cuivre, mais les opérations fondamentales sont les mêmes.

D'abord grillage des minerais : soit en tas, soit dans des fours, qui a pour objet de faire disparaître le soufre sous forme de vapeurs ou de gaz acides sulfureux.

Les résidus de cette opération, qui sont des oxydes de cuivre mélangés de sulfate ou de sulfures qui ont résisté au grillage, sont fondus dans des fourneaux à manche avec une certaine quantité de quartz, qui a pour mission d'entraîner dans les scories le fer à l'état de silicate.

Cette première fusion donne un produit appelé *matte*, qui est loin d'être encore du cuivre, mais qui contient infiniment moins de matières étrangères que le minerai primitif.

Cette *matte* est ensuite cassée, grillée, refondue autant de fois qu'il le faut pour que tout le fer soit passé dans les scories.

Le résultat final donne du cuivre noir, qu'il n'y a plus qu'à raffiner.

Tel est le principe de la réduction du minerai, voyons maintenant les procédés adoptés dans les usines des différents pays.

MÉTHODE GALLOISE

Le système employé en Angleterre est peut-être le plus compliqué de tous, cela tient à ce qu'on y traite des minerais si divers qu'on les divise, selon richesse, en 7 classes : les premiers ne contenant que de 3 à 15 centièmes de cuivre et les derniers jusqu'à 75 pour cent.

Il comprend dix opérations fondamentales que nous allons décrire :

1^o *Grillage des minerais pauvres et de richesse moyenne*, qui se fait dans un four à réverbère ordinaire, mais dont la grille supportée par des barres de fer, est composée de matières terreuses fournies par le combustible, anthracite et houille mélangés, et qu'on appelle *craya*.

Ce *craya*, qui à sa partie supérieure empâte les matières charbonneuses, se refroidit aussitôt qu'elles se consomment et se solidifie à la partie inférieure en gros frag-

ments, dont les interstices laissent passer l'air nécessaire au foyer.

L'air, en traversant le craya, s'échauffe et au contact du combustible se transforme complètement en oxyde de carbone, qui facilite singulièrement le grillage.

On opère par charges de 3,500 kilogrammes, versées sur la sole par deux trémies ménagées à la voûte du four et le grillage dure douze heures.

2° *Fabrication de la matte bronze.* Cette opération est la fonte des minerais que l'on vient de griller, auxquels on ajoute des minerais crus de la troisième classe (20 pour cent de plomb), des scories riches d'une opération précédente, et un fondant composé de deux tiers de fluore de calcium et d'un tiers d'argile.

Le four qui sert à cette fusion diffère des autres en ce que sa voûte, percée d'une trémie pour l'introduction du minerai, est extraordinairement surbaissée, forme reconnue la plus convenable pour concentrer la chaleur sur la sole.

Chaque charge de fourneau se compose de 1,000 kilogrammes de minerai et 300 de scories et fondants, et l'on obtient, au bout de quatre heures, une matte qui contient environ 34 pour cent de cuivre et qui se trouve grenailée; parce que l'on a eu soin de la faire écouler dans un bassin de réception rempli d'eau.

3° *Grillage de la matte bronze.* Cette opération se fait par 4,500 kilogrammes à la fois, dans un four analogue à celui dont on s'est servi pour griller le minerai de la première classe, mais elle est beaucoup plus longue, car elle dure 36 heures.

4° *Fabrication de la matte blanche.* C'est une fusion de la matte bronze que l'on vient de griller, avec des minerais crus de la quatrième classe (30 à 45 pour cent de cuivre), des produits cuivreux de la septième classe, (battitures ou balayures de laminoirs) et des scories riches.

L'opération se fait dans un four ana-

logue à celui de la fusion de la matte bronze, mais beaucoup plus grand; puisqu'on charge à la fois 16,000 kilogrammes de matière.

Au bout de 6 heures la matte blanche est coulée dans une rigole en sable avec la scorie dont on la sépare aussitôt, sa teneur en cuivre est généralement de 75 pour cent.

5° *Fabrication de la matte bleue.* Cette opération est la même que la précédente seulement le lit de fusion se compose de matte bronze grillée et de minerais grillés de la deuxième classe (15 à 25 pour cent de cuivre).

On charge par 2,000 kilogrammes et l'on obtient de la matte bleue d'une teneur moyenne de 57 pour cent.

6° *Refonte des scories.* Les scories traitées par cette opération, qui ressemble aux précédentes, sont celles qui proviennent de la quatrième opération et des opérations sept et huit (rôtissage des mattes bleues et blanches) on y ajoute environ 10 pour cent des minerais de la cinquième classe (qui ne contiennent aucune matière nuisible comme l'antimoine et l'arsenic) et 5 pour cent de charbon.

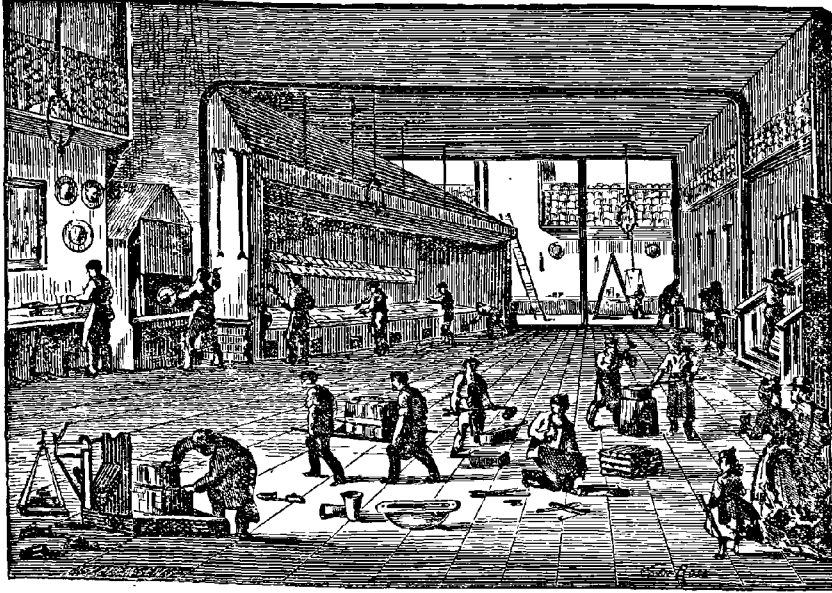
Le four qui sert à cette fusion n'a pas de trémie, on y charge les matières par 2,000 kilogrammes à la fois, par une porte latérale diamétralement opposée au trou de coulée.

Au bout de six heures de travail on obtient des produits cuivreux très impurs mais à 86 pour cent de cuivre, puis, selon les cas, tantôt une matte blanche d'une teneur de 75 pour cent, tantôt une matte bleue à 62 pour cent,

7° *Rôtissage de la matte bleue.* Le rôtissage comprend deux opérations :

D'abord une fusion lente, qui oxyde sous l'influence directe de l'air, presque toutes les matières nuisibles et une grande portion du cuivre.

Ensuite une fonte à une haute température, qui convertit les oxydes en scories et



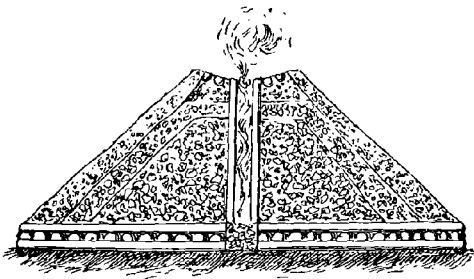
Atelier de fonderie et affinage.

affine la matte non décomposée pendant la première partie de l'opération.

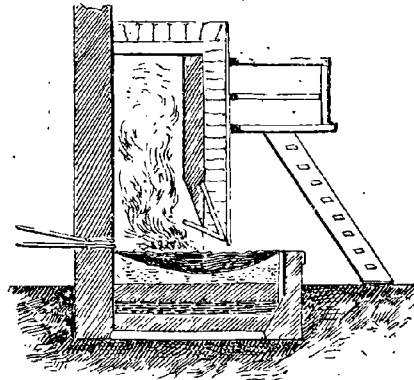
On charge par 2,000 kilogrammes sur la sole d'un four percé d'un ouvreau à registre pour l'introduction de l'air au commence-

ment du travail ; et l'on obtient au bout de douze heures, outre les scories dont nous avons déjà vu l'emploi, une matte blanche d'une teneur de 97 pour cent de cuivre.

8° Rôtissage de la matte blanche. C'est la



Grillage en tas. (Méthode du Bas Hartz.)



Coupe des demi hauts fourneaux à cuivre.

répétition de l'opération précédente faite avec les mattes blanches déjà obtenues par la quatrième, la sixième et la septième opérations, seulement elle est beaucoup moins

longue puisqu'on obtient en quatre heures des produits cuivreux à 92 pour cent, une matte régule (mélange de matte et de cuivre) à 81 pour cent, sans compter les

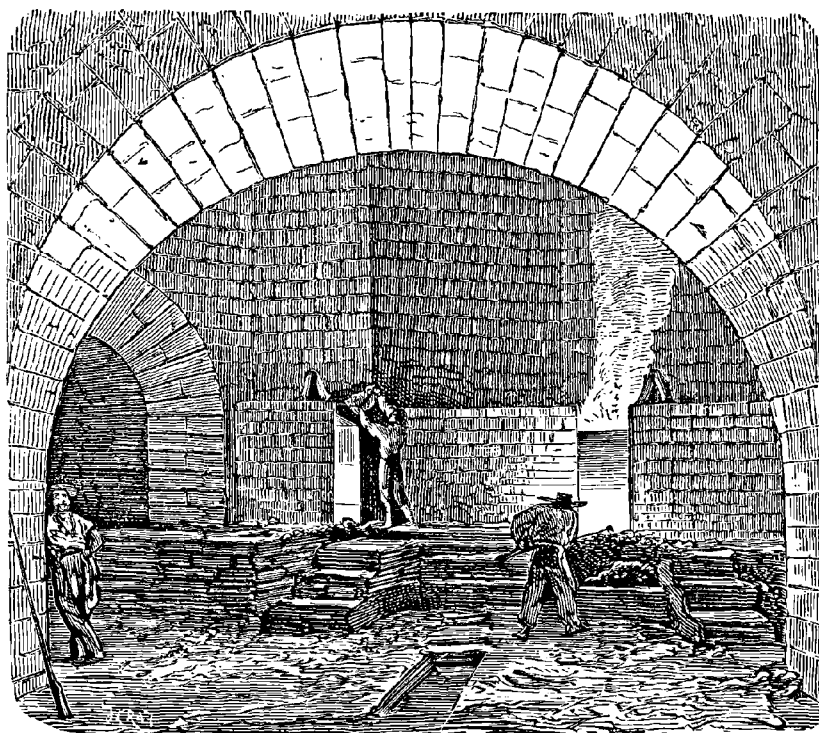
scories riches, les balayures et débris de fourneaux qui repassent dans les opérations 4^e et 6^e.

9^e *Fabrication du cuivre noir.* Tous les produits obtenus précédemment servent naturellement à la fabrication du cuivre noir, mais on les traite séparément dans des fours de rôtissage ordinaire et par charges de 3,700 kilogrammes.

Au bout de 24 heures on obtient du cuivre noir à 98 ou 99 pour cent.

10^e *Affinage du cuivre noir.* Cette dernière opération se fait dans des fours, qui ne diffèrent des fours de rôtissage qu'en ce que la sole présente un bassin pour l'enlèvement du cuivre affiné.

On charge par 5,000 ou par 10,000 kilogrammes, selon la grandeur des fours, et



Demi-hauts fourneaux accolés du Bas-Hartz.

l'on procède par la méthode ordinaire que nous avons indiquée déjà, avec cette différence que l'on fait le raffinage du même coup, sans refroidir le métal pour extraire les disques de cuivre rosette.

MÉTHODE DU HARTZ

Dans le Bas-Hartz où l'on ne traite que des minerais pauvres, d'une teneur de 5 à

Liv. 81.

6 pour cent, on fait le grillage en tas d'une façon particulière.

On place sur une aire bien battue trois lits de rondins, dans lesquels on ménage, pour la circulation de l'air, des conduits qui viennent aboutir à une cheminée centrale, formée de bois debout et dont on garnit le bas avec du charbon menu.

Sur les rondins, on charge le minerai en morceaux, de façon à en faire une pyramide

81

tronquée renfermant de 1,000 à 1,200 kilogrammes de minerai et 2 stères 1/2 de bois; et l'on allume le tas en jetant par la cheminée des charbons embrasés.

Au bout de 24 heures on le recouvre d'une couche de 20 à 30 centimètres de minerai en petits morceaux et l'on laisse brûler pendant deux ou trois jours.

On complète alors le tas en le recouvrant de 10 centimètres de minerai fin et en le calfeutrant par les faces latérales avec de la terre et de la mousse, puis on pratique à sa partie supérieure des trous, pour accélérer relativement la combustion, car il faut quelquefois jusqu'à quatre mois pour que tout le bois soit consumé, mais le soufre que l'on recueille (environ 1,500 kilogrammes par tas), compense largement les frais de grillage.

L'opération terminée on démolit le tas, on casse le minerai, qui s'est plus ou moins aggloméré, et on le grille à nouveau deux fois encore.

Le minerai, grillé à trois feux, est ensuite mis en fusion, avec des scories de mattes, et du schiste argileux qui sert de fondant, dans des hauts fourneaux de petite dimension, accolés par deux et semblables à ceux dont on se sert dans le pays pour la réduction du plomb, et que nous avons déjà décrits.

On obtient ainsi une première matte, qui est grillée par petits tas, à trois feux qui durent quatre jours chacun, puis refondue pour donner un peu de cuivre noir, et une seconde matte.

Cette seconde matte, grillée à 6 feux, est refondue, et produit du cuivre noir et une troisième matte que l'on grille encore à cinq ou six feux et qui, refondue, donne également du cuivre noir, et une quatrième matte, qui repasse comme scories dans la fonte de la troisième matte.

MÉTHODE DU MANSFELD.

Le minerai, traité dans les usines du

Mansfeld et de la Hesse Électorale, et dont la teneur varie entre 4 et 10 pour cent de cuivre, est un schiste marno-bitumineux qu'il faut griller d'une façon spéciale pour en expulser les substances étrangères.

Ce grillage se fait en tas énormes (quelquefois jusqu'à 2,000 quintaux) assis simplement sur un lit de fagots qui sert seulement à les allumer, car le bitume qu'ils contiennent suffit à entretenir la combustion pendant les trois ou quatre mois que dure l'opération.

Une fois grillé, le minerai est fondu, avec de la chaux fluatée comme fondant, dans des sortes de demi-hauts fourneaux de 5^m,50 de hauteur qu'on appelle fourneaux à lunettes, parce qu'ils communiquent par deux conduits avec deux bassins de réception, placés extérieurement et dans lesquels on fait la coulée.

On charge comme dans les hauts fourneaux à fer, et l'on obtient toutes les douze heures, de 500 à 600 kilogrammes de matte d'une teneur de 30 à 40 pour cent.

Cette matte est grillée à six ou dix feux, selon les localités, et à la suite de chaque grillage on lui fait subir un lavage qui produit une certaine quantité de sulfate de cuivre cristallisé, puis on la refond, avec des crasses de raffinage, dans des fourneaux à cuve, de 2 mètres de hauteur, soufflés à air froid, et conduits comme les hauts fourneaux.

Cette fusion continue donne, par 24 heures, 300 kilogrammes de cuivre noir, et une deuxième matte d'une teneur de 50 pour cent de cuivre, qu'on grille de nouveau à trois ou quatre feux et que l'on repasse dans la fonte pour cuivre noir.

Le cuivre noir du Mansfeld qui est presque toujours argentifère, est traité ensuite par liquation, comme nous l'avons dit, à la métallurgie de l'argent.

MÉTHODE DE BASSE-HONGRIE.

C'est à peu près la même que celle de la

Hesse, seulement les fourneaux ont des dimensions plus considérables et l'opération est plus rapide ; car les campagnes ne sont que de dix à vingt jours.

Les produits obtenus en première opération sont des lours ferreux qui contiennent encore beaucoup d'arsenic et des mattes de 42 à 43 pour cent de cuivre que l'on grille en cases, à dix ou douze feux, et que l'on refond dans les mêmes fourneaux pour obtenir du cuivre noir, et une seconde matte, qui après avoir été grillée repasse dans la fonte.

MÉTHODE DE SAINBEL.

Les procédés employés dans le département du Rhône ne constituent pas absolument une méthode spéciale, ce sont ceux du Hartz, avec quelques modifications.

Ainsi, on grille une seule fois le minerai que l'on fond dans un fourneau à manche, la matte obtenue est grillée dix fois dans des cases et fondue pour cuivre noir avec du minerai carbonaté riche et des crasses d'affinage.

La deuxième matte qui en résulte est grillée cinq fois et passe dans la fonte.

MÉTHODE DE FALHUN.

Les minerais de Suède sont d'abord séparés par richesse : les plus pauvres, qui n'ont une teneur que de 2 pour cent, sont grillés en tas de façon à recueillir le soufre qu'ils contiennent, puis fondus dans des fourneaux à manche, avec des minerais crus riches et des scories de cuivre noir.

Cela donne des mattes à 15 pour cent de cuivre qu'on grille à cinq ou six fois en masses ou dans des cases, et que l'on traite à nouveau, dans les mêmes fourneaux par les procédés ordinaires.

MÉTHODE DE L'OURAL

En Russie, on soumet un mélange de minerais riches et pauvres, à une première

fusion dans un demi-haut fourneau, dont les campagnes durent dix à onze mois, et l'on obtient des mattes à 30 pour cent de cuivre.

Ces mattes sont grillées à quatre ou cinq feux dans des cases, et refondues dans les mêmes fourneaux, qui donnent par jour, 1,000 kilogrammes de cuivre noir et 2,200 kilogrammes de seconde matte très riche, à laquelle on fait subir les mêmes opérations.

TRAITEMENT DES MINERAIS DE LA 3^e CLASSE

Les minerais argentifères, soit qu'ils contiennent aussi du plomb, ou du cuivre seulement, sont grillés et fondus d'abord, selon les pays, comme les minerais de la deuxième classe.

Ensuite on les traite comme minerais argentifères, par les procédés que nous avons déjà décrits dans la métallurgie de l'argent.

Leur affinage se fait généralement par la production du cuivre rosette, qui est la méthode de Chessy, laquelle ne diffère des autres que par son outillage.

Ainsi, on se sert d'un four à réverbère dont la sole elliptique est posée sur deux séries de canaux qui servent à l'assèchement des scories.

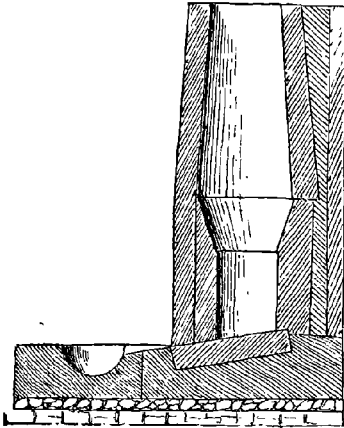
Son milieu présente une cavité, qui communique par deux embrasures avec deux bassins de réception placés extérieurement du côté opposé au foyer.

On opère par charges de 3,000 kilogrammes de cuivre noir, et l'on obtient au bout de seize heures 2,500 kilogrammes de cuivre rosette et 500 kilogrammes de scories riches qui repassent dans la fonte pour cuivre noir.

Quant aux *carcas*, qui sont les résidus cuivreux de la liquation, on les raffine, ordinairement, dans un four à petit foyer, dont le foyer en brasque est recouvert par des plaques de fonte ; un petit mur et une plaque en tôle servent à maintenir le charbon.

En face de la tuyère, est pratiqué un canal pour laisser écouler les scories dans un récepteur spécial.

Avec ce système on procède par 110 kilogrammes de carcas à la fois et l'on obtient



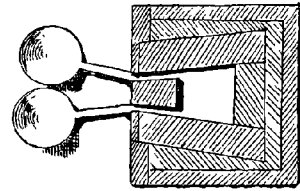
(Elevation.)

Fourneau à lunettes du Mansfeld.

en une heure 35 à 36 rondelles de cuivre rosette pesant ensemble de 70 à 80 kilogrammes, lequel est soumis à une nouvelle fonte pour acquérir la malléabilité nécessaire.

En résumé la production générale du cuivre dépasse annuellement 123,000 tonnes, dont plus de la moitié est fournie par l'Angleterre.

La France, qui vient après, dans les mêmes proportions que le Chili et les États-



(Plan.)

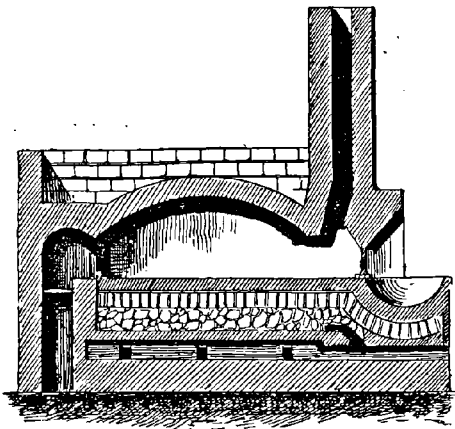
Unis, en produit dix à douze mille tonnes, quantité souvent insuffisante à sa consommation.

MÉTALLURGIE DU ZINC

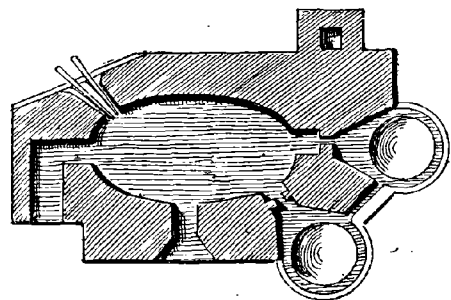
Le zinc, qui pendant longtemps s'est

extrait seulement de la calamine, se tire aussi maintenant de la blende, mais en proportions minimes, d'ailleurs, la blende accompagnant presque toujours la calamine, son traitement n'a rien de particulier.

Ce traitement n'est pas très compliqué.



Méthode de Chassy. (Fourneau d'affinage de cuivre.)



Le minerai, bocardé, lavé, enrichi par les opérations ordinaires, est grillé, soit dans des fours à réverbère, soit dans des fours

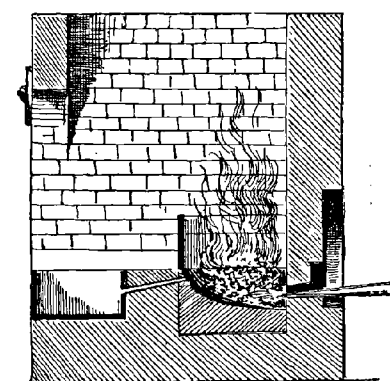
installés, exactement, comme les fours à chaux.

Cette opération a pour objet de débarrasser

ser la calamine de l'eau et de l'acide carbonique, et la blende du soufre qu'elle contient; elle produit de l'oxyde de zinc pur, ou plus ou moins mélangé de sulfate, que l'on soumet avec une quantité de coke égale à son volume, à une réduction qui est en somme une véritable distillation.

Cette distillation se fait, selon les pays, dans des appareils divers.

D'où, trois méthodes distinctes : la méthode anglaise, la méthode belge, et la méthode silésienne.



Four de raffinage des Carcas

long sur 2,50 de large, est mélangé avec son volume de houille sèche et introduit ainsi dans des pots ou creusets que l'on range par six ou huit, sur une banquette pratiquée dans un four circulaire, autour d'un foyer central chauffé à la houille.

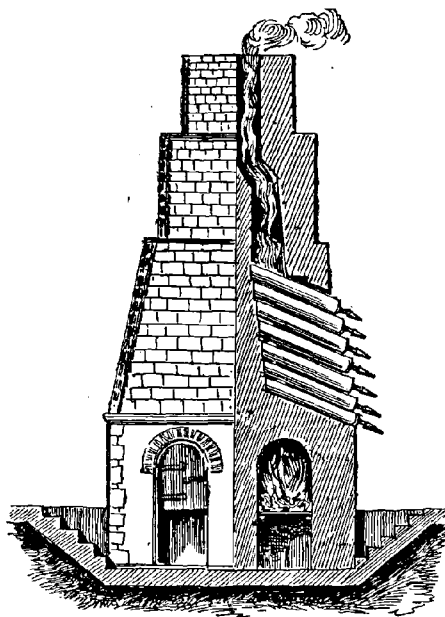
Ces pots, qui ont 90 centimètres de diamètre sur un mètre de profondeur, sont hermétiquement fermés par des couvercles lutés à l'argile, percés au fond, et traversés chacun par un tube, qui passant au travers de la banquette, vient plonger à sa partie inférieure dans une cuvette pleine d'eau.

C'est dans cette cuvette que le zinc se condense au fur et à mesure qu'il se distille.

Ce système, qu'on abandonne de jour en jour à cause des inconvénients qu'il présente

MÉTHODE ANGLAISE

Par la méthode anglaise, le minerai soigneusement grillé dans des fours à réverbère, dont la sole rectangulaire a 3^m10 de



Extraction du zinc. (Méthode belge.)

et notamment de l'engorgement des tubes, où le zinc distillé s'accumule quelquefois, produit environ 150 kilogrammes de zinc par vingt-quatre heures.

MÉTHODE BELGE

Dans la méthode belge, le minerai grillé dans des fours continus, analogues aux fours à chaux, est soumis ensuite à un broyage à la meule, qui le réduit en poudre.

Cette poudre, mélangée avec moitié de son poids de coke ou de charbon menu, est chargée dans des espèces de cornues composées d'un creuset cylindrique en terre réfractaire d'Andennes, muni d'un tube en fonte qui porte une allonge en tôle zinguée.

C'est dans ce tube que se condense le zinc, au fur et à mesure qu'il distille, et l'allonge est destinée à retenir et à faire déposer les

vapeurs d'oxyde de zinc, entraînées par les courants gazeux.

On charge les cornues par 46, dans les compartiments ménagés dans des fours spéciaux de forme pyramidale et dont la partie postérieure est fermée par un mur plein, présentant huit banquettes saillantes, sur lesquelles on pose le fond des cornues qui sont légèrement inclinées d'arrière en avant; et l'on met en feu pour faire une opération continue, comme avec les hauts fourneaux.

Toutes les deux heures, on enlève les allonges des cornues, pour laisser écouler dans les lingotières, le zinc en fusion contenu dans les tubes condenseurs; on secoue les allonges au-dessous d'un bac pour recueillir les dépôts qui s'y sont formés, et qui serviront plus tard au chargement des cornues, puis l'on rebouche les tubes et ainsi de suite, en remplissant les cornues au fur et à mesure qu'elles s'épuisent, et en remplaçant celles qui se cassent par de nouvelles, préalablement chauffées à blanc.

Ce système donne par douze heures, environ 300 kilogrammes de zinc et 25 kilogrammes de poussières zincifères, extraits de 500 kilogrammes de minerai.

MÉTHODE SILÉSIEENNE.

Dans la méthode silésienne, le grillage du minerai se fait dans des fours à réverbère, chauffés le plus souvent par les flammes perdues du four de réduction.

Celui-ci, dont le foyer est central, est de construction spéciale, il y en a d'assez vastes pour contenir vingt mouffes qu'on accole deux à deux, ou quatre à quatre, sur les côtés du four.

Ces mouffes, en terre réfractaire, ont leur paroi antérieure percée de deux trous: l'un dans le bas, bouché pendant le travail, par un tampon d'argile, et qui sert à retirer les résidus, l'autre dans le haut auquel on fixe l'extrémité d'une allonge en poterie qu'on appelle *botte* à cause de sa forme, et

qui sert au chargement du moufle, qu'on remplit de minerai mélangé de son volume d'escarbilles de coke.

C'est aussi par cette allonge, que passe le zinc volatilisé, pour tomber goutte à goutte et se condenser dans un bassin de réception placé au-dessous, en dehors du four.

L'opération est continue et donne par 24 heures environ 180 kilogrammes de zinc.

Mais la distillation, par quelque système que ce soit, ne donne que du zinc impur que l'on affine par une fusion.

En Belgique, cette fonte se fait dans un fourneau à réverbère à sole inclinée, dont le point le plus bas forme un creuset hémisphérique où se réunit le zinc fondu.

On charge par 2,000 kilogrammes de zinc brut et l'on peut faire cinq opérations par vingt-quatre heures, sans avoir plus de quatre pour cent de déchet.

En Silésie, la refonte se fait dans les fourneaux de réduction, et pendant la distillation même, le zinc brut étant chargé dans des pots en terre, chauffés par les flammes perdues du foyer; ce qui est beaucoup plus économique.

La production totale du zinc peut être évaluée à 180,000 tonnes, année moyenne, qui, à part 8 à 10,000 tonnes provenant d'Angleterre, du département de l'Aveyron et des États-Unis, sont fournies par la Belgique et la Prusse.

METALLURGIE DE L'ANTIMOINE

Le minerai qui fournit l'antimoine ne se traite point mécaniquement comme les minerais ordinaires, on le sépare de sa gangue par une fusion qui s'opère de différentes façons.

Trois méthodes sont connues:

La plus ancienne, qu'on abandonne du reste, peu à peu, consiste à placer le minerai dans des pots d'argile, que l'on chauffe

soit dans des fosses en plein air, soit sur la sole d'un four à réverbère à basse température.

L'antimoine sulfuré, facilement fusible, ne tarde pas à se séparer par liquation des matières étrangères avec lesquelles il était combiné, et s'écoule par un trou ménagé au fond de chaque pot, dans des récipients placés au-dessus.

Ce système était bon, mais les pots cassaient si fréquemment qu'il n'offrait plus d'économie et qu'on a été obligé d'y renoncer.

Les premières usines qui l'ont abandonné se sont contentées de charger les minerais sur la sole concave d'un four à réverbère, ce qui donne un bon résultat d'ailleurs, les sulfures se rassemblant assez vite au milieu de la sole, pendant que les matières terreuses se dessèchent où on les a placées.

Mais on a trouvé mieux cependant, un perfectionnement de la liquation en pots, expérimenté d'abord à l'usine de Malbosc, dans l'Ariège.

Le minerai est chargé dans des cylindres en terre réfractaire qui peuvent en contenir de 200 à 230 kilogrammes, et que l'on dispose verticalement dans un four d'une forme spéciale.

Chaque cylindre, qu'on appelle *tube de liquation*, et qui est percé au fond d'un ou plusieurs trous, est placé dans le fourneau au-dessus d'une petite chambre de briques contenant un creuset de fonte, enduit d'argile, dans lequel s'écoule le minerai en fusion tandis que la gangue reste dans le cylindre.

Quand l'opération est finie, on retire les résidus des cylindres, que l'on charge à nouveau, et on enlève les récipients aux trois quarts pleins de métal, que l'on laisse refroidir lentement.

Chaque creuset donne un lingot d'environ 40 kilogrammes.

Mais ce n'est là que de l'antimoine cru,

qu'il faut désulfurer pour le livrer au commerce sous le nom de *régule*.

Pour cela deux opérations sont nécessaires :

1° Un grillage dans un four à réverbère: l'antimoine ayant été cassé préalablement en menus fragments, on le chauffe modérément et on le brasse continuellement avec un ringard, de façon à ce qu'il ne se ramollisse même pas, l'opération consistant seulement à le réduire en oxyde d'antimoine avec un déchet de 20 à 30 pour cent.

2° Une réduction, qui s'exécute dans des creusets en terre réfractaire, où l'on mélange l'oxyde d'antimoine avec 5 à 7 pour cent de charbon de bois en poudre, et où l'on arrose le tout d'une dissolution de carbonate de soude.

Les creusets, bien lutés, sont rangés par 6 ou 12 dans des fours carrés et chauffés progressivement jusqu'à ce que la fusion soit complète.

Alors on casse les creusets et l'on en retire les produits : savoir l'antimoine métallique qui en occupe le fond, puis des scories qui sont utilisées pour certaines préparations pharmaceutiques.

Pour affiner l'antimoine, car en cet état, il est loin d'être pur, on lui fait subir deux ou trois fontes successives en ajoutant, chaque fois, un peu de scories et de l'antimoine cru, puis on le moule en pains de 5 à 8 kilogrammes.

Il y a un procédé plus simple pour convertir le sulfure d'antimoine en régule, c'est de le porter au rouge avec du fer métallique en battitures, dans la proportion de 42 pour cent; il se forme du sulfure de fer et de l'antimoine métallique qui se séparent très facilement par la fusion.

Mais ce procédé qui se substitue peu à peu à l'ancien parce qu'il est plus expéditif et donne moins de déchet, produit un métal d'une pureté moins grande.

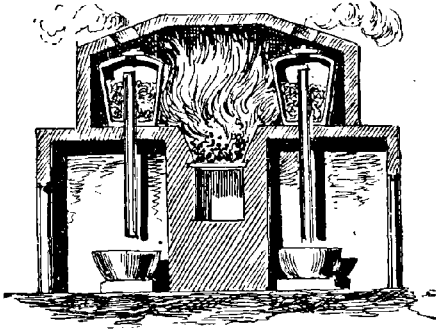
Il y a aussi le procédé de M. Frank de

Linz, par lequel on traite le minerai brut sur la sole d'un four à réverbère, mais il faut alors composer le lit de fusion de la façon suivante: 100 parties de sulfure d'antimoine, 60 de battitures de fer, 45 à 50 de

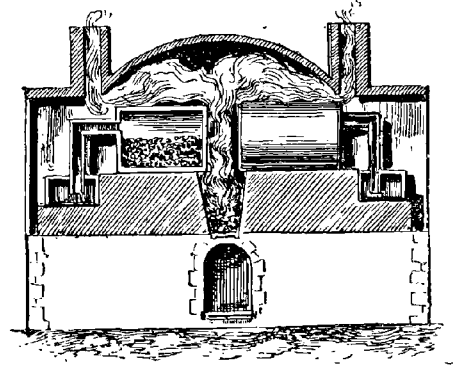
carbonate de soude, et 10 de charbon de bois pulvérisé.

On obtient ainsi de 65 à 70 pour cent d'antimoine métallique.

La production générale de l'antimoine



Extraction du zinc, méthode anglaise.



Extraction du zinc, système silésien.

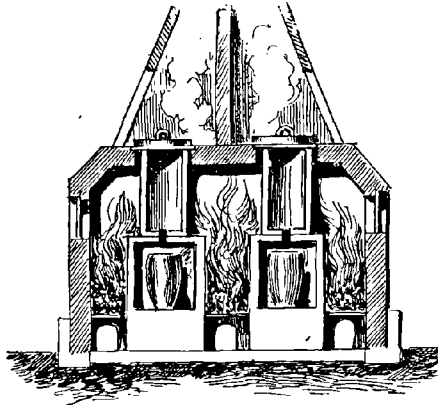
dépasse annuellement 4,000 tonnes, dont les neuf dixièmes sont convertis en régule.

L'Angleterre en fournit à elle seule à peu près la moitié, et les usines de France environ 600 tonnes, presque autant que celles de l'Autriche et de l'Allemagne.

MÉTALLURGIE DU MERCURE

Le mercure s'extrait du cinabre, et, comme il est volatil, son traitement est des plus simples.

Il consiste en effet dans une combinaison pendant laquelle le soufre brûle tout entier et s'échappe dans l'atmosphère en gaz acide



Extraction de l'antimoine.

sulfureux, tandis que le mercure se volatilise et va se condenser dans des récipients disposés à cet effet.

Les appareils diffèrent selon les pays et

quelquefois même selon les usines, mais il n'y a en somme que trois méthodes: celle d'Almaden, celle d'Idria et celle de la Bavière-Rhénane.

Par la méthode bavaroise, on ne grille pas le minerai, qui est mélangé d'une gangue calcaire.

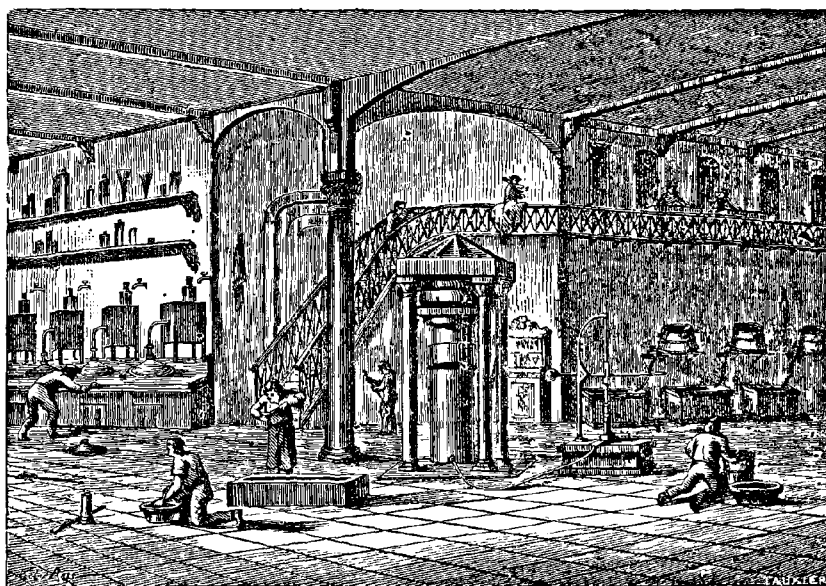
On le calcine seulement dans de grandes cornues en terre ou en fonte que l'on dispose par 30 ou par 60 sur les compartiments ménagés pour cela, dans un fourneau spécial, autour d'un foyer central.

Ces cornues, qui ont la forme d'un 8 allongé, sont composées de deux pièces, la cornue proprement dite, où l'on enferme le minerai, et un récipient contenant de

l'eau dans laquelle se condense le mercure volatilisé, par suite de la réaction de la chaux sur le minerai.

Quand l'opération est terminée, il reste dans la cornue un résidu solide composé de sulfure, de calcium et de chaux.

Dans la méthode d'Almaden, le four est un vrai monument à deux étages dont le supérieur, dans lequel on verse le minerai, a cinq mètres de hauteur sur trois de large, d'autant qu'il est accolé à une terrasse formant deux plans inclinés et terminée par



Atelier d'affinage.

une chambre de condensation qui fait le pendant au four.

Nous allons voir l'utilité de cette construction.

On commence par placer dans l'étage supérieur du four, une couche de minerais ténue, par-dessus laquelle on étale du minerai riche, puis du médiocre et enfin du pauvre; on recouvre le tout de briques fabriquées spécialement avec un mélange d'argile et de résidus d'une opération précédente.

Cela fait, on ferme le trou de charge-

ment, ménagé à la voûte du four et l'on met en feu, c'est-à-dire que l'on allume des fagots dans le compartiment inférieur.

Au bout de quelque temps, le soufre se convertit en acide sulfureux, le mercure se volatilise et ses vapeurs, se mélangeant avec celles du soufre, s'échappent par des ouvertures pratiquées à la partie supérieure du four, pour s'entourer dans une série de cylindres en poterie, emboîtés les uns dans les autres et lutés soigneusement, où elles se condensent peu à peu.

Ces cylindres, qu'on appelle *aludels*, sont disposés sur la terrasse, qui forme deux plans inclinés en sens contraire, dont la partie la moins haute est le milieu de l'édifice.

A cette partie, les aludels sont percés de trous par lesquels le mercure, qui s'est liquéfié, tombe goutte à goutte dans des rigoles, d'où des tuyaux le conduisent à des bassins de réception en pierre placés au bas.

Naturellement, le mercure qui n'était pas encore liquide en passant sur ces ouvertures, continue sa route, de compagnie avec les vapeurs de soufre, jusqu'à la chambre de condensation séparée en deux par une cloison verticale, où il finit par se liquéfier, pendant que les vapeurs sulfureuses s'échappent par une cheminée, pratiquée dans la deuxième partie de la chambre.

L'opération terminée, on recueille le mercure dans de grandes bouteilles en fer, fermées hermétiquement avec des bouchons à vis, qui servent à le livrer au commerce, et l'on enlève les aludels que l'on brise pour en ramasser les détritrus, qui servent comme nous l'avons dit, à la fabrication des briques utiles aux opérations subséquentes.

Dans la méthode d'Idria, peu différente du reste, il n'y a point d'*aludels* mais, de chaque côté du fourneau, six chambres de condensation, communiquant entre elles par des ouvertures pratiquées dans les murs de séparation, alternativement en haut et en bas, de façon à ce que les vapeurs ne soient point arrêtées dans leur voyage.

Le fourneau, divisé en trois compartiments par trois grilles, se charge d'une façon différente ; sans égard à la teneur du minerai, on met le plus gros en dessous, le moyen sur la seconde grille et le plus fin, sur la grille supérieure, mais renfermé dans des écuelles de terre réfractaire qu'on dispose en pyramides, les unes sur les autres.

Le mercure, obtenu par n'importe laquelle de ces méthodes, n'est jamais bien pur, si l'on veut l'affiner on le distille dans les bou-

teilles en fer qui servent à son transport.

Le moyen est bien simple, on prolonge le col de la bouteille par un canon de fusil recourbé, continué encore par un tuyau formé de plusieurs épaisseurs de linge ou de feutre, qui plonge dans un vase rempli d'eau, où le mercure vient se condenser.

On achève de le purifier en versant dessus, à une température de 60 degrés, de l'acide azotique étendu du double de son volume d'eau qui convertit les matières étrangères en azotates.

On le lave ensuite, s'il est besoin, à grande eau et on le filtre à travers une peau de chamois ; ce qui le dégage de toutes les poussières qui ont pu le salir pendant les opérations précédentes.

La production du mercure n'est pas très considérable en Europe ; Almaden et l'Espagne en fournissent annuellement 8.500 quintaux, Idria et la Bohême 5,000, la Bavière rhénane quatre à cinq cents.

Mais la Californie en donne beaucoup, car non seulement elle fournit à la consommation locale qui dépasse 200,000 kilogrammes, mais elle en exporte des quantités considérables dans l'Amérique du Sud, en Chine et au Japon.

MÉTALLURGIE DU PLATINE

L'extraction du platine est des plus compliquées, c'est presque une série d'opérations de laboratoire, d'autant qu'on travaille toujours en petit (la production totale n'étant que d'environ 2,000 kilogrammes par an).

Nous dirons succinctement les procédés employés.

Le sable platinifère contient toujours d'autres métaux, de l'iridium ou du palladium, de l'or ou de l'argent et du fer ; l'or et l'argent s'extraient par l'amalgamation et les parcelles de fer au moyen de barreaux aimantés.

Pour le séparer du palladium on calcine

le minéral jusqu'au rouge puis on l'attaque par l'acide azotique.

Cela fait, on dissout le platine par l'eau régule qui le convertit en chlorure, on fait évaporer cette dissolution jusqu'à ce qu'elle atteigne la consistance du sirop, pour en chasser l'excès d'acide, puis on l'étend de dix fois son poids d'eau et l'on y verse une dissolution concentrée de sel ammoniac.

Ce traitement produit, en précipité jaune, un sel double de chlorure de platine et de chlorhydrate d'ammoniaque, que l'on calcine après l'avoir lavé, pour volatiliser l'ammoniac et le chlore du métal, l'opération donne une masse grisâtre et spongieuse qu'on appelle éponge de platine, et qu'on n'a plus alors qu'à convertir en lingot.

On emploie pour cela maintenant l'ingénieuse machine, inventée en 1859 par deux chimistes français: MM. F. Sainte-Claire-Deville et Debray.

Cet appareil se compose d'un creuset formé de deux coupes de chaux, qu'on ajuste exactement l'une sur l'autre en pratiquant d'un côté une rainure qui sera la porte de travail de ce fourneau minuscule, et en perçant la partie supérieure d'une ouverture qui reçoit le bec du chalumeau à gaz hydrogène et oxygène, qui doit chauffer le four.

L'hydrogène arrive dans le tube principal, par le tuyau supérieur muni d'un robinet, et l'oxygène, destiné à le brûler, par le tuyau inférieur, également muni d'un robinet.

On chauffe d'abord au rouge le fourneau dans lequel on projette peu à peu l'éponge de platine, et la chaleur devient bientôt si intense (on peut la porter jusqu'à 2,800 degrés) qu'il suffit d'une demi-heure pour liquéfier des masses de 15 à 20 kilogrammes.

L'ancien procédé était beaucoup plus long.

On broyait l'éponge de platine avec de l'eau pour en faire une bouillie qu'on appelait *boue de platine*. Cette boue, bien égouttée, était chargée dans un cylindre en fer,

fixé par le bas à une capsule d'acier, où on la comprimait au moyen d'un piston d'acier que l'on enfonçait graduellement avec une presse à vis, ou tout simplement à coups de marteau.

On obtenait ainsi un disque de métal assez dense que l'on chauffait au blanc pour le marteler sur une enclume d'acier, de façon à en bien souder toutes les parties.

Pour avoir du platine bien malléable, il fallait répéter cette opération deux ou trois fois, tandis qu'avec le nouveau procédé il suffit de couler le métal, une fois fondu, dans des moules en fonte plombagins, ou de préférence, dans des moules en fer forgé, revêtus extérieurement d'une feuille de platine.

Les neuf dixièmes de ce métal, très rare du reste, ce qui explique sa cherté, proviennent des mines des monts Ourals.

MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM

C'est encore M. Sainte-Claire-Deville, qui a inventé, sinon absolument l'aluminium, du moins les moyens de l'extraire économiquement de ses minerais, ce qui, au point de vue industriel, est exactement la même chose.

Et c'est bien une invention de toutes pièces, car le principe de l'aluminium, qui se trouve dans toutes les argiles, est tellement divisé qu'il a fallu d'abord constituer une substance assez riche pour servir de minéral.

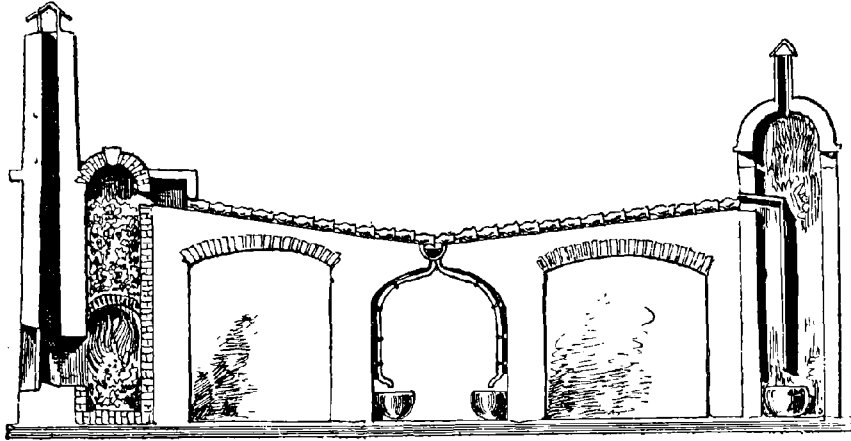
Pour obtenir cette substance, on mélange intimement et à sec de l'alumine, du sel marin, et du charbon de bois, le tout réduit en poudre très fine dont avec de l'eau on fait un mortier, à peu près comme on pétrit l'argile pour la briqueterie.

Avec ce mortier on prépare des boulettes grosses comme le poing, que l'on fait sécher à l'étuve; après quoi on les casse pour les introduire dans une cornue, chauffée au rouge, où l'on fait passer un courant de chlore.

Par cette opération, l'oxygène que l'alumine perd, se combine avec le charbon pour produire de l'oxyde de carbone, en même temps que l'alumine se convertit en chlorure d'aluminium, mais ce chlorure, au contact

du sel marin, devient un chlorure double d'aluminium et de sodium, qui se condense à l'état liquide dans un récipient où le refroidissement le fait coaguler.

Ce double chlorure devient alors la ma-

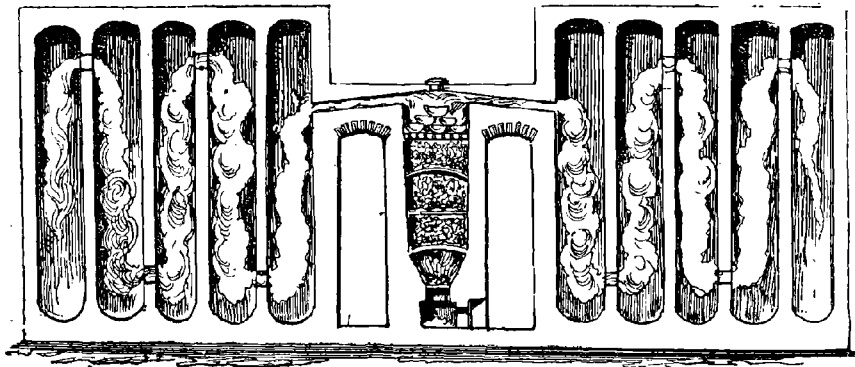


Extraction du mercure, à Almaden.

tière première de l'aluminium qu'il ne s'agit plus que de réduire, par le sodium, dans un four à réverbère en y ajoutant, comme fondant, une certaine quantité de *cryolithe* (un minéral qu'on ne trouve encore

qu'au Groënland et qui est un double fluorure d'aluminium et de sodium).

En somme, le lit de fusion se compose de 20 parties de chlorure, 42 parties de sodium en lingots, 5 parties de cryolithe et 5 parties



Extraction du mercure, à Idria.

de sel desséché; on mélange intimement les substances, on les étend ainsi sur la sole, portée au rouge, et l'on ferme toutes les portes du four.

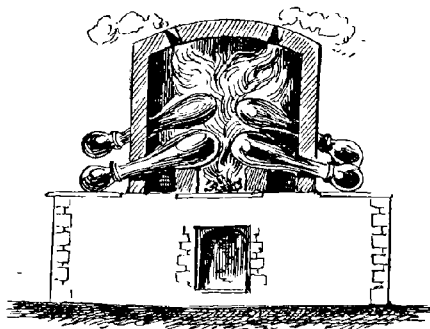
Une réaction violente, qui s'annonce par

un bruit ressemblant à une fusillade lointaine, s'opère entre le chlorure double et le sodium, et quand elle est terminée; c'est-à-dire quand on n'entend plus le pétilllement, on donne un coup de feu pour déterminer

la fusion du mélange, que l'on brasse vigou-
reusement avec un racloir en fer, par la porte
de travail.

L'opération terminée, l'aluminium métal-
lique, plus lourd que les scories liquides

de sel marin et de fluorure au milieu des-
quelles il nage d'abord, se réunit au fond du
bain, d'où on le fait sortir par un trou de cou-
lée pour le diriger, par une rigole, dans un
bassin de réception placé en dehors du four.



Extraction du mercure. (Méthode bavaroise.)

Cet aluminium, ainsi obtenu, est loin
d'être pur, mais pour le débarrasser des
dernières scories, il suffit de le refondre
successivement deux ou trois fois, ayant
soin de le brasser pendant chaque opéra-
tion avec une écumoire en fer.

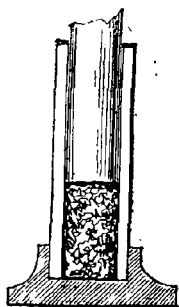
L'aluminium ne se fabrique couramment
qu'en France et en Angleterre, on ne con-
naît pas exactement la production anglaise
mais on sait que les deux usines françaises,

Salindres et Nanterre, n'en fournissent
guère plus de 2,000 kilogrammes par an.

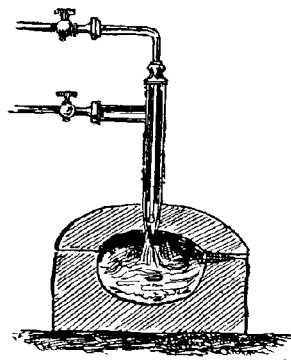
MÉTALLURGIE DU NICKEL

Les procédés d'extraction du nickel va-
rient selon les pays et surtout selon la nature
des minerais que l'on traite.

Les détails de la méthode allemande, où



Compression de l'éponge de platine.



Fusion du platine.

l'on opère sur le Kupfernichel, le meilleur
minéral du reste, ne sont point connus
(le métal lui-même ne fait guère que com-
mencer à entrer dans la fabrication usuelle)

Voici comment on opère à Birmingham

où l'on travaille le *Speiss* (résidu obtenu par
le traitement des minerais de cobalt).

On fond d'abord le *speiss* avec un mélange
de chaux et de spath fluor, puis on pulvérise
le résidu métallique et on le grille pour le

dissoudre dans l'acide chlorhydrique et le traiter par le chlorure de chaux.

Cela fait, on verse dans la liqueur un lait de chaux qui précipite le fer, à l'état de peroxyde, avec ce qui restait encore d'acide arsénique, puis on la filtre et la débarrasse du cuivre avec de l'hydrogène sulfuré.

On la traite de nouveau par le chlorure de chaux, qui fait déposer le cobalt à l'état de sesquioxyde, puis enfin, avec de l'eau on précipite le nickel à l'état d'oxyde vert hydraté.

Pour le réduire à l'état métallique on le lave et quand il est bien sec on le met en fusion dans des cylindres en terre réfractaire, mélangé avec du poussier de charbon de bois.

A Liège, où l'on extrait le nickel de certaines pyrites de fer d'une teneur de 3 à 5 pour cent de nickel, qu'on appelle *pyrrhotines*, on fond les pyrites, préalablement grillées, dans des fours à cuve. On dissout le résidu qu'on traite par la chaux, comme dans la méthode anglaise pour précipiter le peroxyde de fer, mais on sépare le cuivre à l'état métallique en plongeant des feuilles de tôle, dans le liquide, qu'on a eu le soin de filtrer.

Après quoi, on transforme le fer en oxyde insoluble par une addition de chaux, et on précipite le nickel au moyen de l'eau de chaux.

Le nickel obtenu n'est encore qu'à l'état d'oxyde hydraté, on le réduit en métal par les mêmes procédés qu'à Birmingham.

La statistique ne nous renseigne point sur la production générale du nickel (les usines de Prusse gardant le secret de leur fabrication) on évalue approximativement à 5,000 tonnes, les matières traitées annuellement pour son extraction, mais il ne faut accepter ce chiffre que sous toutes réserves, la production du nickel ayant pris une grande extension depuis quelques années.

Il nous resterait, pour avoir passé en revue les procédés d'extraction des 17 métaux qu'on appelle usuels (bien que quelques-uns le soient très peu), et qui se subdivisent en précieux, en communs et en rares, — il nous resterait à parler de l'arsenic, du bismuth, du cobalt, du manganèse, du magnésium, du palladium, de l'iridium et du cadmium.

Mais ces derniers, qui sont précisément dans la catégorie des rares, n'ayant pas d'usages à l'état métallique, n'ont point par conséquent de métallurgie proprement dite.

Nous terminons donc, sans regrets, cette étude; car tout ce que nous pourrions dire de plus, ne répondant pas à notre titre, serait sans intérêt pour nos lecteurs.

LES CANAUX

On entend généralement par canal, tout conduit, créé par la main des hommes, et destiné : soit à améliorer les voies navigables données par la nature, ou à en établir de nouvelles, en reliant des cours d'eau pour permettre le passage de l'un dans l'autre ; c'est ce qu'on appelle des canaux de navigation.

Soit à amener dans des réservoirs construits à cet effet, les eaux nécessaires à l'alimentation des villes ; et dans ce cas, ils sont désignés sous le nom de canaux de dérivation.

Soit, inversement, à éloigner des cités, les eaux inutiles ou nuisibles, ce qui constitue les égouts.

Soit enfin à répandre dans les campagnes les eaux nécessaires à la fertilisation du sol, c'est ce qu'on appelle les canaux d'irrigation.

Il y a bien aussi les canaux de dessèchement, qui ont un but diamétralement opposé, mais nous n'en parlons que pour mémoire, d'autant que nous ne voulons nous occuper ici que des canaux de navigation, dont la construction est une des branches les plus considérables de l'art de l'ingénieur.

L'origine des canaux remonte à la plus haute antiquité ; bien avant les Romains, qui nous ont laissé, par leurs aqueducs, de nombreuses traces de leurs canaux de dérivation, les Chinois et les Égyptiens possédaient des canaux de navigation ; il est vrai que c'étaient plutôt des rivières factices, car ils ne connaissaient pas le système des écluses, qui seul a permis l'établissement économique des canaux, pouvant faire mouvoir de très lourds fardeaux avec de médiores tirants d'eau.

Les écluses à sas — inventées, dit-on, vers 1439, par les ingénieurs Philippe de Modène et Fioraventi, lors qu'ils dirigèrent en Lombardie des travaux hydrauliques considérables pour le compte du duc de Milan (Philippe Marie Visconti) et plus certainement par deux horlogers de Viterbe, Denis et Pierre Dominique, qui construisirent en 1481 à Venise le premier canal à écluses — furent introduites en France par Léonard de Vinci, et expérimentées vers 1515 sur la rivière de l'Ourcq.

Dès lors la construction des canaux, perfectionnée d'abord par Adam de Craponne, qui eut la première idée des canaux à point de partage, puis par Hugues Crosnier, qui construisit le canal de Briare, et enfin par Pierre-Paul Riquet, le créateur du canal du Midi, prit un essor considérable qui ne s'est point ralenti depuis ; puisque tous les pays civilisés sont sillonnés de canaux, qui commençant l'œuvre si merveilleusement continuée par les chemins de fer, a puissamment contribué au développement de l'industrie et à la prospérité du commerce.

La France est une des contrées les plus favorisées sous le rapport de la canalisation, puisqu'elle compte plus de 5,000 kilomètres de canaux navigables dont 3,500 exploités directement par l'État, et le prix des transports y est si économique que les matières encombrantes, telles que les comestibles, produits agricoles, matériaux de construction qui, charroyées sur les routes, coûtent environ 15 centimes par tonne et par kilomètre, ne coûtent pas plus d'un centime et demi sur les canaux.

Cela s'explique, de reste, en ce que le déplacement d'un bateau, très lourdement

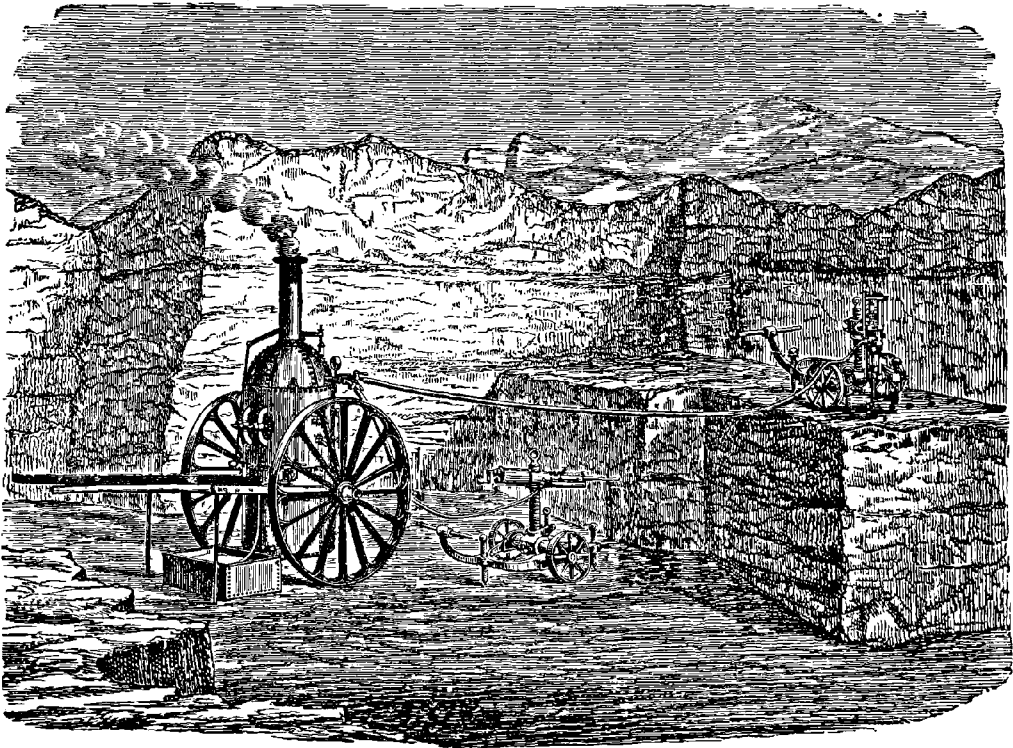
chargé, exige peu de force sur une eau tranquille (ce qui est le cas des canaux), un cheval ou au besoin deux hommes, suffisent à le haler dans une direction comme dans l'autre, puisque le canal est sans courant appréciable, l'emploi des écluses permettant ou même obligeant à le creuser dans un plan horizontal.

Les canaux de navigation se divisent en trois catégories : canaux latéraux, canaux

à point de partage et canaux maritimes, mais avant de nous occuper séparément de chacune d'elles, nous allons étudier, au point de vue général, les diverses opérations de la construction.

CONSTRUCTION D'UN CANAL.

Tout canal de navigation, affectant la forme d'un lit de rivière, est en somme une tranchée plus ou moins large, plus ou moins



Creusement d'une tranchée avec le perforateur Mac Kean.

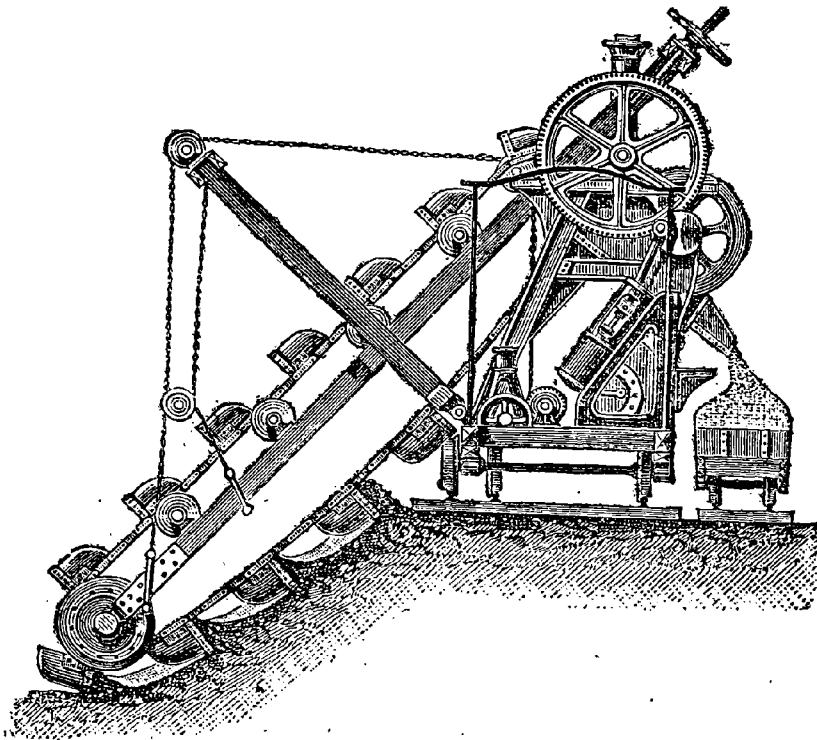
profonde, selon les services qu'on en attend, mais qui se creuse exactement, comme celles des chemins de fer, dont nous avons déjà parlé dans cet ouvrage.

Plus facilement même; car on n'a généralement pas de grandes profondeurs à atteindre, et, comme on a toujours des longueurs considérables à creuser, on peut installer un matériel qui permette de travailler mécaniquement.

Les appareils mécaniques sont de plusieurs sortes et s'emploient selon les circonstances.

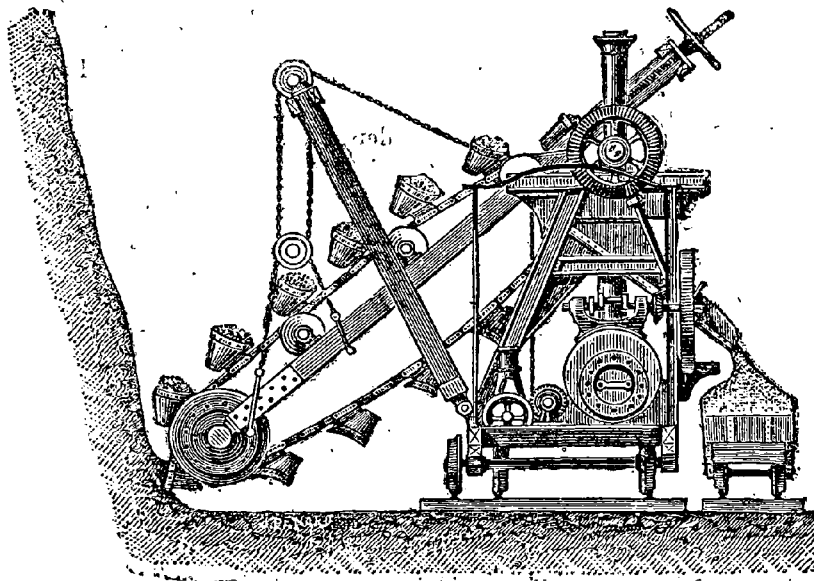
Si l'on a, par exemple des bancs de roches dures à traverser et qu'il faille faire jouer la mine, on emploie les machines perforatrices, absolument comme dans les carrières à ciel ouvert.

Le perforateur Mac Kean a des affûts spéciaux à cet usage auquel il est très com-



Machine Demange et Satre, disposée en excavateur.

mode, une machine à vapeur de quatre chevaux, facile à déplacer puisqu'elle est | montée sur un bâti à deux roues pouvant en actionner deux à une vitesse de 800



Machine Demange et Satre, disposée en drague.

coups par minute, qui produit beaucoup de | besogne.

Liv. 83.

Si l'on opère en roches tendres, dans des | argiles ou dans des sables, ce qui est le

83

cas le plus ordinaire, au lieu de creuser à la main, on se sert d'appareils divers qu'on appelle excavateurs, terrassiers mécaniques et autres. La plus ingénieuse des machines de ce genre est l'excavateur dragueur, que fabriquent MM. Demange et Satre de Lyon et qui est à double effet, car il peut opérer comme excavateur, c'est-à-dire travailler en dessous du moteur, et comme dragueur, c'est-à-dire travailler en dessus.

Cette machine, dont nous donnons deux dessins, repose du reste sur le principe de la drague, seulement les godets sont plus grands et, comme ils doivent fonctionner à sec, munis à l'orifice d'une partie métallique, suffisamment aiguisée pour qu'ils puissent creuser le terrain en s'emplantant de matériaux qu'ils viennent vider, chacun leur tour, dans un entonnoir qui les conduit à un wagonnet.

Dans le premier cas, l'excavateur creuse le fond de la tranchée et la herge de droite; l'inclinaison de l'arbre, qui porte la chaîne sans fin, pouvant être réglée selon celle qu'on veut donner au canal.

Dans le second cas, l'appareil ayant été descendu, — ou pour perdre moins de temps, un autre semblable étant installé sur le fond du canal, — le dragueur attaque le front du chantier qui se dresse devant lui comme un mur et termine aussi la berge de gauche; grâce à l'inclinaison qu'on peut donner aux godets.

Trois machines établies ainsi, une de chaque côté et la troisième au milieu du canal, peuvent faire le travail de bien des terrassiers et ne nécessitent en fait d'installation extraordinaire qu'une double voie au chemin de fer, puisque même avec le travail manuel il faut toujours une ligne de rails pour le roulage des déblais.

Encore n'est-ce pas absolument indispensable, car lorsque le terrain est assez solide, le moteur locomobile, qui actionne l'appareil, peut rouler sur des roues plates directement sur le sol, ou mieux sur des voies

en madriers, que l'on place devant lui, au fur et à mesure de son avancement.

Ce système a cela de bon, qu'il peut fonctionner même si l'on est envahi par les eaux, il est vrai que dans ce cas, surtout si les eaux sont abondantes, on peut employer la drague ordinaire ou un de ses perfectionnements dont nous parlerons à leur usage plus spécial : l'approfondissement des canaux.

Quel que soit le système employé pour le creusement, un canal n'est toujours qu'une tranchée continue, ou pour mieux dire une série de tranchées, car son sol, qu'on appelle *plafond*, n'étant pas en plan incliné comme le lit des fleuves ou des rivières qu'il est appelé à suppléer, on le creuse pour gagner la pente naturelle, en parties horizontales, qu'on appelle *biefs* et qui s'abaissent, par étages successifs, depuis le point de départ jusqu'au point d'arrivée.

Il s'ensuit donc que ces biefs ne sont pas au même niveau, et c'est pour franchir ces niveaux, qui offrent presque toujours des ressauts très brusques, qu'on établit, entre chaque bief, des *écluses à sas*.

Le sas est un étranglement du canal — assez long pour contenir le plus grand bateau et assez large pour en laisser passer deux de front, — formé de deux murs longitudinaux, en maçonnerie qu'on appelle *bajoyers* et de deux portes mobiles en charpente ou en tôle, qui constituent l'écluse proprement dite.

Chacune de ces portes se compose de deux vantaux symétriques, disposés de telle sorte que lorsqu'ils sont fermés, ils forment en butant l'un contre l'autre, un angle obtus du côté où l'eau exerce sa pression; lorsqu'ils sont ouverts, ils se rangent le long des *bajoyers* dans un enfoncement pratiqué de chaque côté, à cet effet.

Le jeu de ces écluses est facile à comprendre.

Si un bateau arrive dans le bief supérieur, on ouvre la première porte du sas, l'eau

y pénètre et se met bientôt de niveau, le bateau entre dans le sas, dont on ferme alors la première porte pour éviter une inutile déperdition d'eau.

Pour le faire passer ensuite dans le bief inférieur, il n'y aurait qu'à ouvrir la seconde écluse, mais comme cela n'est pas possible en raison de la poussée en sens contraire, que les vantaux reçoivent de l'eau accumulée dans le sas, on ouvre seulement les vannes dont les vantaux sont munis et qu'on fait mouvoir d'en haut, au moyen d'une manivelle actionnant une roue dentée, qui s'engrène sur une tige à crémaillère.

Cette vanne ouverte, l'eau du sas descend peu à peu au niveau du bief inférieur, alors on ouvre les portes; le bateau s'introduit dans le bief et continue sa navigation ordinaire jusqu'à la prochaine écluse.

L'opération se répète en sens inverse, s'il s'agit de faire passer un bateau du bief inférieur dans le bief supérieur, c'est-à-dire qu'après avoir introduit la barque dans le sas, dont on a fermé la seconde porte, on ouvre les vannes de la première porte pour que l'eau du sas s'élève au niveau du bief supérieur.

Malgré les soins apportés à cette double manœuvre on perd toujours une éclusée d'eau à chaque passage de bateau; pour les canaux richement alimentés l'inconvénient n'est pas grand, mais dans certains cas, par les grandes chaleurs surtout, cette perte ne se répare pas facilement et l'on est quelquefois obligé de limiter le nombre des passages de bateaux.

Aussi a-t-on cherché, et cherche-t-on encore tous les jours les moyens; sinon d'éviter complètement cette perte d'eau, mais du moins de l'atténuer le plus possible.

Les systèmes les plus connus, bien que ne donnant que des demi-résultats, sont par rang d'ancienneté.

1° Les plans inclinés de Reynolds et Fulton avec lesquels on n'effectue la remonte

d'un bateau que simultanément avec la descente d'un autre, au moyen d'un sas incliné; et que, par conséquent, il n'est pas besoin de remplir d'eau.

2° Les *Écluses à chariot* de Mercadier, qui sont un perfectionnement du système précédent; en ce sens que le bateau montant et le bateau descendant sont placés sur des chariots pleins d'eau, espèces de sas mobile qui roulent sur des plans inclinés.

3° Les *Écluses à sas mobile*, inventées par Solage et Bonnet: avec ce système on opère comme à l'ordinaire, seulement le sas est supporté verticalement par un caisson vide qui, placé sur un puits, plonge plus ou moins dans l'eau de ce puits, ou remonte à la surface, par les effets contraires, produits par l'augmentation ou la diminution de l'eau dans le sas.

4° Les *Écluses à flotteur* de Betancourt produisent autrement le même effet; au moyen d'un réservoir en communication constante avec le sas, et dans lequel l'eau monte ou descend par l'effet d'un flotteur, qui s'enfonce dans le réservoir ou monte à sa surface; avec d'autant plus de facilité, qu'il est équilibré, dans presque toutes les positions, par un contrepoids.

5° Les *Écluses à piston*, de Burdin, partent du même principe, seulement le réservoir, au lieu d'être actionné par un flotteur, l'est par un piston, disposé de façon à agir comme celui d'une pompe aspirante, pour faire entrer dans le réservoir tout le volume d'eau qui s'écoulerait du sas, par l'ouverture des portes, et par contre pour faire ressortir cette eau du réservoir, lorsqu'il est besoin de remplir le sas.

6° Et les *Écluses Girard*, le meilleur système de tous parce qu'il combine, dans un ingénieux perfectionnement, tout ce que les systèmes Betancourt et Burdin ont de bon, malheureusement son application est assez rare.

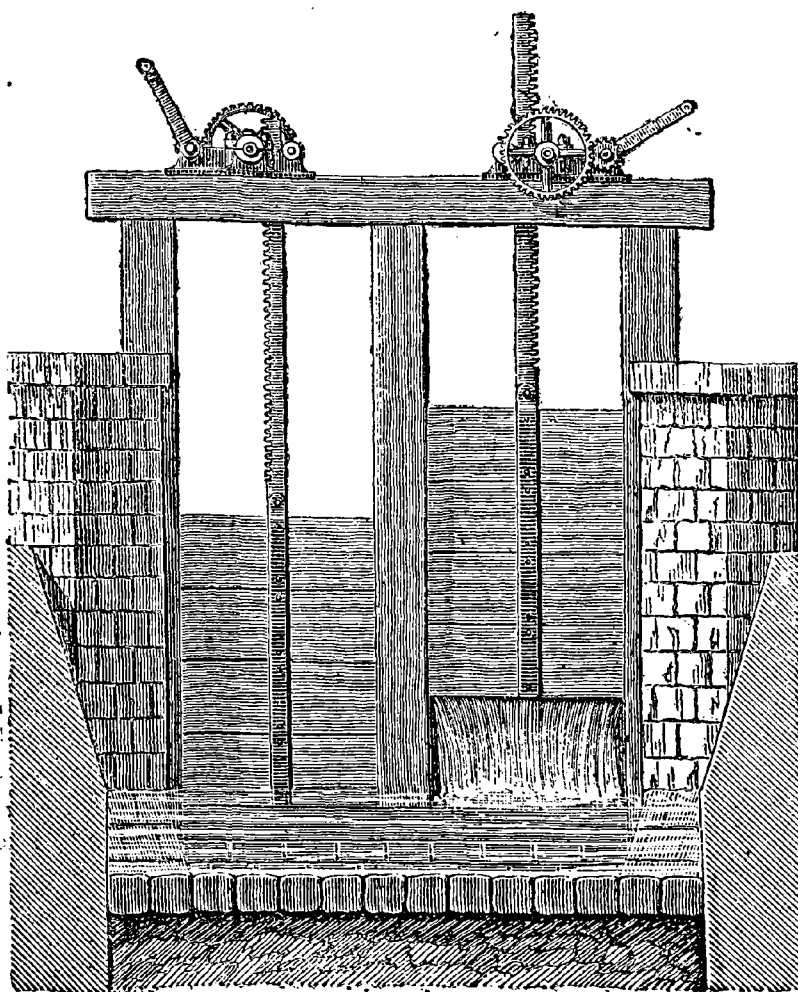
Les dimensions d'un canal n'ont rien d'absolu; on proportionne sa largeur aux

services qu'on en attend; quelquefois à la configuration du terrain dans lequel on travaille, mais le minimum doit suffire au passage à l'aise de deux bateaux encombrés, marchant en sens contraire.

Quant à la profondeur normale elle est

calculée de façon à ce qu'il reste au moins 30 à 40 centimètres d'eau sous le bateau le plus lourdement chargé.

Les bords des canaux sont plus ou moins inclinés, selon que les terrains sont plus ou moins consistants, car on évite, autant que



Une écluse. — Mécanisme des vannes.

possible, les travaux de consolidation sur les talus; on les surmonte, du reste, d'un petitsentier de 25 centimètres de large qu'on appelle *riberne* et sur lequel on plante des glaiëuls. Ce sentier, au niveau de l'eau, a pour but d'empêcher que les mouvements imprimés à cette eau par le passage des

bateaux, ne provoquent l'éboulement des talus intérieurs.

Sur chaque bord du canal, on établit généralement deux voies; l'une, dont la largeur varie de 3 à 6 mètres, est le chemin de halage, sur lequel circulent les chevaux qui tirent les bateaux; l'autre, plus étroite et

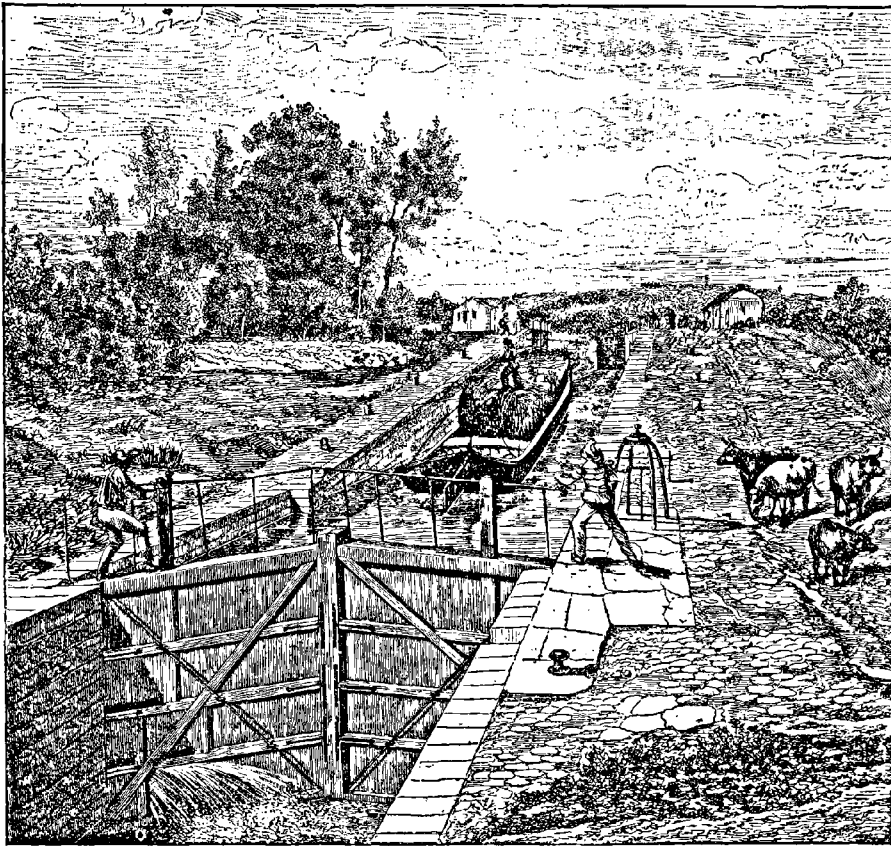
destinée aux piétons, s'appelle la *banquette*.

Chacune de ces voies est séparée de la campagne par un fossé, qui reçoit les eaux fluviales, et les empêche ainsi de dégrader l'ouvrage.

Telle est la disposition ordinaire des canaux, nous allons maintenant les étudier par catégories.

CANAUX LATÉRAUX

Les canaux latéraux, comme leur nom l'indique, courent presque parallèlement à la rivière ou au fleuve, qu'ils ont pour objet de suppléer, parce que la navigation en est mauvaise ou irrégulière : tel est le cas du canal de la Marne, du canal de la Loire, du



Ensemble d'une écluse à sas.

canal de la Garonne et de bien d'autres.

Ce ne sont alors que des annexes des grands cours d'eau, dont l'établissement est des plus simples, puisqu'ils ont la pente dans le même sens et suivent la même vallée.

Leur tracé doit cependant être fait, d'abord le plus économiquement possible, au point de vue des acquisitions de terrain et de l'exé-

cution des travaux; ensuite de façon qu'ils soient à l'abri des inondations ordinaires, et qu'ils conservent bien l'eau nécessaire à la navigation.

Quelquefois pourtant, les canaux latéraux ne suivent pas le cours des rivières qu'ils remplacent; il en est qui ont pour but d'abrèger, par une ligne droite, des distances considérables formées par des courbes de

rivière très prononcées, tels sont par exemple, pour ne regarder qu'auprès de nous : les canaux de l'Ourcq, Saint-Martin et Saint-Denis, qui ferment la boucle de la Seine : le canal de Cornillon, qui évite près de Meaux, un dangereux détour de la Marne ; et le canal de Saint-Maur, créé pour le même objet.

La construction de ces canaux présente généralement plus de difficultés, elle nécessite quelquefois des travaux d'art, ponts et tunnels, mais en dehors de cela, dont nous aurons occasion de reparler, ils ne sortent pas de la catégorie.

Les canaux latéraux, n'ayant à franchir aucun obstacle considérable, la pente s'établit tout naturellement du point de départ au point d'arrivée, avec rachat de niveau, de distance en distance (puisque le canal ne doit point donner d'écoulement à l'eau pour en dépenser le moins possible) par des chutes que des écluses permettent aux bateaux de franchir sans secousses.

• Leur alimentation est également sans difficulté ; puisque c'est la rivière qu'ils côtoient ou l'un de ses affluents, qui doit leur fournir l'eau nécessaire ; à cet effet on pratique, au point de départ, un ensemble de travaux ; barrage ou écluse, selon les cas, que l'on appelle *prise d'eau*.

Ce système permet de proportionner la dépense d'eau aux besoins du canal qui, souvent encore, fait des économies surtout si l'on a eu soin de dériver vers lui, de distance en distance, les ruisseaux tributaires de la rivière, qui réparent et au delà les pertes occasionnées par l'évaporation et surtout par les infiltrations, contre lesquelles on prend rarement des précautions ; car on peut citer comme des exceptions les cas où l'on bitume le plafond du canal, (ce qu'on a été obligé de faire cependant pour une section du canal de la Marne au Rhin).

Les canaux latéraux, qui suivent continuellement le cours d'un fleuve ou d'une rivière, sont généralement, près des points

importants du parcours, reliés avec ce fleuve par de petits canaux transversaux, munis d'écluse, et qu'on appelle *descente de rivière*.

Établissement indispensable, d'ailleurs, car autrement le canal n'aurait d'utilité que pour les bateaux qui ont besoin de le parcourir d'une extrémité à l'autre, et ceux qui doivent charger ou décharger dans les villes intermédiaires, ne pourraient pas s'en servir.

Cependant, ces petits bouts de canaux ne sont pas aussi communs qu'ils pourraient l'être.

CANAUX A POINT DE PARTAGE

Les canaux à point de partage sont des voies nouvelles ouvertes à la navigation.

On les appelle ainsi parce que destinés à relier deux rivières et à faire communiquer entre eux deux bassins fluviaux contigus, ils sont obligés de franchir les collines ou les chaînes de montagnes ; par les points où les eaux, qui descendent de ces collines, se séparent pour couler les unes sur un versant, les autres sur le versant opposé.

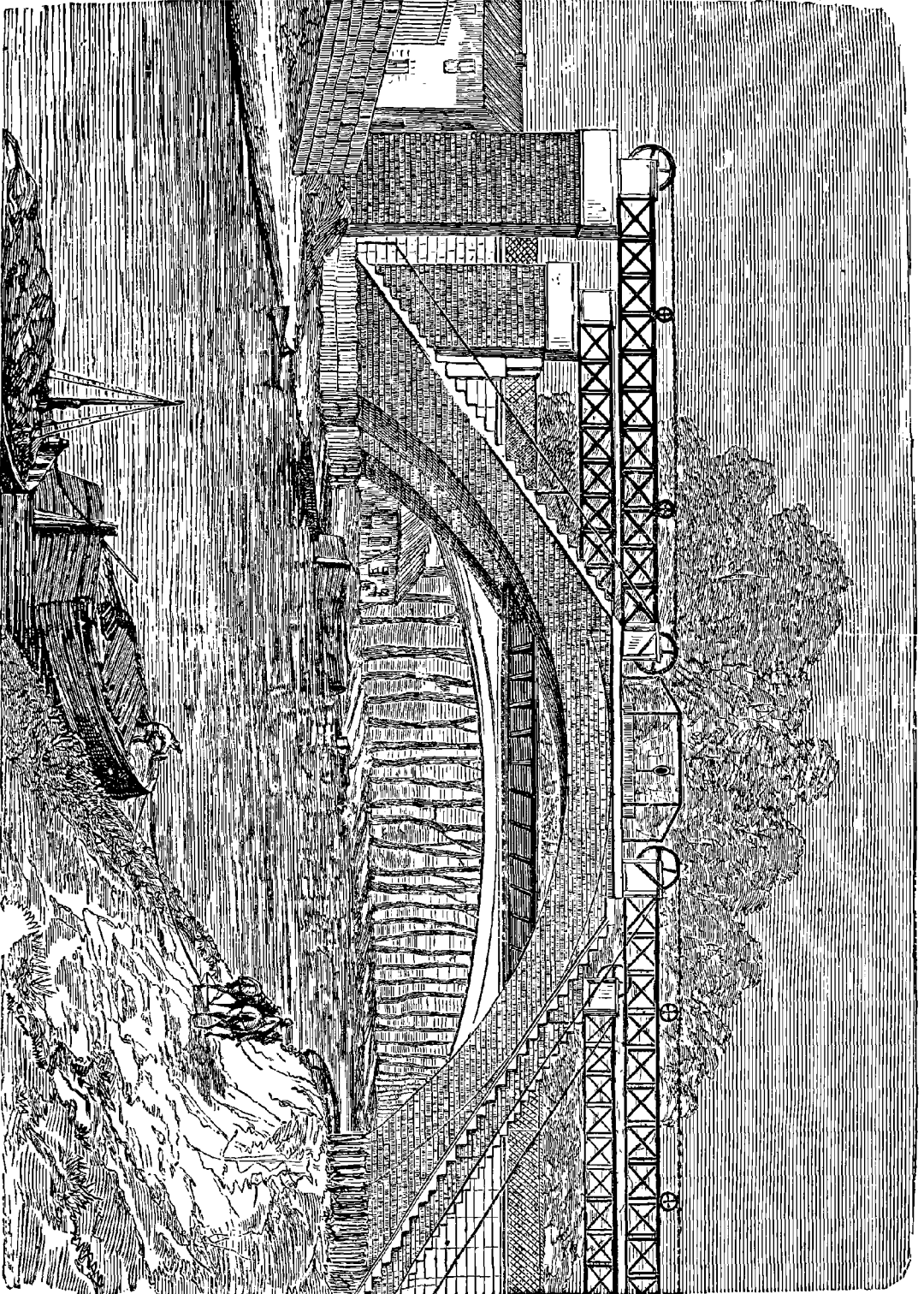
On conçoit de suite que leur tracé soit plus difficile, car ayant des pentes en sens opposé, on est forcé de les racheter par des écluses, d'autant plus nombreuses que ces pentes sont plus rapides.

Toute la difficulté, du reste, consiste dans le passage de la montagne.

Quelquefois on la lève en perçant un tunnel, comme on le fait pour l'établissement des voies ferrées, mais c'est une exception et le plus souvent on se décide à faire franchir la montagne au canal lui-même.

Naturellement, on creuse les tranchées le plus profondément que l'on peut, et l'on allonge le parcours autant qu'il est nécessaire ; pour tourner l'obstacle du mieux possible, mais surtout pour chercher sur la route des sources, des ruisseaux abondants pour constituer, de distance en distance, des approvisionnements d'eau.

Car, si l'on peut toujours, en multipliant



PONT DU CANAL DE L'OURGO.

les écluses, et en divisant le canal en de nombreux biefs à pente nulle, faire franchir aux bateaux des niveaux successifs, relativement considérables, il faut absolument compter perdre à chaque passage la quantité d'eau nécessaire à remplir le sas et naturellement songer à remplacer cette eau perdue.

Lorsqu'on ne trouve sur le parcours : ni les sources, ni les ruisseaux qu'il faudrait pour alimenter le canal (qui ne peut rien emprunter aux rivières qu'il relie, puisqu'elles coulent toujours en contre bas) on creuse des étangs artificiels, ou l'on établit des réservoirs, destinés à recevoir toutes les eaux pluviales de la contrée.

A cet effet on barre, avec une digue en maçonnerie, l'endroit le plus resserré d'un vallon, et l'on y amène les eaux des hauteurs voisines, au moyen d'une multitude de petits ruisseaux, qu'on appelle rigoles alimentaires.

Ces eaux s'accumulent dans le réservoir et on les soutire par des vannes, dont le débit est réglé avec soin, pour les faire passer dans le canal, au fur et à mesure des besoins de la navigation.

En dehors de cette difficulté, et la montagne franchie; les canaux à point de partage sont absolument disposés comme les canaux latéraux.

Le premier de ce genre qui ait été construit est le canal de Briare, que commença Hugues Crosnier en 1604 et qui ne fut terminé qu'en 1642.

Mais le plus remarquable est le canal du Midi, œuvre gigantesque que son auteur, Pierre-Paul Riquet, n'eut pas le bonheur de voir terminer, il mourut six ans avant, en 1681, après avoir consacré quinze ans à la direction des travaux.

Il est vrai qu'il n'avait fallu que six ans pour faire la partie la plus difficile : de Toulouse au col de Naurouse, toujours en montant jusqu'à 189 mètres au-dessus du niveau

de la mer, mais la descente à l'étang de Thau fut beaucoup plus longue.

C'est qu'il restait les travaux accessoires, mais accessoires indispensables ; car il fallait de l'eau pour alimenter le canal.

Pour cela, Riquet fit creuser des lits nouveaux à tous les ruisseaux de la contrée, sur une longueur de plus de 80 kilomètres ; et comme c'était encore insuffisant, il construisit deux immenses réservoirs : celui de Lampy qui a une superficie de 24 hectares sur 15 mètres de profondeur moyenne et celui de Saint-Ferreol qui occupe 67 hectares, à 38 mètres de profondeur.

Le bassin de Lampy est circonscrit entre les flancs de la montagne Noire, et une digue de barrage appuyée sur des rochers qui resserrent le vallon.

Cette digue a 68 mètres de longueur à la base, 116 mètres à son couronnement et une hauteur de 16 mètres, divisée intérieurement en quatre étages de voûtes, disposées ensautoir, les unes au-dessus des autres, et fermées de vannes.

Extérieurement cette muraille formidable, dont la largeur diminue progressivement ; ce qui ne l'empêche pas d'offrir encore au sommet une chaussée de plus de cinq mètres de large, est soutenue par de puissants contreforts, dont notre gravure indique la disposition.

CANAUX MARITIMES

Les canaux maritimes sont créés dans le même but que les canaux à point de partage ; seulement comme ils sont destinés à unir deux mers et par conséquent à donner passage à des navires de toute puissance, ils doivent être infiniment plus larges et plus profonds.

Une étude succincte du canal de Suez, le plus considérable des travaux de ce genre, donnera une idée de leur établissement.

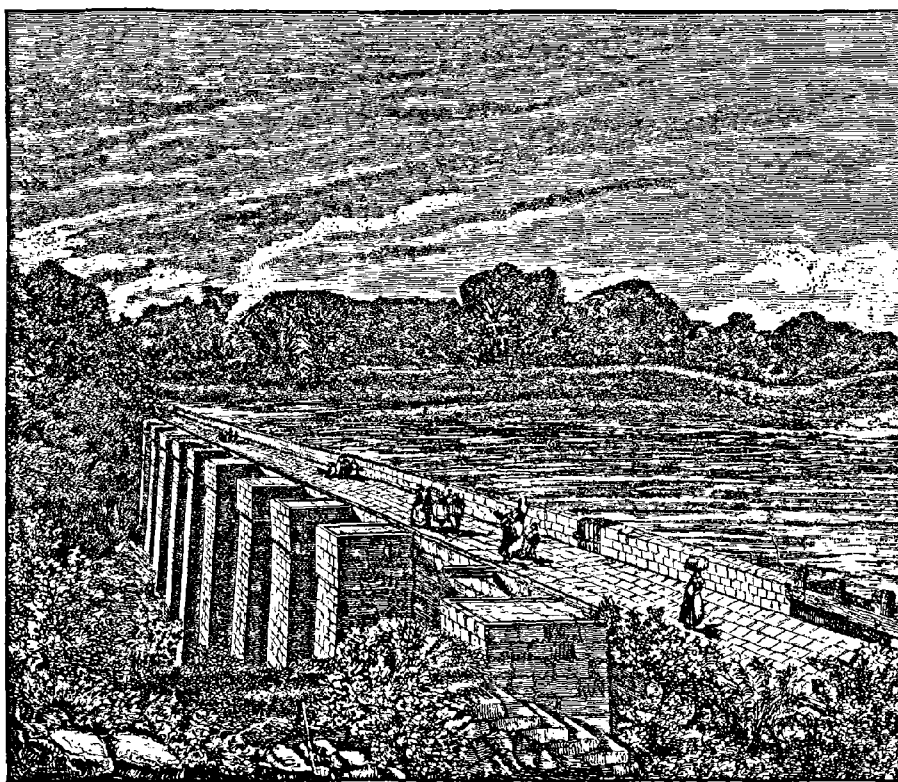
L'historique de cette gigantesque entreprise, qui restera la gloire de M. Ferdinand

de Lesseps, n'est plus à faire; on sait théoriquement comment la réunion de la mer Rouge et de la Méditerranée, qui avait été le rêve de tous les siècles, a été accomplie dans le nôtre; nous allons essayer de l'expliquer pratiquement.

Le tracé primitif, adopté après les avant-projets de MM. Linant et Mongel, ingénieurs du vice-roi d'Égypte, partait de Suez et se di-

rigéait vers les lacs amers, en traversant la plaine formée de sables et de galets, amenés jusque-là par les grandes marées d'autrefois, sans autres grands obstacles que le seuil de Chalouf, plateau rocheux qu'il fallait couper sur une longueur de 8 à 10 kilomètres.

Après avoir traversé l'immense dépression des lacs amers, le canal devait rejoindre



Réservoir de Lampy, pour l'alimentation du canal du Midi.

le lac Timsah, en se frayant un passage à travers le seuil de Sérapéum.

Du lac Timsah, sur le bord duquel s'élève maintenant Ismaïlia, à la série des lacs Ballah et Menzaleh il fallait encore couper un seuil considérable, celui d'El Guisr dont l'élévation est de 19 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée, mais après il n'y avait plus de difficultés et le canal arrivait à la mer par le fond du golfe de Peruse.

Ce tracé a été adopté, sauf la dernière partie et l'embouchure du canal a été reportée à 28 kilomètres plus à l'ouest, à l'endroit où s'est créée, comme par magie, la ville de Port Saïd.

De cette façon le canal a une longueur totale de 160 kilomètres que, sauf la traversée des lacs amers (16 kilomètres), il a fallu creuser complètement.

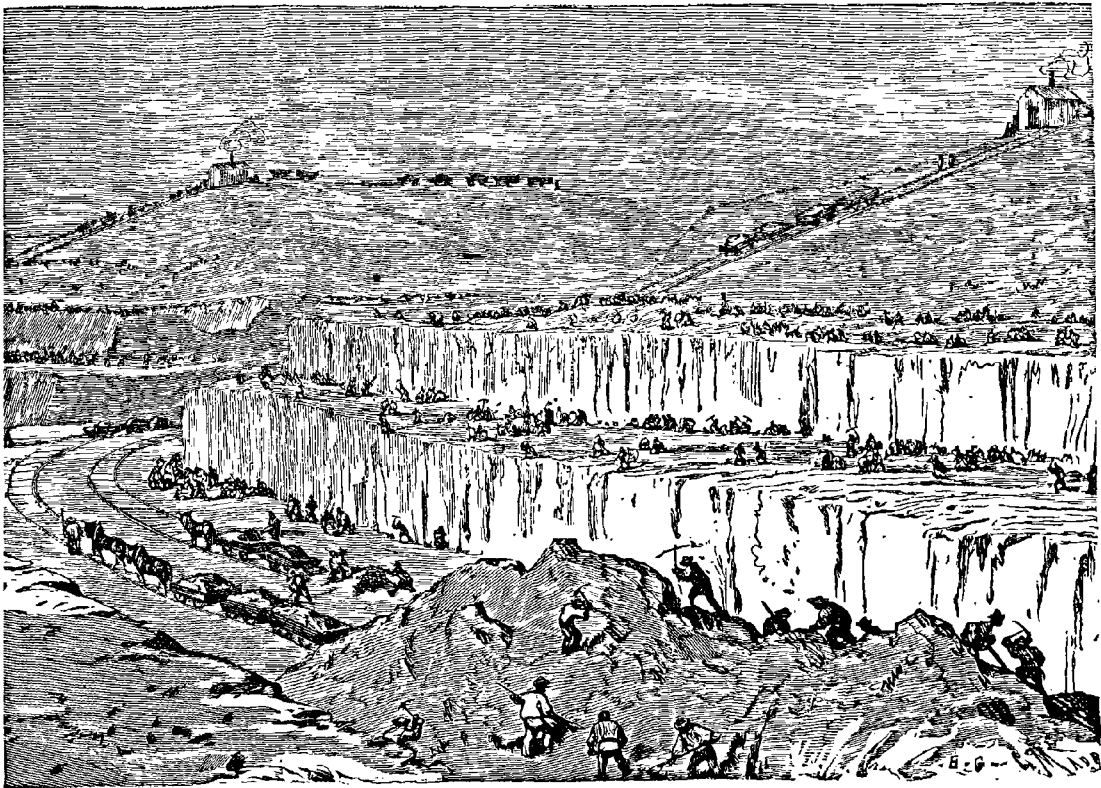
Sans compter le canal d'eau douce, qu'on

a dû établir d'abord, pour assurer le transport des matériaux et des denrées nécessaires à l'alimentation des ouvriers, dont le chiffre, qui n'était que de 8000 les premières années, a pu être triplé sitôt l'ouverture de ce canal, c'est-à-dire le 1^{er} mai 1862, bien que le premier coup de pioche n'ait été donné que le 25 août 1859.

Ce canal, d'une largeur moyenne de 20

mètres, a sa prise d'eau dans le Nil, à Kars el Nil, un peu au-dessus de Boulak, longe la ville du Caire et suit à peu près le tracé de l'ancien canal de Trajan jusqu'au lac Timsah.

On avait pensé, dans le principe à l'utiliser pour l'alimentation du canal maritime, mais comme son emploi nécessitait des écluses, on y a renoncé pour creuser une



Canal de Suez. — Travaux du seuil de Chalouf.

tranchée ouverte dans laquelle la mer circulerait librement, sur une largeur de cent mètres, jusqu'aux lacs amers, et de quatre-vingts seulement au delà.

Cette tranchée n'est pas partout uniforme et différents types ont été adoptés, selon la nature des terrains.

Ainsi, dans la plaine de Suez, la ligne d'eau a 112 mètres de large, au niveau de la haute mer; les talus de la cuvette sont ceux

que prennent naturellement les terrains traversés; mais un peu au-dessous du niveau moyen de la mer Rouge une large banquette est ménagée et protégée par des talus, réglés à cinq pour un, jusqu'au niveau de la haute mer.

A la traversée du seuil de Chalouf, comme de tous les autres seuils du reste (sauf la largeur qui là est de cent mètres, tandis qu'elle n'est que de 80 aux autres seuils) une

banquette de 2 mètres est ménagée, en contre-bas de l'eau, et une seconde banquette, de 3 mètres de largeur, est établie à 3 mètres au-dessus du niveau de l'eau.

A la traversée des lacs Menzaleh, la largeur à la ligne d'eau est de 100 mètres et une large banquette est pratiquée à 1^m,25, en contre-bas du niveau de l'eau, pour permettre aux vagues de se développer sans attaquer les talus du canal.

Partout, d'ailleurs, le plafond a au moins 22 mètres de largeur et la profondeur moyenne du canal est de 8 mètres; ce qui en permet le passage à tous les navires ne calant pas plus de 7^m,50.

Le creusement de cette immense tranchée, dont il a fallu enlever plus de 75 millions de mètres cubes de déblais, ne s'est pas opéré partout de la même manière.

Dans les parties dures, à la traversée des seuils notamment, on a ouvert les tranchées à sec et on a continué ainsi à des profondeurs variables, c'est-à-dire jusqu'à la rencontre du sable et de l'argile, charroyant les déblais au wagon sur des chemins de fer provisoires, et les enlevant définitivement par des plans inclinés, dont les machines motrices étaient installées sur les sommets des rampes, et disposées le long du chantier, de 200 mètres en 200 mètres.

La première cuvette terminée, on l'emplissait d'eau qu'on empruntait : soit aux lacs les plus voisins, soit au canal d'eau douce, soit même directement à la mer Rouge, et l'on se créait ainsi non seulement des moyens de transports moins coûteux que le roulage en wagons, mais encore un chantier pour terminer le creusement à la drague, dont le travail augmentait peu à peu les dimensions du canal.

Les bateaux dragueurs rendirent d'immenses services, d'autant qu'à cette époque les excavateurs dont nous avons parlé, et qui fonctionnent maintenant aux travaux du canal de Panama, n'étaient pas connus.

Chacun sait qu'une drague se compose

d'une chaîne sans fin à longues mailles pleines, sur lesquelles on fixe, à intervalles égaux, un certain nombre de *godets* ou *hottes* en tôle de fer, qui, actionnées par le mouvement que la chaîne reçoit en passant sur un tambour, se chargent tour à tour de vase qu'ils prennent au fond de l'eau et qu'ils viennent vider dans un conduit, placé à la partie supérieure du plan incliné que parcourt la chaîne; mais on augmenta la puissance des dragues ordinaires, on les actionna par des machines de 40 chevaux et on porta leurs godets jusqu'à la capacité de 400 litres.

Avec ce système, 7 dragues desservies par 15 bateaux porteurs de déblais, enlevèrent mensuellement des bassins de Port Saïd, cent mille mètres cubes de matières.

On fit mieux encore, on inventa la drague à long couloir, qui donna de si excellents résultats, que partout où il n'y avait pas d'eau naturellement dans la tranchée commencée; on en introduisait, sitôt que son approfondissement le permettait, pour pouvoir travailler avec.

Cet instrument est une drague ordinaire, plus puissante que celles que nous voyons tous les jours en rivière et que nos marins appellent un peu pittoresquement *Marie Salope*.

Seulement, au lieu de déverser ses godets sur un chaland elle les décharge sur un entonnoir, dans lequel est emmanché un long couloir, qui conduit les déblais sur les rives du canal et les met tout de suite en place, pour la construction des talus ou banquettes.

Ce couloir déversoir, indépendant d'ailleurs de la drague, est un canal semi-elliptique de 60 centimètres de profondeur sur 1^m,50 de largeur, et dont la longueur a 70 mètres, il est supporté par deux poutres en treillis, qui prennent leur point d'appui sur un chaland, au tiers environ de leur développement.

Une chaîne balayeuse, mue par le moteur

de la drague à laquelle on l'ajuste, le parcourt continuellement pour éviter que les déblais ne s'y arrêtent, et permettre son usage sur un plan aussi peu incliné que possible. Ce système permettait dans presque tous les cas, le dépôt des déblais, directement sur les rives. Cependant quand elles étaient trop élevées, on déversait avec des couloirs moins longs, quelquefois même sans couloir, les matières dans des caisses qu'on enlevait avec des grues spéciales, appelées éleveurs, ou dans des wagons roulant sur les doubles rails d'un plan incliné.

C'est ainsi, en cherchant toujours le plus possible à faire arriver l'eau dans les travaux (et c'est pour cela que le lac Timsah fut relié avec la Méditerranée dès le mois d'août 1866) pour creuser à la drague plutôt qu'autrement, que la grande œuvre fut achevée en moins de dix ans.

Car s'il ne fut ouvert à la grande navigation que le 17 novembre 1869 il était complètement terminé le 16 août.

En dix ans, par le percement de ce canal, qui, en abrégant de 3 000 lieues la route de l'Inde, met l'Occident en communication avec l'Orient, l'isthme de Suez, qui était un désert, est devenu une contrée florissante où trois villes nouvelles comptent aujourd'hui plus de 50 000 habitants, dont moitié d'Européens.

Mais dame! cela a coûté 432 millions, sans compter les centimes.

Le même miracle va se produire, peut-être dans des proportions moindres, à l'isthme de Panama, dont le percement est entrepris aussi par M. de Lesseps.

Les travaux seront pourtant tout aussi considérables, plus même si l'on se base sur les prévisions des ingénieurs, qui évaluent la dépense totale à 800 millions, bien que le canal en cours d'exécution ne doive pas avoir plus de 73 kilomètres de longueur, sur une largeur moyenne de 32 mètres à la surface et 20 au plafond.

Mais, c'est qu'il ne s'agit plus de creuser un lit dans des sables et des argiles, il faut s'ouvrir une voie à travers de vraies montagnes, et l'on n'a point sur le parcours des lacs amers, qui donnent une besogne toute faite.

Le canal, dont l'idée première appartient au grand naturaliste Alexandre de Humboldt, qui dès le commencement de ce siècle étudia dans tous leurs détails les différentes questions relatives à ce travail gigantesque — le canal, exécuté d'après les projets de deux lieutenants de vaisseau français, MM. Napoléon Bonaparte Wyse et Armand Reclus, part du golfe de Limon près de Colon, port déjà considérable sur l'océan Atlantique, pour venir déboucher dans la baie de Panama, sur l'océan Pacifique, en suivant, le plus possible, la ligne du chemin de fer, qui relie les deux mers depuis 1855, de façon à utiliser cette voie de communication pour le transport des matériaux et des ouvriers sur les chantiers.

Sa profondeur variera entre 8^m,50 et 10^m,55, et naturellement, il sera à niveau constant, c'est-à-dire sans écluses.

Malgré l'immensité des travaux à faire, on espère qu'il ne faudra pas plus de sept à huit ans pour le livrer à la grande navigation, car si la main-d'œuvre a notablement augmenté (ce qui, en somme, n'est qu'une question d'argent) l'outillage s'est considérablement perfectionné depuis le percement de l'isthme de Suez.

Ainsi pour les terrassements, qui sont, du reste, la grosse affaire vu les énormes tranchées qu'il faut creuser, on a les excavateurs, les terrassiers mécaniques, des machines perforatrices de toutes sortes.

Pour les transports des matériaux on a les chemins de fer portatifs; et l'usine Decauville a construit un matériel considérable et tout à fait spécial aux travaux de Panama.

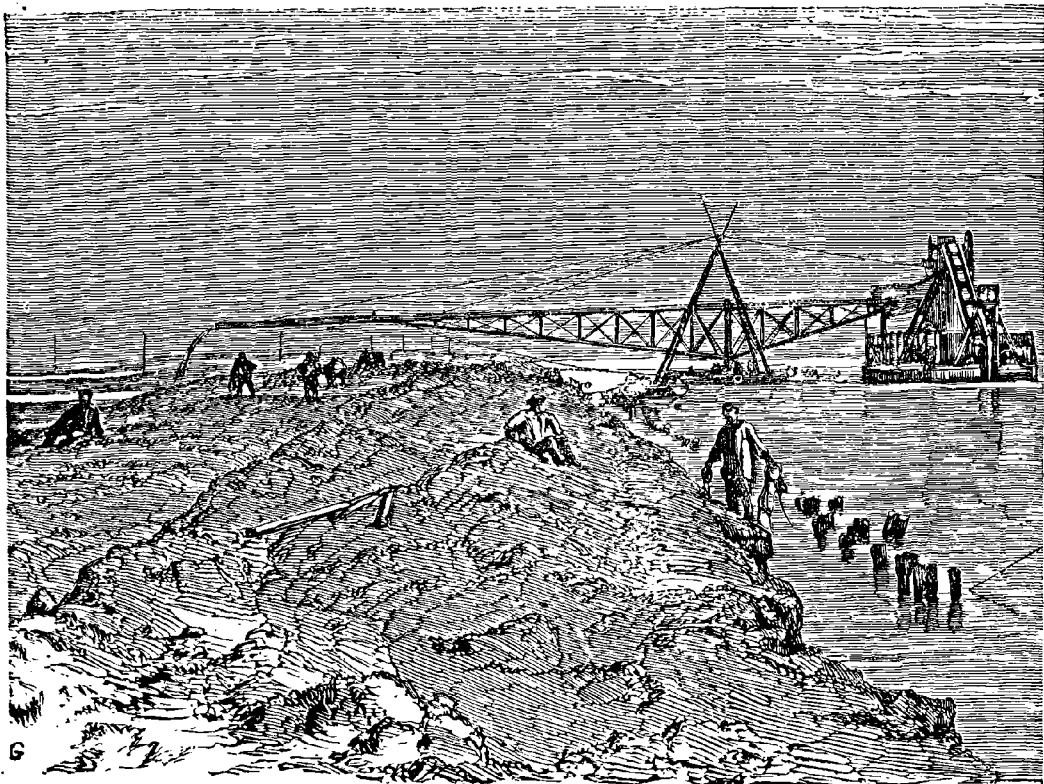
Dans ce matériel si complexe, on remarque notamment une plate-forme bascu-

lante très ingénieuse, qui a été expérimentée, du reste, à la construction de la jetée de Carteret.

C'est un wagon, dont le plateau est pourvu d'un mécanisme, qui le fait basculer, pour lancer des blocs de béton ou des grosses pierres à l'endroit même où ils doivent être placés, pour l'édification des jetées ou des digues, notre dessin le fera bien comprendre.

Pour le dragage, on a des machines de toutes sortes, perfectionnements plus ou moins pratiques des dragues dont nous avons déjà parlé.

Les plus connues sont : l'*extracteur Bazin* et l'*injecteur à eau forcée* de la compagnie de Fives-Lille, qui reposent d'ailleurs sur cette même observation que : si une ouverture était percée dans le fond d'un navire, l'eau envahirait la cale avec une puissance



Canal de Suez. — Traversée du lac Menzaleh. — Drague à long couloir.

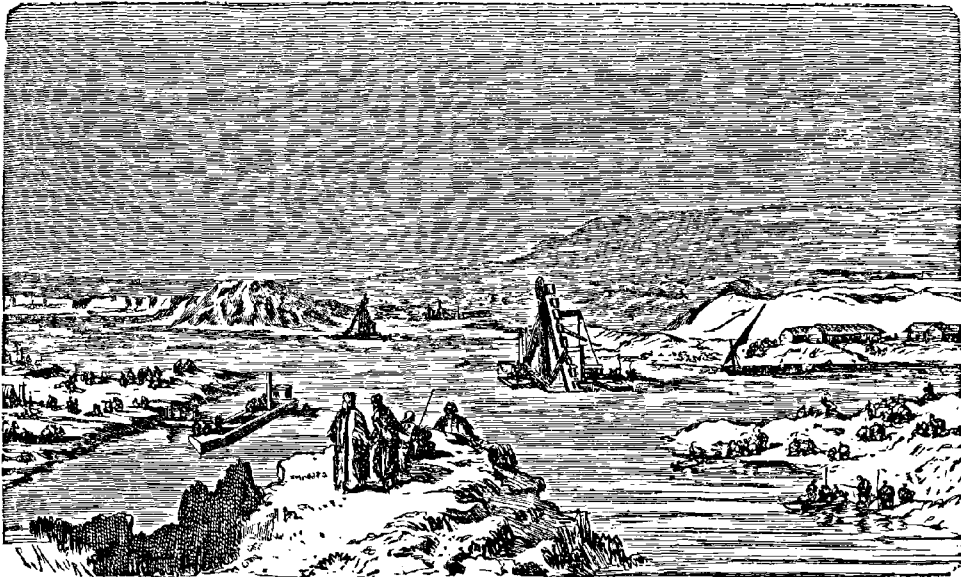
de pression, d'autant plus grande que l'ouverture serait plus petite.

M. Bazin, le premier, a pensé à utiliser cette force de l'eau pour l'enlèvement des vases et des sables et il a construit son extracteur de la façon suivante : en adaptant à un navire, ou bateau quelconque, mû par une machine à vapeur de 30 à 40 chevaux, deux tuyaux de 25 centimètres de dia-

mètre et d'une longueur suffisante pour travailler à toutes les profondeurs.

Ces tuyaux, munis à leur extrémité d'une crépine de même diamètre, sont mobiles de chaque côté du bateau et articulés de façon à se prêter à tous les mouvements de la navigation, soit en mer ou en rivière.

Placés sur les vases ou les sables à extraire, ils les aspirent avec l'eau dans

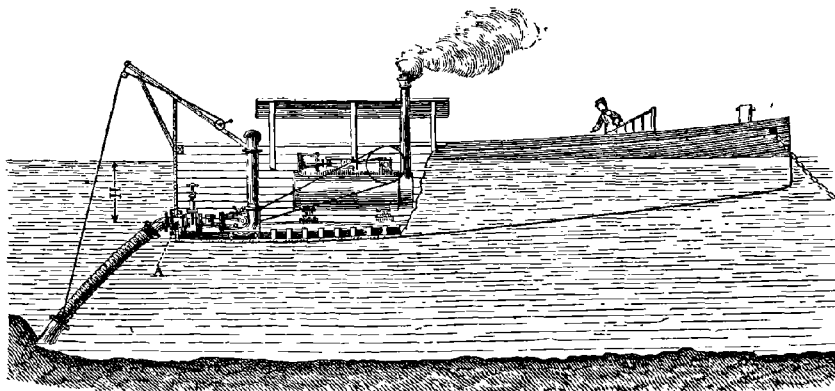


Canal de Suez. — Travaux du seuil de Sérapéum.

laquelle elles sont en suspension, par les lois élémentaires de la physique sur l'équilibre et la pression des liquides, et les déposent dans le fond du navire ; mais il n'y a que la moitié de la besogne de faite, et un instru-

ment de dragage, borné à cette seule puissance, serait, dans bien des cas, inutilisable.

En effet, la charge hydraulique représentée dans notre dessin par l'épaisseur



Pompe Dumont appliquée au dragage des vases molles.

supérieure de l'eau, H., fût-elle de plusieurs mètres, peut bien amener, dans le bateau, des vases fluides ou des graviers non agglomérés, mais elle est impuissante à détacher du fond les parties présentant une certaine résistance, par l'agglutination.

De plus, il peut arriver, malgré l'emploi de la crépine, que le tube s'obstrue et alors la charge hydraulique, qui est fixe, ne pourra jamais forcer l'obstacle et le fonctionnement sera arrêté.

Enfin, autre difficulté, les matières élevées

s'accumulant dans le bateau, il faudra les y reprendre par une autre opération, ou bien interrompre son travail pour aller les vider, par des soupapes, à l'endroit utile.

C'est pour obvier à ces inconvénients que ce système a été complété par l'addition de machines élévatoires, qui, adaptées à l'orifice des tuyaux, pompent les vases liquides et les rejettent dans un chaland porteur, assez grand pour contenir 300 mètres cubes de sables, et qu'on va décharger à la rive quand il est plein.

Les meilleures machines élévatoires à cet usage sont les pompes rotatives Dumont, que nous avons décrites précédemment, et on va le comprendre facilement.

En effet, si le tuyau, plongeant dans le sable, aboutit, par son orifice A, à une pompe rotative, la puissance de l'injecteur augmente considérablement; puisque la pompe peut, selon la vitesse qu'on lui imprime, produire à sa partie centrale un vide de 4, 6 et même 8 mètres; dépression qui s'ajoute à la charge hydraulique; l'écoulement dans le tuyau se produit donc sous une charge double, triple, ou quadruple de la charge hydraulique seule et les matières, qui n'auraient pu être désagrégées par l'injecteur, le sont facilement par cette puissance deux, trois ou quatre fois plus considérable.

Ce n'est pas à dire pour cela que le dragage par pompe soit applicable partout; quand on s'attaque à un fond solide il n'y faut pas songer, à moins d'ajouter à l'appareil une piocheuse mécanique, un excavateur quelconque, qui préparerait le déblai.

Mais tout ce que l'on peut faire, lentement et à des profondeurs limitées, avec la drague ordinaire, se fait vite et à de grandes profondeurs, avec l'extracteur Bazin, et l'injecteur à eau forcée où pompe à sable de la compagnie de Fives-Lille.

Cette pompe à sable ne peut non plus fonctionner seule, et c'est la pompe Dumont qui est son auxiliaire, notamment sur le

bateau dragueur chargé de l'entretien des passes du port de Dunkerque.

Deux pompes rotatives ajustées à l'orifice des tuyaux aspirateurs, enlèvent les déblais détachés par la puissance de l'injecteur, et les refoulent sur le bateau dans des compartiments ménagés à cet effet, où l'eau s'écoule, au fur et à mesure, pour ne laisser que les matières denses.

La pompe rotative Dumont peut, du reste, faire le travail toute seule et s'employer parfaitement comme pompe à sable, ainsi qu'on l'a expérimenté sur un bateau analogue, au creusement du port de la Réunion.

Pour les dragues à long couloir, c'est aussi un auxiliaire puissant et MM. Couvreur et Hersent (les entrepreneurs du canal de Suez) en ont fait une application toute spéciale aux travaux du canal de Gand.

Il s'agissait du débarquement des déblais qui, sur un long parcours (1 500 mètres environ), ne pouvait s'effectuer directement sur les berges par l'emploi de leurs dragues à long couloir; en second lieu, l'emplacement réservé aux déblais était trop éloigné du canal et surtout trop étendu, pour qu'on pût les y déposer au moyen de leur appareil de débarquement avec couloirs.

Ces messieurs ont eu alors l'idée de placer à poste fixe, sur la rive, une pompe Dumont dont l'aspiration se liait à la partie inférieure d'un puits, établi sous le tourteau supérieur de la drague, qui reçoit directement le contenu des godets.

Une certaine longueur de tuyaux en tôle, avec des parties de caoutchouc pour former les courbes, flottait sur le canal entre la partie fixe des tuyaux d'aspiration et la drague; celle-ci pouvait donc exécuter tous ses mouvements et de plus parcourir une certaine distance, sans qu'on eut besoin d'ajouter de tuyaux.

Cela réussit parfaitement: les déblais, mélangés de leur double de volume de liquide, se dirigèrent, par le tuyau de refoulement de la pompe (d'une longueur de 75

mètres environ), sur le chantier destiné à les recevoir, par des couloirs mobiles, qu'on déplaçait au fur et à mesure de l'amoncellement sur divers points.

La longueur du tuyau d'aspiration put atteindre ainsi jusqu'à 650 mètres, et lorsque la drague fut à cette distance de la pompe, la résistance due aux frottements, dans une conduite aussi longue, devenant trop considérable, on ajouta une seconde pompe placée sur un radeau et dont le tuyau d'aspiration était relié au puits de la drague, et le tuyau de refoulement à l'aspiration de la première pompe.

Les deux pompes, marchant ainsi conjuguées, le travail fut conduit à bonne fin; ce qu'il eût été impossible de faire, aussi vite et aussi économiquement, par les moyens ordinaires.

Nul doute que ces nouveaux systèmes, et d'autres peut-être, que nous ne connaissons pas encore, ne soient employés au canal de Panama et vraisemblablement à celui de l'isthme de Corinthe, qui n'est pas encore entré dans la période d'exécution, mais dont toutes les études et même les travaux de nivellement sont terminés.

CANALISATION DES RIVIÈRES

Nous n'avons que quelques mots à dire sur ce genre de travail, qui n'est en somme qu'un approfondissement du lit de la rivière, pour la rendre navigable.

Cette opération, qui se pratique constamment aussi à l'embouchure des fleuves, où les sables s'amoncellent par l'effet des marées; se fait par le dragage, soit avec la marie-salope ordinaire, soit à la drague à long couloir, soit même avec les injecteurs et autres appareils que nous avons décrits.

C'est, d'ailleurs, un travail d'entretien presque obligatoire dans tous les cours d'eau où la navigation est assez active.

Pour la canalisation proprement dite, on procède exactement comme pour les canaux, avec cette seule différence que les écluses

prennent le nom de barrages, et que dans leur voisinage, quelquefois même sur d'autres points, on retrécit le lit de la rivière en construisant des levées ou des endiguements quelconques.

Tous les moyens sont bons, d'ailleurs, l'important étant d'arriver à donner le plus de profondeur possible aux cours d'eau.

BASSINS A FLOT

Les travaux des ports rentrent dans la catégorie des canaux car, en somme, que l'on construise un bassin, une jetée ou une digue, c'est toujours dans un but de canalisation.

Les bassins sont de deux sortes : *bassins à flot* et *bassins de retenue*, qu'on appelle aussi *écluses de chasse*.

Les premiers, qu'on appelle *darses* dans les ports de la Méditerranée où le flux et le reflux sont à peine sensibles et où l'emploi des écluses n'est pas obligatoire; sont indispensables dans les ports à marée, où, lorsque la mer se retire, les navires seraient mis à sec; ce qui serait un très grand inconvénient pour tous, mais surtout pour ceux qui, pesamment chargés, ne résisteraient pas à un changement de position.

Les bassins sont une suite de réservoirs, creusés jusque dans l'intérieur de la ville, selon l'emplacement dont on dispose, plus profondément que les canaux, dont ils diffèrent d'ailleurs, en ce que leurs parois sont entièrement maçonnées avec des pierres de taille et de la chaux hydraulique.

Ces bassins, bordés de quais, le long desquels se rangent les navires, pour la plus grande facilité de leurs opérations de chargement ou de déchargement, sont reliés entre eux par des écluses à sas, que l'on ouvre au moment du flux et que l'on ferme au moment où la mer va se retirer; de sorte que les navires entrent dans les bassins quand la mer monte et peuvent y rester à flot malgré la marée basse, quand une partie du port est restée à sec.

C'est à l'extrémité de cette partie, qu'on appelle avant-port, qu'est installée la première écluse qui met les bassins en communication avec la mer.

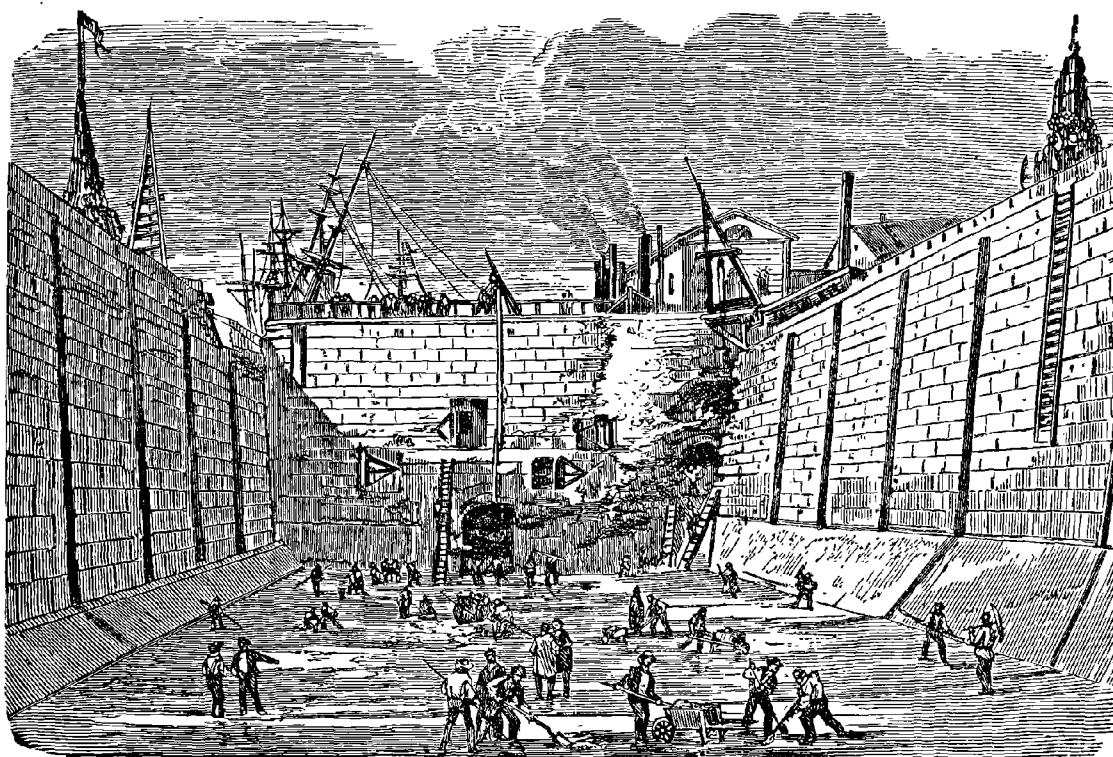
BASSINS DE RETENUE

Les bassins de retenue, qu'on appelle plus communément écluses de chasse, ont pour

objet de remédier à l'obstruction des ports à marée, que l'on n'empêche que très insuffisamment, par un dragage continu; les sables étant sans cesse amenés, à l'entrée des ports par le flux de la mer.

A cet effet on creuse, près de l'avant-port, des bassins aussi grands que possible, proportionnés, du reste, à l'effet qu'on en attend.

Ces réservoirs, munis de portes disposée



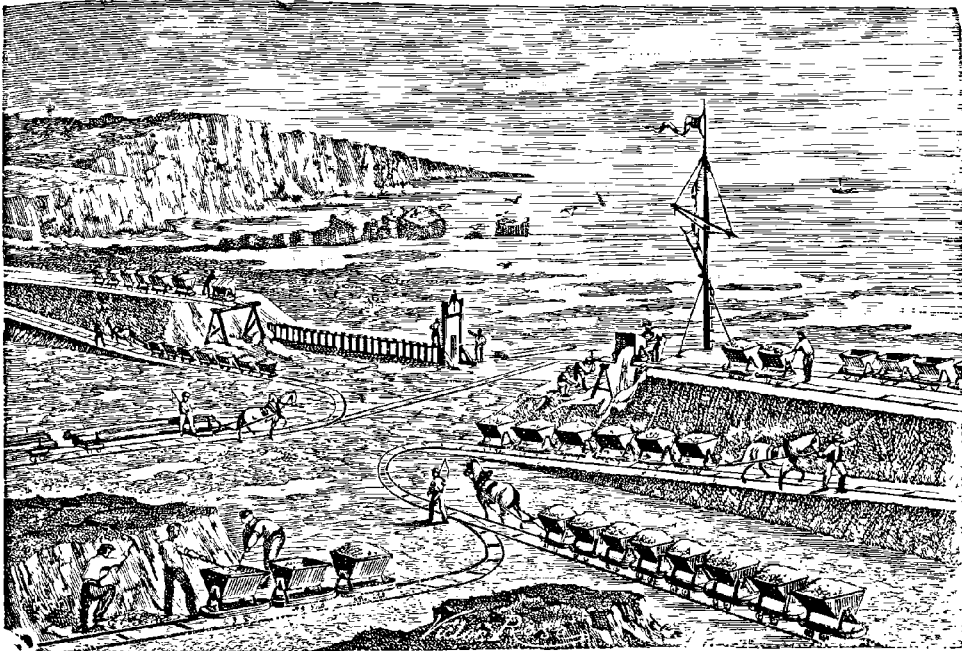
Travaux d'achèvement d'un bassin à Cherbourg.

comme celles des écluses à sas, se remplissent naturellement à l'heure de la haute mer, et on y emmagasine les eaux jusqu'au moment du reflux, où la différence des niveaux est le plus sensible.

Alors on ouvre les portes, et l'eau se précipitant avec violence, balaye l'avant-port et entraîne vers la mer tous les bancs de sable et de vase, qui s'étaient accumulés dans le chenal, par le mouvement ascendant de la marée.

D'où, le nom d'écluses de chasse donné à ces portes et par extension aux bassins; car, en effet, elles chassent, deux fois par jour, les vases qui ne tarderaient pas à ensabler le port.

Il y a des bassins de retenue dans presque tous les ports à marée, sur l'océan Atlantique et la Manche; le plus considérable de tous, qui est d'ailleurs une curiosité, est celui du Dunkerque; il lance près d'un million de mètres cubes d'eau pendant la



Application du porteur Decauville, pour les travaux d'endiguement.

première heure de l'ouverture des portes.

Eh bien, malgré cela, le port s'ensablerait encore si les dragues ne fonctionnaient journellement pour approfondir les passes.

JETÉES ET MOLES

Les jetées, sortes de digues qui s'avancent dans la mer pour circonscrire l'entrée d'un



Pompe Dumont, pour travaux de fondation.

port, briser les lames, empêcher les obstructions en arrêtant les sables et les galets que la mer apporte à chaque marée, prennent les différents noms de môles, jetées, estacades et brise-lames.

Liv. 85.

Les môles sont des constructions massives en maçonnerie, qui forment en quelque sorte le prolongement du rivage et s'avancent dans la mer, selon les exigences locales, ayant surtout pour objet de former une

85

enceinte, assez vaste pour le transit du port, où les navires puissent être à l'abri du vent et de la lame.

L'un des plus considérables que nous ayons en France est celui de Granville, dont la longueur dépasse 600 mètres.

Les jetées sont également des constructions en pierre, mais qui ne prennent point le rivage pour base et pointent directement dans la mer. Sauf le cas où la côte est assez rocheuse, pour pouvoir tenir lieu de muraille et par conséquent de seconde jetée, il y a toujours dans un port deux jetées parallèles, qui circonscrivent, entre elles, le chenal par lequel la pleine mer est en communication permanente avec l'avant-port et les bassins.

Les jetées les plus considérables de notre pays sont celles de Calais, qui ont ensemble 1,450 mètres de développement, et celles de Dunkerque, qui en ont 1,400.

Les estacades, qu'on ne voit plus du reste que dans les ports de peu d'importance, sont des jetées en bois; c'est-à-dire des rangées de pieux enfoncés très profondément dans le sol et reliés entre eux par des poutres horizontales, recouvertes d'un plancher et bordés de balustrades.

Il va sans dire que si les estacades sont suffisantes pour briser les lames et assurer le calme dans le port, elles laissent parfaitement passer les galets et les sables.

Les brise-lames proprement dits (car, en somme, tout obstacle opposé à la mer est un brise-lames) sont des digues que l'on construit dans les ports qui n'ont pas de rades naturelles et où l'on en établit une, avec une solide muraille, qui arrête les lames de la haute mer et les empêche de se faire sentir dans le port.

L'ouvrage le plus considérable de ce genre est la fameuse digue de Cherbourg, qui est d'ailleurs la plus grande construction élevée par la main des hommes.

Elle a 3,780 mètres de longueur à la base et 3,712 au sommet, sur 20 mètres de hauteur au-dessus du fond; sa largeur est de

78 mètres à la base et de 30 au sommet.

Auprès de cela les pyramides d'Égypte ne sont plus qu'un travail d'écolier; il est vrai que cette construction, commencée en 1784, n'a été finie qu'en 1853 et qu'elle a coûté 67 millions, y compris les trois forts qui la couronnent: l'un au milieu et les autres à chaque extrémité.

On peut citer aussi la digue d'Ostende, qui a trois kilomètres de long, mais qui n'a guère que 10 mètres de hauteur sur 30 de large.

Et celle de Plymouth, dont les Anglais ont été si fiers, bien qu'elle n'ait que 1,700 mètres de développement.

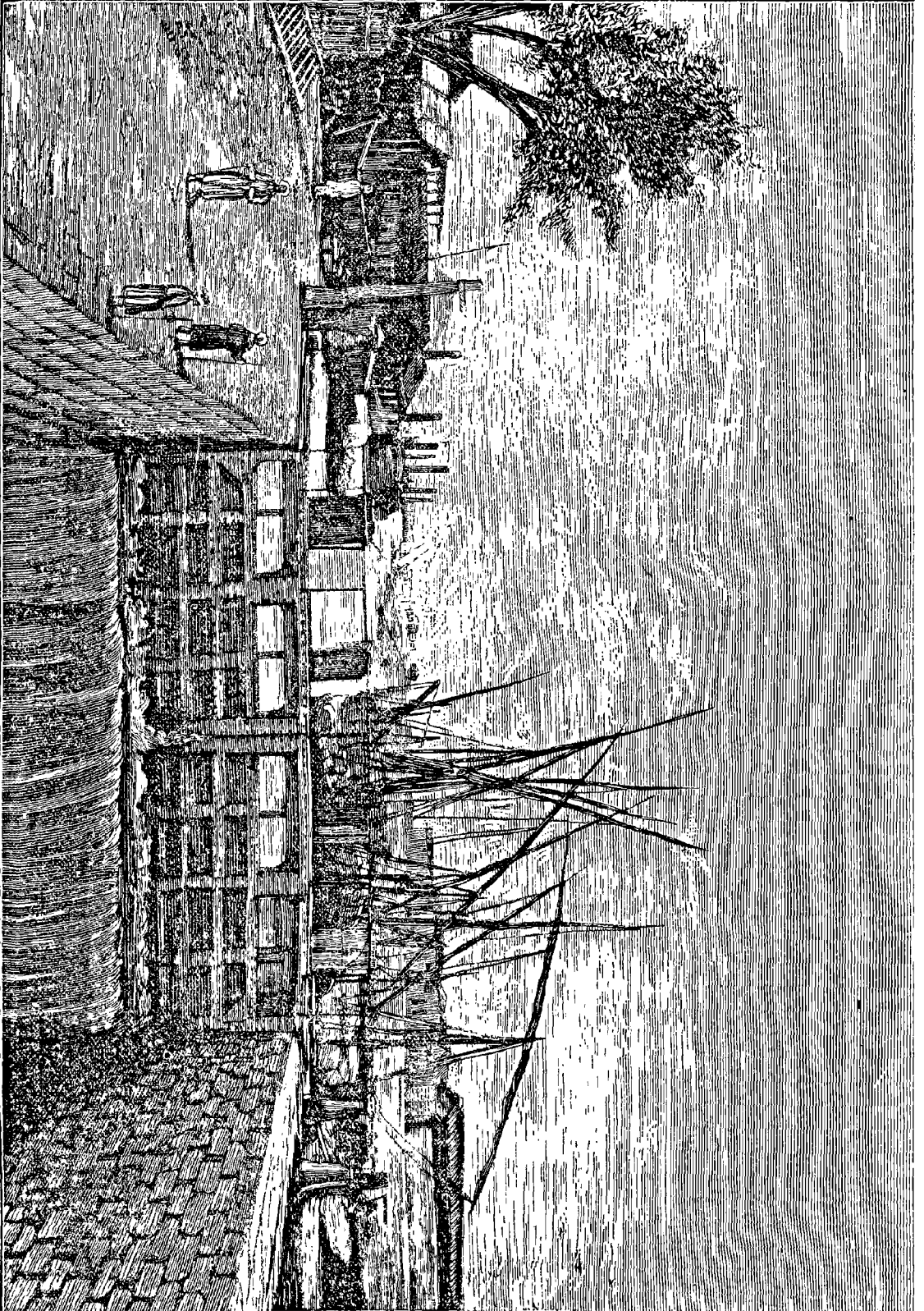
L'emploi des digues se généralise, d'ailleurs; on fait maintenant, mais sur des proportions moindres, des travaux d'endiguement, non seulement dans les ports, mais encore au bord des rivières qu'on canalise. Les constructions, quelquefois seulement en remblais revêtus de maçonnerie, plus souvent en pierre de taille, sont rendues plus faciles par l'emploi des chemins de fer Decauville pour les terrassements; et pour le dessèchement par celui des pompes Dumont, que l'on rend mobiles en les montant sur un bateau qui change de place au fur et à mesure des besoins, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par notre gravure.

TRAVAUX D'ART

Bien que la construction des digues, comme celles dont nous venons de parler et la plupart des jetées de nos grands ports, soient de véritables travaux d'art, nous comprendrons seulement dans cette catégorie, où nous ne visons du reste que les canaux: les tunnels, les viaducs et les ponts.

Nous n'avons plus à parler des tunnels et des viaducs, après ce que nous en avons dit à propos des chemins de fer, il ne nous reste à nous occuper que des ponts plus spéciaux aux canaux.

On sait déjà que sur toutes les écluses il y a une passerelle pour les piétons. Mais il



ÉCLUSE DU CANAL D'EAU DOUCE A ISMAÏLIA.

faut prévoir les cas, très ordinaires, où des voitures ont besoin de traverser un canal.

Pour cela il y a, outre les ponts fixes, dont nous avons étudié toutes les variétés, et où'on ne peut du reste pas établir partout, les ponts mobiles, qui se subdivisent en : ponts de bateaux, ponts-levis, ponts roulants et ponts tournants.

Les ponts de bateaux, peu usités d'ailleurs, consistent en un plancher avec garde-fou en bois, porté sur une suite de bateaux reliés entre eux par des poutrelles.

Quand il faut livrer passage à un bateau de navigation, on déplace un ou deux des bateaux du pont que l'on range de côté, pour les remettre ensuite dans leur première position. Sur le Rhin, où les ponts de bateaux sont surtout employés, les bateaux mobiles sont mus par une machine à vapeur, mais je ne crois pas qu'il y en ait un seul sur les canaux français.

Les ponts-levis sont de plusieurs sortes, mais ils reposent toujours sur le même principe : un tablier mobile autour d'un axe, mû au moyen d'un châssis en bois, auquel sont fixées deux chaînes, l'une qui soulève le tablier, et l'autre qui imprime au châssis son mouvement de rotation.

Il y a des ponts-levis à flèche, qui sont les plus élémentaires ; des ponts-levis à contrepoids et à chaînes, établis en vue d'obtenir un équilibre absolu dans toutes les positions du tablier ; des ponts-levis à la Poncelet, dans lesquels le contre-poids est fourni par la pesanteur même de la chaîne de Galle qui soulève le tablier et s'enroule sur une seconde poulie ; des ponts-levis système De-lille, où c'est une barre de fer rigide qui tient lieu de chaîne ; c'est même ce qu'il y a de plus ingénieux... mais ce n'est pas le plus employé.

Il va sans dire qu'un pont-levis sur canal (on en voit peu, du reste, dans notre pays), n'a pas besoin d'avoir toute la largeur du canal ; sa portée ne pouvant guère dépasser 5 mètres, on en est quitte pour tenir fixe une partie du pont, à moins d'installer deux

ponts-levis, un sur chaque rive, ce qui est très fréquent sur les canaux de Hollande, du moins à la traversée des villes. Dans ce cas les ponts sont en fonte et se lèvent de chaque côté au moyen d'un treuil, qui agit exactement comme celui des grues.

Les ponts roulants se composent d'un tablier, mobile sur des galets en fonte et qui se retire : soit d'un seul côté, soit en deux sections à la fois sur les deux berges disposées en plan incliné ; c'est du reste le système des barrières de chemins de fer pour les passages à niveau.

Quant aux ponts tournants, les plus usités dans les ports de mer, sur les bassins, et sur les canaux à leur traversée des villes, nous en avons déjà donné une description en parlant du pont de Kehl, dans notre travail sur les chemins de fer.

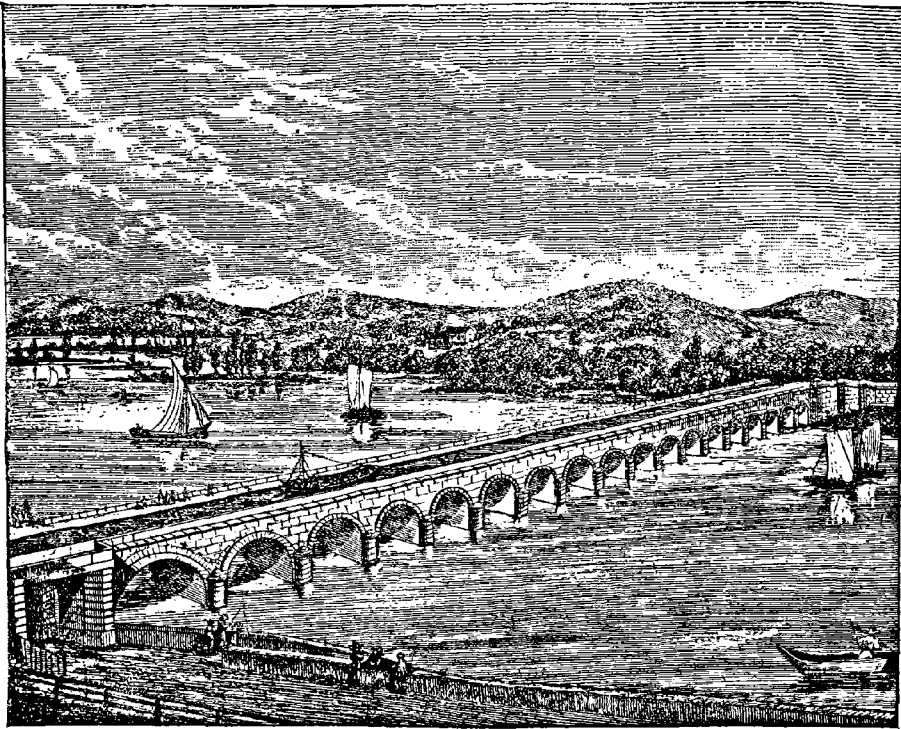
Il y a un système de ponts plus spécial encore aux canaux, c'est le pont-aqueduc, qu'on évite le plus possible à cause de la dépense considérable qu'il nécessite ; mais auquel il faut pourtant bien recourir quand le tracé du canal oblige à traverser une rivière.

Ce pont est le contraire de tous les autres ; car c'est lui qui porte le canal, et naturellement il est construit en conséquence, tout comme les canaux, avec cuvette, chemin de hâlage et banquette pour les piétons.

Nous en avons d'assez curieux en France, notamment le pont de l'Orb qui fait passer le canal du Midi à Béziers ; mais le plus considérable est celui du canal latéral à la Loire qui traverse l'Allier, non loin de Nevers.

Composé de 18 arches en anse de panier, de 16 mètres d'ouverture chacune ; il est immédiatement suivi de trois écluses accolées, qui raccordent le bief de la rive droite de l'Allier, placé sur un coteau, avec celui de la rive gauche, situé en plaine.

Cette construction, terminée en cinq années, n'a pas coûté moins de 3 millions ; il est vrai de dire que, pour la porter, on a été obligé de construire dans le lit de la rivière un sol artificiel en béton, de 450 mè-



Pont-canal sur l'Allier, près de Nevers.

tres de long sur 21^m,50 de large, défendu des deux côtés par des pieux et des pal pan-ches et encore mieux par deux murs de garde de deux mètres d'épaisseur, descendant à cinq mètres au-dessous du fond de l'Allier.

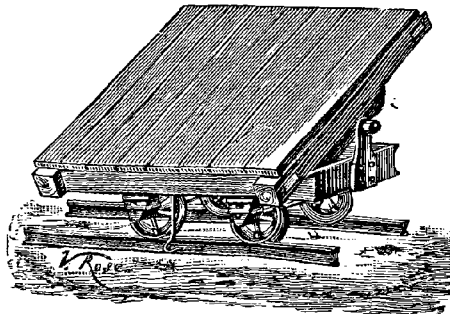
C'est le cas de dire que ce que l'on ne voit pas coûte plus cher que ce qu'on voit.

Les Anglais construisent plus généralement leurs ponts-aqueducs en fonte; leur plus remarquable est celui du canal d'Ellemère, qui a 307 mètres de longueur et se compose de 19 arches.

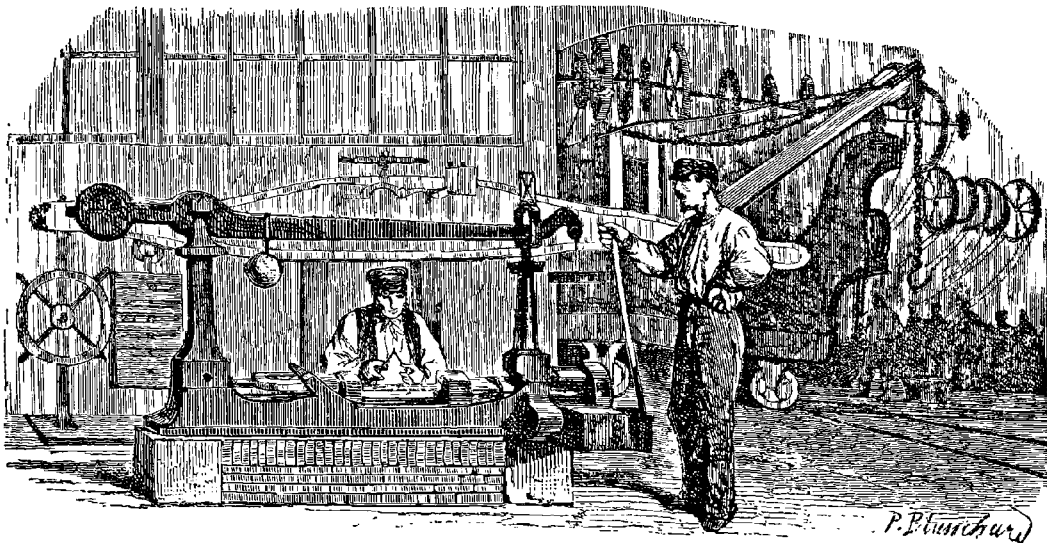
Ce n'est pas à dire pour cela, qu'ils soient plus solides que les nôtres.

Du reste, en fait de canaux et tout amour-propre national à part, nous avons le droit de nous enorgueillir, car si nous ne les avons pas absolument inventés c'est du moins de l'ouverture du canal du Midi que date, dans tout l'Europe, l'ère des grandes entreprises de navigation artificielle.

Là, comme en bien d'autres choses, la France a donné l'élan, mais en cela, du moins, elle ne s'est pas laissé distancer.



Wagon plateau à bascule (Decauville).



LES AIGUILLES



Le mot aiguille est un nom très commun dans l'industrie; on l'a donné à beaucoup

d'instruments de chirurgie, ce qui ne l'éloigne pas trop de son acception première, puisqu'en somme, ils servent presque toujours à faire des coutures.

Mais on l'a tellement multiplié en mécanique, qu'un nombre incalculable de pièces, pourtant bien différentes les unes des autres, portent le nom d'aiguilles.

Nous ne voulons parler ici que des aiguilles à coudre, dont la production constitue une branche d'industrie très importante, vu la consommation énorme qui s'en fait.

Nous laisserons donc de côté les aiguilles spéciales employées par les emballeurs, les matelassiers, les relieurs, les gainiers, les bourreliers, les tapissiers, les gantiers, les voiliers, qui dérivent d'ailleurs plus ou moins des premières et n'en diffèrent généralement que par leurs dimensions et leur fabrication plus grossière.

C'est, d'ailleurs, précisément à cause de la délicatesse des aiguilles destinées à la couture à la main, que nous entreprenons de suivre les nombreuses phases de leur fabrication; l'une des plus intéressantes qu'on puisse étudier, non seulement par elle-même, mais parce que c'est la manifestation

la plus éclatante de la puissance que peut acquérir la division du travail.

Car, pour si petite qu'elle soit, et si peu chère qu'on en perd encore plus qu'on en casse, l'aiguille passe dans les mains de plus de quatre-vingt-dix ouvriers, avant d'être livrée au commerce.

Seul moyen, du reste, de les établir à si bon marché, car l'ouvrier qui ne fait constamment qu'une même opération non seulement ne perd pas de temps à préparer sa besogne, mais acquiert journellement de l'habileté et parvient à exécuter des travaux, excessivement délicats, avec une rapidité et une précision, qui étonnent justement ceux qui les voient faire et qui constitue la puissance économique de la production.

L'invention des aiguilles remonte évidemment aux origines de la civilisation, mais dans le principe on les faisait avec une arête de poisson, une épine, un fragment d'os, et il fallut des siècles avant qu'on s'avisât de les fabriquer en métal.

Voici du reste leur généalogie, d'après l'histoire de la technologie de Poppe, cela servira de préface à notre travail.

« Il n'est pas douteux que les premières aiguilles régulières n'aient été fabriquées avec un métal battu et étiré ; il semble bien que, façonnées d'abord au marteau sur l'enclume en forme de broche allongée, elles étaient finalement munies, par un recourbement de la tige, d'un œil dans lequel on pouvait faire passer le fil.

« Mais la dureté et la raideur convenables, le poli et le décroissement de diamètre nécessaire entre l'œil et la pointe manquaient encore à ces aiguilles. Ce fut seulement au commencement du quatorzième siècle, lorsque l'on eut inventé l'art d'étirer le métal et de le passer à la filière, que l'on fut en état d'apporter plus de perfection à leur fabrication.

« On employait le fil d'archal, en le coupant avec des ciseaux, suivant la longueur

des aiguilles, une des extrémités de ces tronçons était époincée et l'autre aplatie pour que l'on pût y pratiquer plus facilement une ouverture. Cette ouverture consistait d'abord en une fente que l'on déterminait par une double coupure pratiquée simultanément des deux côtés et dans laquelle on entraînait le fil.

« Cette espèce d'aiguille portait, en allemand, le nom de *glufen*. Bientôt on trouva qu'il était meilleur et plus commode de percer l'ouverture à l'intérieur, sauf à la finir à la lime s'il le fallait.

« Dès l'année 1370, Nuremberg renfermait une corporation d'aiguilliers. Augsbourg en eut aussi quelques années plus tard et successivement ils se répandirent dans les autres parties de l'Allemagne. Augsbourg avait encore des faiseurs de *glufen* au quinzième siècle.

« L'Angleterre, la France et les autres pays apprirent de l'Allemagne l'art de fabriquer les aiguilles à coudre et même les épingles. Peu à peu l'art de confectionner les aiguilles se répandit. On éprouva le besoin de façonner d'une manière particulière le fil destiné à la fabrication des aiguilles, pour que les aiguilles fussent à la fois plus dures et moins fragiles.

« Ces perfectionnements sont principalement dus à l'Angleterre, dont les manufactures d'aiguilles étaient déjà célèbres dans la première moitié du dix-huitième siècle. Ce fut dans ce pays que l'on fit pour la première fois des aiguilles en acier de cémentation, que l'on transformait, au moyen du charbon de bois, en acier allemand, cémenté une seconde fois et que l'on forgeait enfin en paquets.

« Peu d'années après, les Anglais trouvèrent aussi le moyen de fabriquer des aiguilles en acier fondu, ce fut à un certain Sheward que l'on dut l'un des principaux perfectionnements de cet art. »

Ce sont ces procédés et les modifications

qu'on y a apportées depuis que nous allons maintenant décrire.

Malheureusement pour notre amour-propre national, nous n'aurons à enregistrer que bien peu d'innovations françaises, notre pays n'étant entré réellement dans la carrière qu'au commencement de ce siècle, puisque la première manufacture d'aiguilles française fut créée à Laigle, en 1789, par M. Bocher et qu'on ne peut guère compter avec elle pendant la période révolutionnaire.

* *

Pour nous occuper en détail de la fabrication des aiguilles, nous ne remonterons pas jusqu'à la matière première; nous avons du reste déjà parlé dans cet ouvrage de la production du fer et de sa conversion en acier, et nous ne voulons nous occuper aujourd'hui de ce dernier métal qu'en ce qui concerne les aiguilles.

Bien qu'universellement répandues, les aiguilles ne se fabriquent pas partout; l'Angleterre, la France, la Prusse Rhénane et la Westphalie ont en quelque sorte le monopole de cette industrie, encore les usines sont-elles peu nombreuses, ce qui s'explique doublement: parce que la consommation est limitée et par l'immense quantité d'aiguilles que doit produire chacune de façon à les établir assez économiquement pour pouvoir les vendre avec bénéfice, de 10 à 15 francs le mille, la première qualité, et de 4 à 5 francs pour les aiguilles communes.

Les manufactures les plus importantes et, on peut le dire, les plus renommées, sont en Angleterre dans White Chappel, un des faubourgs de Londres et à Reddith, près de Birmingham.

Dans la Prusse Rhénane, à Aix-la-Chapelle, à Borcette, petite ville qui est en quelque sorte le faubourg industriel d'Aix, et à Vaët (à cinq kilomètres de là).

En Westphalie, à Iserlohn, le grand centre de production du pays.

En France, à Laigle et à Mérouvel (près de Laigle), il y a aussi des manufactures à Amboise et à Lyon, mais cette dernière a été fondée comme succursale par un des principaux fabricants d'Aix-la-Chapelle, dans le but d'affranchir ses produits du droit relativement considérable qu'elles payaient à l'importation.

Les aiguilles anglaises ont eu longtemps si elles ne l'ont encore, la réputation d'être les meilleures de toutes.

Si elles la méritent toujours, cela tient à deux causes, la première c'est qu'elles sont produites presque exclusivement par le travail manuel qui permet un fini bien supérieur; la seconde, c'est qu'elles sont fabriquées directement avec des fils d'acier, tandis que les aiguilles allemandes et françaises sont faites avec des fils de fer cémentés ensuite.

Ces fils, qu'ils soient d'acier, de fer brut ou même de fer légèrement cuivré, ce qui, paraît-il, facilite l'étirage, arrivent dans les fabriques d'aiguilles comme matières premières; mais notre travail serait incomplet si nous n'expliquions pas, au moins en quelques mots, les diverses opérations que le métal a dû subir pour se réduire en fils, quelquefois aussi fins que des cheveux.

Ces opérations sont au nombre de trois: Le laminage, la fenderie, et la tréfilerie.

LE LAMINAGE

Le laminoir, machine d'origine française qui apparut à la monnaie de Paris dès l'an 1553, remplace aussi avantageusement que la lumière du gaz remplace celle d'une allumette chimique, l'enclume et le marteau qui servaient jadis à convertir les métaux en plaques ou en barres de dimensions déterminées et surtout régulières.

Il se compose, en principe, de deux cylindres horizontaux quelquefois en fonte, le plus souvent en acier, placés l'un au-dessus de l'autre, et disposés, au moyen de roues d'engrenages adaptées à leurs tourillons, de

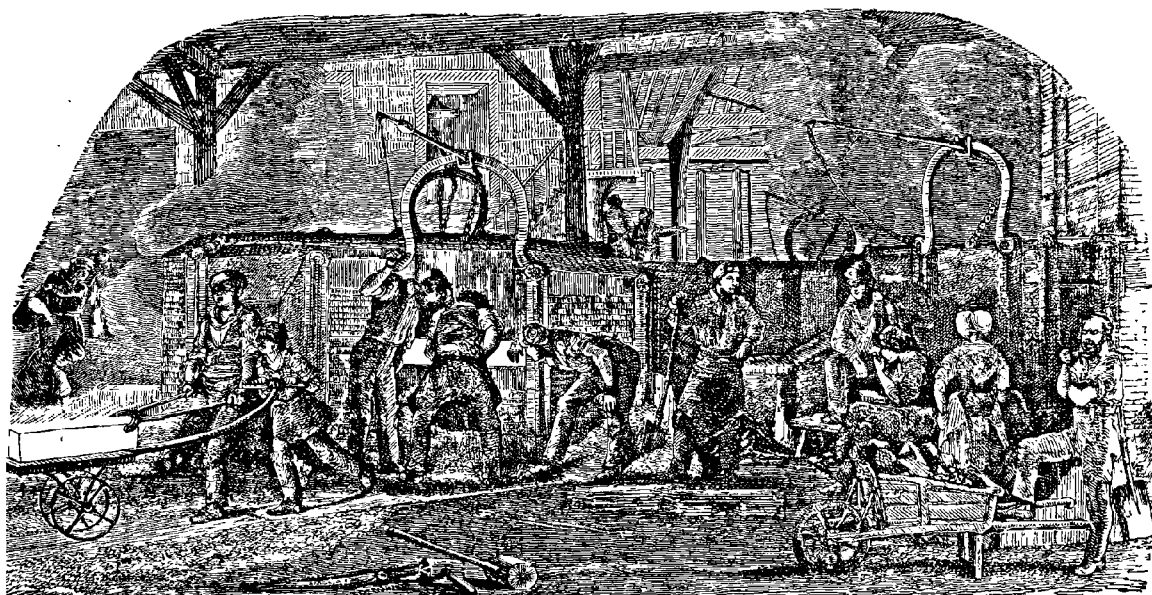
façon à se mouvoir en sens contraire et à recevoir entre eux, le métal qu'il s'agit de travailler.

Pour cela le cylindre inférieur, qui tourne dans des coussinets de cuivre, est fixe, mais le supérieur monté également sur coussinets, peut s'élever ou s'abaisser à volonté selon l'épaisseur que l'on veut donner aux plaques ou aux barres à laminier.

Cette mobilité est obtenue à l'aide de deux vis de pression qu'on fait mouvoir

simultanément au-dessus du bâti, de façon à conserver entre les deux cylindres un parallélisme rigoureux, sans lequel le travail exécuté serait défectueux.

Tel est le laminoir dans sa plus simple expression, mais on pense bien qu'il subit de nombreuses modifications et que la forme des cylindres doit varier selon les effets à obtenir, qui sont d'ailleurs graduels, car ce n'est pas du premier coup qu'on peut espérer transformer une loupe de fer en



Les fours à réchauffer.

tiges de quelques millimètres d'épaisseur.

On commence donc par écraser, étirer la loupe (c'est le nom qu'on donne au lingot de fer sortant de l'usine), en la faisant passer, après l'avoir préalablement chauffée à blanc, sous un train de laminoirs simples.

En général, on donne dans les ateliers le nom de *train de laminoir* à deux jeux, quelquefois même trois jeux de cylindres superposés et munis de tous les appareils nécessaires pour les mettre en mouvement, (une paire de cylindres prenant le nom de *jeu* ou *équipage*).

Ces équipages, quel qu'en soit le nombre, communiquent entre eux par des allonges de fonte, fixées au prolongement des axes des cylindres, par des manchons mobiles et disposés de façon à pouvoir se démonter à volonté, pour qu'on puisse arrêter si besoin est, le mouvement d'un jeu sans interrompre le travail des autres.

Le premier de ces équipages a des cylindres unis; puisqu'il n'a pour but que l'aplatissement de la loupe, unis aussi sont les cylindres destinés à produire des plaques ou des feuilles, mais nous ne le notons que

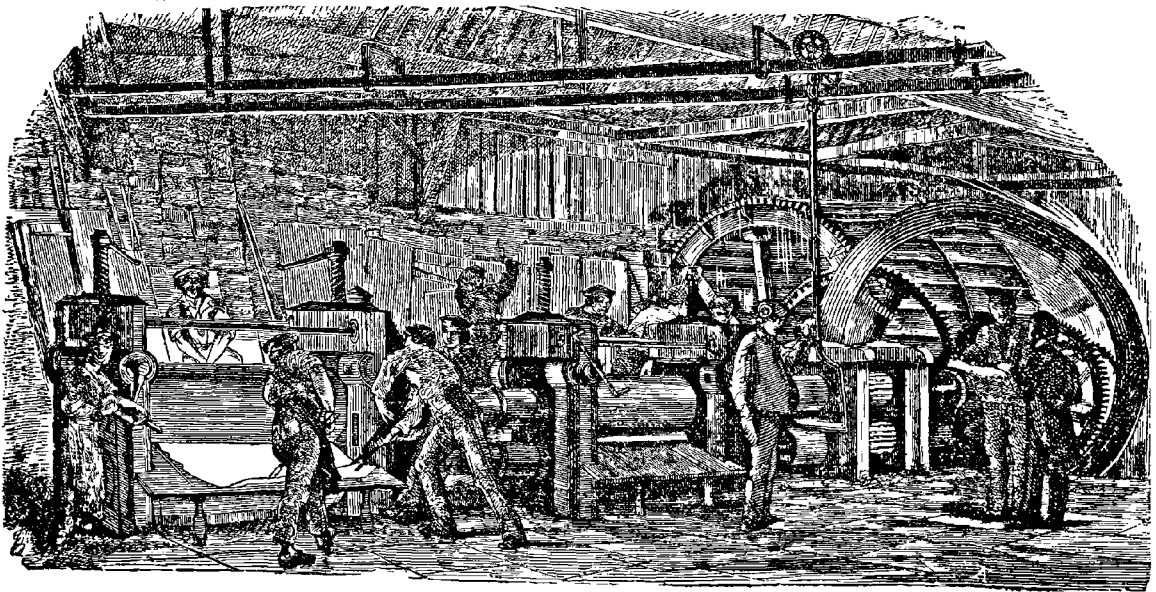
pour mémoire, puisque dans le cas qui nous occupe il ne s'agit que de produire des barres.

En conséquence, les cylindres du deuxième et du troisième équipage se composent de parties saillantes appelées *rondelles* et de parties rentrantes nommées *cannelures*, qui s'emboîtent les unes dans les autres pour imposer leur forme au métal, d'autant plus malléable qu'il est chauffé à une température plus élevée.

Pour cela, naturellement, comme on le

pense bien, on installe son train de laminoir à proximité des fours à réchauffer où l'on remet les barres au fur et à mesure qu'elles se refroidissent; car il faut répéter souvent l'opération pour arriver au résultat qu'on se propose et qu'on n'obtient que progressivement.

Aussi, bien souvent même commence-t-on l'opération avec des cylindres à cannelures ogivales qu'on appelle cylindres *ébaucheurs* ou *dégrossisseurs*.



Ateliers de laminéurs.

Du reste, les cylindres finisseurs sont cannelés progressivement; c'est-à-dire que les rondelles et les encastremens correspondants diminuent au fur et à mesure d'une extrémité à l'autre de la machine; de sorte que lorsque la barre a passé successivement sous toutes les rondelles on finit par obtenir une tige assez menue.

Mais elle ne l'est pas encore assez pour l'usage auquel on la destine et c'est pourquoi on a recours à la fenderie.

LA FENDERIE

La fenderie est encore un laminage,

Liv. 86.

puisque l'on opère de la même façon et avec des machines identiques, seulement les cylindres s'appellent des *trousses*, et au lieu d'être munis de rondelles et de cannelures, ils le sont de couteaux circulaires d'acier nommés *taillants* et qui sont séparés par des disques d'une épaisseur identique, mais d'un diamètre moindre, pour pouvoir s'emboîter les uns dans les autres et fendre le fer en tiges égales.

Je parle ici des cylindres finisseurs, car un train de fenderie se compose de deux équipages, réunis comme ceux du laminage ordinaire.

Le premier de ces équipages est le dégrossisseur qu'on appelle *espatard*; c'est, dans l'espèce, un laminoir simple composé de deux cylindres unis, puisqu'il n'a pas d'autre objet que de réduire en plaque aussi mince que possible, vu la résistance qu'elle doit encore offrir, la tige sortie du dernier laminoir et qu'on a réchauffée au blanc, exactement comme pour le laminage.

Le second, composé des troussees que nous avons décrites, sert à découper en tringles la plaque sortant de sous l'espatar.

Et ce sont ces tringles qui vont ensuite à la tréfilerie pour y être étirées progressivement et converties en fils aussi menus que cela est nécessaire pour la fabrication des aiguilles.

LA TRÉFILERIE

Tréfilerie est le nom donné aux usines qui ont pour objet la fabrication des fils métalliques, non précieux, en forçant le métal à passer successivement dans des trous dont il prend la forme, tout en acquérant un allongement considérable; c'est ce qu'on appelle l'*étirage* à la *filière*.

Nous disons métaux non précieux, parce que les manufactures où l'on fabrique seulement les fils d'or ou d'argent prennent le nom d'*Argues*.

Les tréfileries bien outillées ont généralement deux ateliers: l'un, qui garde le nom de tréfilerie où se font les fils les plus gros, et l'autre où l'on fabrique les plus fins et qu'on appelle communément *filerie*.

Dans l'un ou l'autre cas, le matériel se compose presque exclusivement de *bancs à tirer* en nombre plus ou moins considérable, selon les travaux à exécuter.

Le banc à tirer est une espèce d'établi sur lequel se fait toute l'opération.

Il comprend comme organes essentiels:

La *filière* dans laquelle doit passer le fil.

La *pince*, qui saisit le métal pour l'obliger à s'étirer en traversant la filière.

Le mécanisme qui exerce sur cette pince le mouvement de traction nécessaire.

Et la bobine sur laquelle s'enroule le fil métallique, au fur et à mesure qu'il est obtenu.

La filière est une plaque d'acier, recuit, trempé pour le rendre aussi résistant que possible, dans laquelle on a percé en échiquier une série de trous diminuant progressivement de diamètre; car on procède exactement comme pour le laminoir, on n'obtient pas du premier coup le fil aussi tenu qu'on a besoin de l'avoir, et, surtout pour les aiguilles, il faut qu'il ait passé successivement dans toutes les filières pour arriver à la finesse voulue.

Ces trous sont comme on le pense bien, ronds, carrés, triangulaires ou pentagonaux selon la forme qu'on veut donner au fil, mais pour le travail qui nous occupe, ils doivent être ronds, légèrement coniques de façon à ce que leur plus grande ouverture se présente du côté où arrive le fil.

Cette précaution est prise pour éviter la déformation du trou, qui se trouve constamment forcé par le passage du fil, mais elle est insuffisante, et pour obtenir un travail très continu on préfère employer une plaque garnie de rubis, de diamant noir ou de quelque autre pierre d'une dureté équivalente; par la raison que les trous percés dans ces matières sont à peu près inaltérables et qu'on peut obtenir plus de 20,000 mètres de fil, d'une grosseur rigoureusement uniforme, sans qu'il soit besoin de repercer le trou.

La filière se fixe sur une extrémité du banc à tirer et elle y est maintenue dans la position verticale au moyen de montants et de traverses.

La pince est une espèce de tenaille dentée se terminant par un anneau, pour se fixer au mécanisme moteur, et dont les dents sont combinées de façon à ce que la force avec laquelle elle serre le fil augmente avec la traction.

Il y en a de plusieurs sortes, mais la meilleure, la plus employée du reste, se compose d'une plaque de fer, percée d'un trou conique dont la plus petite base est tournée du côté de la filière, dans ce trou s'ajuste exactement un cône en deux parties réunies par un ressort et dont les faces intérieures sont taillées en crémaillère.

Le fil une fois introduit entre ces deux faces, n'en peut plus sortir accidentellement; car la traction opérant sur le ressort, augmente la pression de deux parties du cône intérieur, au fur et à mesure que l'effort de la traction s'accroît par le travail de l'appareil.

Le mécanisme qui actionne la pince est quelquefois un simple moulinet, mû à bras d'hommes, et sur l'axe duquel une forte bande de cuir attachée à l'extrémité de la pince vient s'enrouler.

Mais dans les usines importantes on se sert d'une manivelle, dont l'arbre porte un pignon engrenant avec une crémaillère, ou même, ce qui est encore meilleur, d'une chaîne sans fin, qu'on appelle chaîne à la Vaucanson, à laquelle on peut donner la résistance que l'on veut, selon le nombre et l'épaisseur des mailles dont on la compose.

Dans ce cas la traction est opérée par une bobine à laquelle le mouvement de rotation est communiqué par le moteur de l'usine.

Cette bobine est placée sur le banc à tirer, verticalement sur un axe qui traverse la table quand il s'agit de fils très fins, et horizontalement, sur des coussinets fixés à la table pour les gros fils.

Dans l'un ou l'autre cas, elle est légèrement conique de façon à ce qu'on puisse enlever facilement l'écheveau quand il est terminé.

On comprend maintenant l'opération. Prenant une tige de métal sortant de la fenderie, le tréfileur l'aiguise à l'une de ses extrémités pour la faire entrer dans la plus grande filière, quand elle a traversé le trou,

il la place entre les mâchoires de la pince et la machine se met en mouvement.

Alors, la pince opérant sa traction continue, le fil s'allonge pour passer dans la filière, et au fur et à mesure qu'il y est passé s'enroule sur la bobine.

La bobine chargée on la renverse pour en enlever l'écheveau que l'on pose sur un dévidoir. De là il passera dans le trou immédiatement moins grand, et ainsi de suite dans toute la série des trous de la filière jusqu'à ce qu'il ait atteint la finesse voulue en ayant soin, pourtant, de prendre certaines précautions indispensables.

D'abord pour empêcher le frottement et l'échauffement du fil pendant la traction on maintient sur la filière une pelotte de graisse dans laquelle passe le fil.

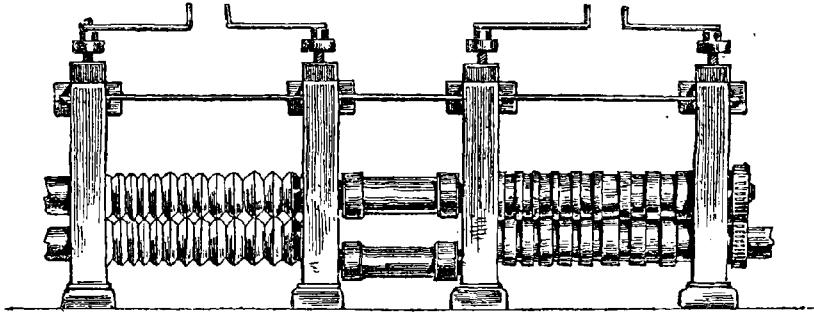
Ensuite pour l'empêcher de s'écrouir complètement, après plusieurs passages et de perdre ainsi une partie de sa ductilité; on le recuit de temps en temps, en le chauffant jusqu'au rouge brun et en le laissant refroidir lentement.

Il reprend ainsi son état primitif, mais il faut avoir soin de le plonger à chaque fois dans de l'eau acidulée pour enlever la couche d'oxyde que le recuit fait déposer sur le fil, autrement l'oxyde se détacherait pendant l'étirage, corroderait les trous de la filière et produirait sur le fil : des stries qui en altéreraient la qualité et en rendraient l'aspect défectueux.

C'est surtout pour l'acier que cette opération est indispensable, ce métal étant le seul qui perde de sa résistance en passant par la filière.

Et c'est, d'ailleurs, la seule raison pour laquelle les manufacturiers français emploient de préférence, le fil de fer à la fabrication des aiguilles, car le fer aussi bien que le laiton, l'or, l'argent, et tous les métaux ou composés métalliques d'une grande malléabilité, gagnent au contraire de la résistance par suite de l'écrouissage qu'ils subissent.

Ce système économise les différents recuits auxquels il faut soumettre les fils d'acier, il est vrai qu'il faut plus tard convertir les aiguilles de fer en acier par la

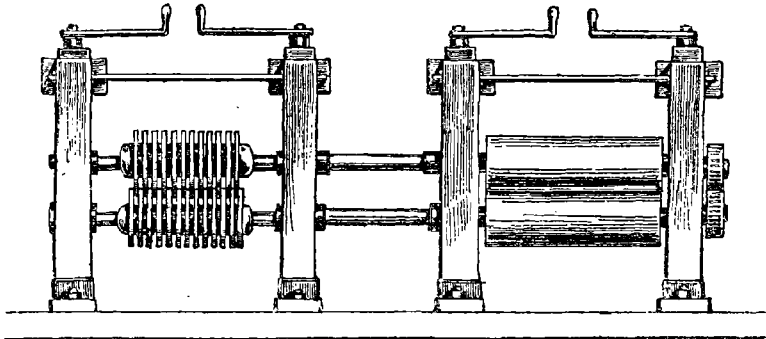


Train de laminoirs.

cémentation, ce qui ne fait pas gagner beaucoup de temps et ne donne que des produits d'une qualité relativement inférieure.

FABRICATION PROPREMENT DITE

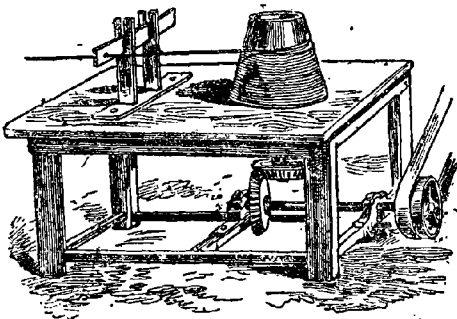
Après avoir passé par la dernière filière



Train de fenderie.

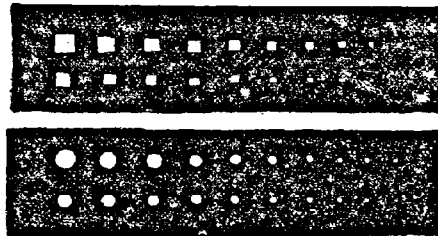
le fil, enroulé sur la bobine, en est enlevé par écheveaux et envoyé à la manufacture.

Là commencent les nombreuses opérations de la fabrication des aiguilles.



Banc à tirer (tréfilerie).

Pour plus de clarté nous diviserons ces opérations, qui sont toutes faites par des ouvriers spéciaux, en cinq séries.



Les filières.

1° Le *Façonnage*, autrement dit la conversion du fil métallique en aiguilles brutes, comprenant une vingtaine d'opérations.

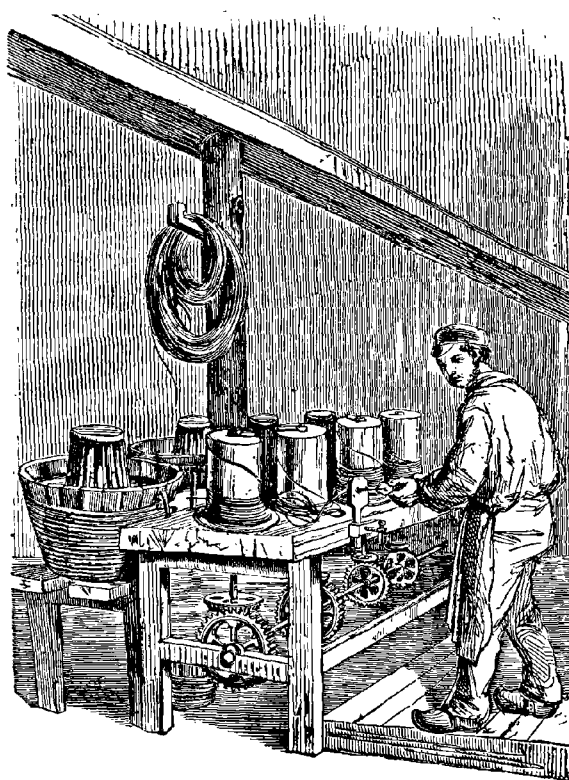
2° Le *Trempage*, comprenant la cémentation (quand il y a lieu) et le recuit des aiguilles brutes : une douzaine d'opérations.

3° Le *Polissage*, qui embrasse cinq opérations distinctes répétées chacune dix fois successivement et une dernière qui ne se fait qu'une fois.

4° Le *Triage*, qui comprend cinq opérations.

5° L'*Affinage*, aussi bien que la mise en paquets des aiguilles terminées, pour être livrées au commerce, au total une dizaine d'opérations.

Étudions-les, maintenant l'une après l'autre en suivant l'ordre que nous venons d'établir.



Filage et repassage des fils.

OPÉRATIONS DE LA PREMIÈRE SÉRIE

1° LE TRIAGE

Cette opération consiste dans le choix des fils, qui arrivent de la tréfilerie, et dont il faut d'abord éprouver la qualité.

A cet effet on coupe à chaque écheveau ou botte, quelques bouts d'une longueur suffisante à l'expérience, que l'on fait rougir dans un four spécial, espèce de poêle en fonte

dont la capacité intérieure est de quatre à cinq décimètres.

Les échantillons, auxquels on aura naturellement fait des marques pour les reconnaître, une fois rouges sont précipités dans l'eau froide ; lorsqu'ils sont devenus maniables on les casse avec les doigts pour juger de leur qualité : par l'effort qu'il a fallu faire pour les briser et par la plus ou moins grande netteté de leur cassure.

On classe alors les bottes auxquelles ils appartiennent par catégories, réservant les fils les plus cassants pour la fabrication des aiguilles supérieures, dites *aiguilles anglaises*.

2° LE CALIBRAGE

Le calibrage est la vérification de la grosseur des fils livrés par le tréfileur, au moyen d'un instrument qu'on appelle *Jauge*.

Cet instrument est un disque d'acier, entaillé à son pourtour de coches rectangulaires, désignées par des numéros et présentant toutes les grosseurs dont on peut avoir besoin pour les usages du commerce.

Naturellement, un fil est dit de tel numéro quand il peut entrer dans la taille correspondante à ce numéro.

On classe donc d'abord les écheveaux par numéros, mais il faut encore voir si le fil d'une même botte est d'une grosseur bien uniforme, à cet effet on présente divers points de l'écheveau sur l'échancrure qui donne le type, mais il n'est pas besoin de le délier pour cela, l'œil exercé du calibreur découvre vite les points faibles et plus aisément encore les parties trop fortes d'un fil, qu'ils renvoient à la filière s'il ne remplit pas les conditions exigées et s'il n'est pas uniformément rond.

3° LE DÉCRASSAGE

Avant de pouvoir passer à la filière, il faut que le fil soit décrassé, car les tréfileries ne le livrent point sans l'avoir trempé dans un enduit noir, qui a pour objet de le garantir de la rouille.

C'est cet enduit qu'il s'agit d'enlever : opération facile, du reste, mais assez longue puisqu'elle se fait à la main, avec du machefer enveloppé dans un linge, dont l'ouvrier frotte les fils jusqu'à décrassage complet.

4° LE FILAGE

Cette opération, qui consiste à faire passer le fil dans une filière du calibre voulu, est

exactement celle de la tréfilerie, seulement elle se fait à la main par un ouvrier qui tire le fil avec une tenaille pour l'examiner attentivement dans toute sa longueur, en ayant soin de le graisser avec une couenne de lard, pour faciliter le tirage.

Notre dessin de la page 77 représente cette opération, précisément au moment où l'ouvrier vient de passer le fil par le trou de la filière pour le tirer avec une petite pince qu'il tient à la main.

Son établi diffère du banc à tirer, que nous avons décrit, non seulement en ce que la filière est montée d'une façon provisoire, au moyen d'une espèce d'étau qui la maintient dans la position verticale, mais encore en ce que la table porte plusieurs bobines autour desquelles le fil s'enroulera au fur et à mesure qu'il sortira de la filière; puisque les bobines sont mises en mouvement par des engrenages fixés à un arbre moteur, qui se trouve sous la table.

Du reste ces bobines ne servent que dans l'opération suivante, car dans celle-ci, l'ouvrier tire par longueurs, au moyen de sa pince, le fil qu'il enroule à ses pieds à mesure qu'il est calibré.

5° LE REPASSAGE

Le repassage est un second passage, dans une filière un peu plus étroite que la précédente, dans le but de faire disparaître de sur le fil, les marques que les tenailles de l'ouvrier y ont imprimées de distance en distance.

Cette fois le fil s'étire définitivement et s'enroule sur les bobines de l'établi.

Ces deux opérations pourraient évidemment se réduire à une seule, il suffirait pour cela d'opérer avec un banc à tirer, outillé comme celui des tréfileries ordinaires, mais la vérification du fil serait moins minutieuse, il pourrait être aussi exactement calibré si les parties fortes précédaient toujours les parties faibles de façon à ce qu'il y ait effort constant au passage de la filière;

mais, de même qu'il ne peut pas y avoir uniformité absolue dans la qualité, elle ne peut pas exister non plus dans les défauts.

Cela doit se faire pourtant, car avec le besoin de produire vite et beaucoup, on simplifie le travail le plus qu'on peut, pour diminuer la main-d'œuvre; et un certain nombre d'opérations manuelles que nous allons décrire se font maintenant mécaniquement, surtout dans les usines du continent.

Mais les fabricants anglais, qui ont une réputation à soutenir, n'ont point admis dans leurs usines un progrès susceptible d'altérer la qualité des produits.

Ce sont, en général, leurs procédés que nous indiquons, ce qui ne nous empêchera pas d'ouvrir des parenthèses, toutes les fois que nous aurons des exceptions à constater.

6° LE DÉVIDAGE

Les fils vérifiés et admis pour la fabrication, sont alors dévidés de sur les bobines et enroulés sur un appareil spécial, dont la dimension est en rapport avec la longueur qu'il s'agit de donner aux aiguilles, de façon à éviter, par des fausses coupes, les pertes du métal (on verra comment tout à l'heure).

Cet appareil, qu'on appelle dévidoir, a la forme d'un cône tronqué, il tourne autour d'un axe vertical, la petite base en haut, ce qui permet de former la botte qui se compose de 90 à 100 tours, sur un point quelconque de la hauteur du dévidoir, que l'on fixe au moyen de chevilles, de façon à ce qu'elle ait une circonférence correspondant exactement à un certain nombre d'aiguilles.

On dévide donc d'autant plus haut qu'on veut fabriquer des aiguilles plus petites.

Quelques-uns de ces dévidoirs sont de simples rouets composés de 4 bras en croix et qu'on fait tourner à l'aide d'une cheville placée sur la longueur de l'un des bras, et qui sert de manivelle.

Les plus répandus sont comme celui

que représente notre dessin et infiniment plus maniables; puisqu'ils sont mus par une roue.

7° LE COUPAGE

Lorsque la nouvelle botte de fil est complète, on l'enlève de sur le rouet et on la coupe en deux points diamétralement opposés, soit au moyen d'une forte cisaille à main, et, dans ce cas, l'opération peut se faire sur le rouet même, soit avec une cisaille mue mécaniquement, de façon à obtenir deux faisceaux d'une longueur égale et composés chacun de 90 à 100 fils, puisque nous avons dit que c'était le nombre de tours qu'on laissait faire au fil sur le dévidoir.

En fabrication courante, ces faisceaux ont généralement 26 ou 27 décimètres de longueur, mais cette longueur augmente ou diminue selon qu'on veut avoir des aiguilles plus longues ou plus courtes, il a suffi pour cela d'enrouler la botte de fil de fer plus bas ou plus haut sur le dévidoir.

8° LE DÉCOUPAGE

Les deux faisceaux de fils, obtenus par le premier coupage, sont réunis et présentés à des cisailles mécaniques, pour être découpés en morceaux d'une longueur un peu supérieure à celle de deux aiguilles terminées, mais de quelques millimètres seulement, car il y a peu de pertes.

La cisaille employée à cette opération donne, en travail ordinaire, une vingtaine de coups par minute, mais tous les coups ne sont pas utiles, il y en a toujours un de perdu sur trois, et comme il faut s'y reprendre à deux fois pour couper le faisceau de cent fils, il s'ensuit qu'un seul ouvrier conduisant la machine peut couper par journée de dix heures plus de quatre cent mille tronçons de fil de fer ou d'acier, qui serviront à faire huit cent mille aiguilles,

9° LE DRESSAGE

Les fils, coupés ainsi, sont nécessairement pliés ou courbés, il faut alors les redresser, ce qui se fait très vite en opérant par masses au moyen d'un système très ingénieux, mais d'un outillage très simple puisqu'il ne comporte que deux anneaux, une règle à jour et un banc à presser.

On prend une poignée de fils qu'on réunit en faisceau au moyen des deux anneaux, dans lesquels on en fait entrer le plus possible, de façon à ce qu'ils soient bien serrés et bien pressés.

Ce faisceau, obtenu solidement, et qui se

compose alors de cinq à six mille fils de deux aiguilles, on le chauffe jusqu'au rouge cerise, dans un four établi à cet effet, puis on le porte sur le banc à presser sur une plaque de fonte recouverte de sable fin, que l'on puise avec une spatule dans une caisse disposée pour cela sous le banc.

On applique ensuite sur le rouleau une règle à jour qu'on appelle *râpe* et dont les fentes sont naturellement calculées pour que les anneaux se trouvent encastrés dedans.

Faisant alors aller et venir la règle cinq ou six fois sur elle-même en appuyant sur



Le dévidoir.

le faisceau, ce qui le fait nécessairement tourner sur la plaque de fonte, on redresse en quelques minutes tous les fils qui le composent.

Cette opération se faisait d'abord à la main, mais on a perfectionné l'outillage en remplaçant la râpe par la règle à bascule que représente notre gravure, et dont le travail est bien plus régulier en même temps que plus expéditif, car lorsqu'un paquet est redressé l'ouvrier n'a qu'à appuyer le pied sur la pédale, la bascule joue, la râpe est soulevée et le rouleau peut être facilement enlevé pour être porté à l'atelier d'empointerie.

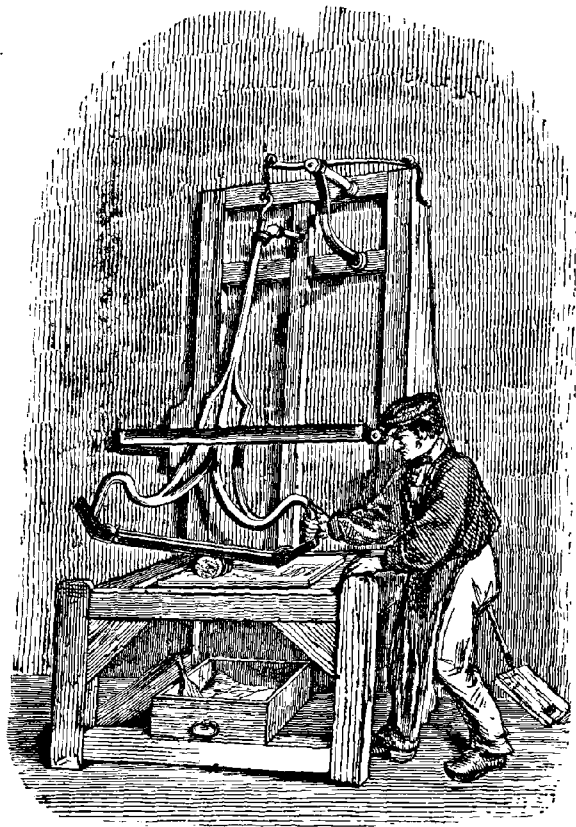
10° L'EMPOINTERIE

L'empointerie ou l'aiguiserie, qui a pour objet la fabrication de la pointe des aiguilles, se fait dans un atelier spécial où sont distribuées 20 à 30 meules, plus ou moins, selon l'importance de l'usine, de façon à ce qu'elles soient mues par le même moteur, quelquefois une roue hydraulique, plus souvent la vapeur.

Ces meules, qui ont généralement 50 centimètres de diamètre sur 12 à 13 d'épaisseur sont en grès quartzueux d'un grain brillant, mais d'une dureté moyenne, leur couleur est d'un gris tirant sur le blanc.

Comme elles tournent avec une grande vitesse et que, par conséquent, elles seraient susceptibles d'éclater et de blesser les ouvriers, on les enveloppe d'une forte tôle ouverte seulement au milieu sur une hauteur de vingt centimètres qui en permet l'accès, et une largeur un peu plus grande que l'épaisseur des meules.

Chaque ouvrier, assis devant la meule qui lui est destinée, prend entre le pouce et l'index une cinquantaine de fils, qu'il présente d'abord par un bout sur la partie découverte de la meule, appuyant sur ces fils avec un doigtier de cuir fort qu'il fait jouer de façon à leur imprimer, à tous à la fois, le même mouvement de rotation indis-



Redressage des fils coupés pour deux aiguilles jumelles.

pensable pour que les pointes soient coniques.

Il faut une grande habileté pour manœuvrer à la fois un grand nombre de fils, de façon à ce que leur rotation soit assez régulière pour que la conicité soit parfaite, mais les bons ouvriers ne sont pas rares, et il en est qui opèrent avec des pincées de 60 fils et même davantage.

Liv. 87.

Naturellement quand les fils sont aiguisés d'un côté, on les retourne de l'autre ; puisque chaque fil doit servir pour deux aiguilles, mais ce premier travail sur la meule n'est encore que le *dégrossissage*.

Quand il est fait d'ailleurs, les fils sont déjà rouges, tant ils ont été échauffés par le frottement de la meule, l'ouvrier les jette alors dans une caisse pleine d'eau disposée

87

à côté de lui, et où il les reprend quand ils sont refroidis, pour leur donner le finissage.

Cette opération, la seule véritablement insalubre de la fabrication des aiguilles est des plus dangereuses, l'ouvrier se coiffe bien d'un chapeau, dont le large bord est rabattu sur son visage, et percé devant les yeux de deux trous garnis de verres comme des lunettes, et cela garantit sa vue de l'éclat des étincelles brûlantes qui jaillissent de tous côtés par le frottement à sec du métal sur la meule.

Dans certaines usines, surtout en Angleterre, on a même un garde-vue plus commode, sorte de cadre en fer garni de verre, que sa mobilité permet de placer devant la meule à l'endroit nécessaire pour arrêter complètement les étincelles, sans empêcher à l'ouvrier de pouvoir suivre toutes les phases de son opération.

Mais ce n'est là qu'un des côtés de la question, car ce qu'il y a de plus redoutable pour les ouvriers empointeurs, de plus nuisible à leur santé, c'est la poussière produite à la fois par l'usure de l'acier et de la meule, poussière qu'ils ne peuvent faire autrement que de respirer, et qui, sans les moyens préservatifs qu'on s'est ingénié à trouver, leur attaquerait les poumons et les ferait mourir de phtisie après dix ou quinze ans de pratique.

Dès le commencement du siècle, on s'est préoccupé de cette question qui n'a peut-être pas été suivie depuis, surtout dans notre pays, autant qu'on aurait pu le faire si en matières industrielles on faisait autant de cas de la vie des hommes que du perfectionnement des procédés.

Néanmoins la situation des ouvriers empointeurs est véritablement améliorée, et ils ne sont plus maintenant, sous peine de mort, condamnés à abandonner cette partie de la fabrication au moment où ils peuvent profiter de l'habileté de main qu'ils ont acquise par l'expérience.

La première tentative faite pour remédier

à l'insalubrité, tellement reconnue de l'empointage que la science médicale avait constaté à Reddith que, sur plusieurs milliers d'ouvriers de cette spécialité, deux ou trois à peine atteignaient l'âge de quarante ans, l'a été en Angleterre par M. Prior, qui imagina, vers 1810, de placer sous les pieds de l'empointeur une espèce de soufflet se mouvant comme les pédales d'un jeu d'orgues, et dont le vent, chassé à travers un tube percé de fentes longitudinales, qui s'ouvrent sur toute la longueur de la meule, produit un courant assez fort pour entraîner la poussière et l'empêcher par conséquent d'entrer par les narines et par la bouche de l'ouvrier.

Ce système, bon en principe, mais qui avait le défaut d'augmenter encore le travail de l'empointeur, en exigeant de lui un mouvement continu, fut perfectionné en 1816, par M. Thomas Roberts, de façon à ce que l'appareil ventilateur pût être mû mécaniquement, mais il disparut devant l'invention de M. Abraham, invention qui fut d'ailleurs récompensée, en 1822, par la grande médaille d'or de la Société d'encouragement de Londres, et qui avait le double avantage d'entraîner la poussière de grès et de préserver les ouvriers de l'absorption, si dangereuse, des particules fines d'acier qui s'élèvent toujours en nuage pendant le travail.

Ce procédé a été décrit ainsi dans le journal *Sheffield-Iris*.

« La pièce où travaillent les ouvriers est divisée en deux parties égales sur toute sa hauteur, par un châssis ou écran composé de canevas ou de grosse toile.

« Cet écran est placé perpendiculairement au-dessus de la meule, qu'il entoure de chaque côté en ne laissant qu'un espace suffisant pour son mouvement et pour la pédale que presse l'ouvrier.

« Une ouverture de 38 millimètres est pratiquée dans la toile, directement au-dessus de la meule ; c'est au travers de cette

ouverture que passe la poussière de grès formée pendant l'opération et qui est entraînée derrière l'écran par le courant d'air que produit le mouvement précipité de la meule.

« Quant aux particules très fines d'acier, qui, en raison de leur légèreté spécifique, tendent toujours à s'élever et peuvent être facilement absorbées par la respiration, parce qu'elles sont imperceptibles ; des barreaux aimantés, disposés entre l'écran et l'ouvrier, les attirent et les arrêtent au passage.

« Par surcroît de précaution, M. Abraham a imaginé un appareil magnétique que les ouvriers se placent autour du cou et de la bouche, et qui empêche toute aspiration des particules d'acier ou de grès, pendant le travail.

« Les résultats obtenus au moyen de l'appareil de M. Abraham ont été des plus satisfaisants ; les certificats tant des fabricants d'aiguilles de Reddith et de Hatersage, que des couteliers de Sheffield qui font émoudre à sec, des tranchants sur des meules de grès, attestent que cet appareil remplit toutes les conditions voulues, et que son introduction dans les ateliers est un véritable bienfait pour la classe des ouvriers pointeurs. »

Malgré cela, ce procédé n'est pourtant employé que très exceptionnellement, dans les manufactures d'aujourd'hui.

Il est vrai qu'on a trouvé autre chose et que le système employé d'abord par M. Pastor, fabricant de Borcette (auprès d'Aix-la-Chapelle) est presque généralement adopté.

Ce moyen consiste à utiliser la meule elle-même comme un ventilateur d'ailleurs assez puissant, étant donnée la rapidité de rotation, pour entraîner les poussières et particules de grès et d'acier.

A cet effet, elle est revêtue, comme nous l'avons dit déjà, d'une enveloppe en tôle qui ne laisse à la meule que le passage nécessaire à la manutention des aiguilles,

et à leur frottement dessus ; la partie supérieure de l'ouverture pratiquée dans le revêtement de tôle étant couverte d'un châssis vitré, au travers duquel l'ouvrier peut suivre, sans danger, les progrès de son travail.

En outre pour que les poussières ne s'accumulent pas dans la chambre vide comprise entre la meule et l'enveloppe et surtout pour qu'elles ne se précipitent pas par l'ouverture qui laisse la meule à découvert, cette chambre est en communication avec un tuyau de dégagement, débouchant dans une cheminée, et dans lequel l'air se précipitant avec violence, enlève les poussières métalliques et quartzeuses presque au fur et à mesure qu'elles se produisent, par l'effet de la double usure de la meule et des pointes d'aiguilles ; usure qui se fait toujours à sec, pour prévenir la rouille qui, autrement, ne manquerait pas d'envahir les fils.

On a essayé d'autres systèmes qui se sont moins répandus, mais dont il faut parler, pour tout dire.

L'un, préconisé par M. Molard, consistait à remplacer les meules de grès par des meules en fer ou en fonte de fer oxydé ; cela supprimait la poussière de grès, mais il y avait alors une poussière ferrugineuse moins abondante, il est vrai, mais tout aussi dangereuse et cela ne changeait rien à la question quant aux particules d'acier.

Un autre, plus pratique, employé du reste dans la manufacture créée à Lyon par M. Neuss, fabricant d'Aix-la-Chapelle, consistait dans la précipitation des poussières au moyen de la vapeur.

Des conduits, munis de robinets que l'on peut ouvrir et fermer à volonté, permettent d'introduire dans l'atelier d'empointerie, selon les besoins, des jets de vapeur qui précipitent au dehors la poussière siliceuse tenue en suspension dans l'atmosphère.

Moyen pratique, mais beaucoup moins complet, que le système Pastor, le plus usité, du reste, avons-nous dit.

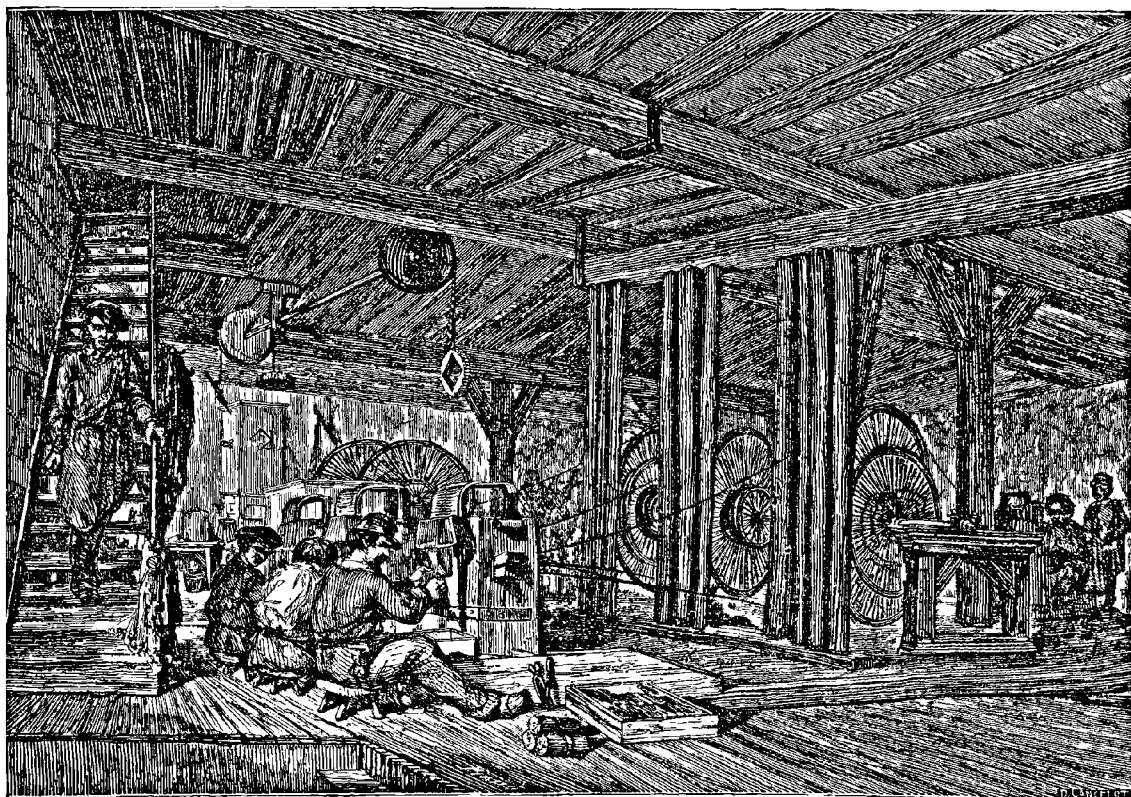
Revenons maintenant à l'opération, dont

la seconde partie, le finissage, s'opère exactement de la même façon que le dégrossissage, et le tout va très vite.

Mais l'ouvrier empointeur n'a pas à faire que l'aiguisage des fils; il est en outre chargé de l'entretien de sa meule : ce qui lui prend un certain temps; car cette meule est friable et s'use rapidement.

Si l'usure était régulière, l'inconvénient serait secondaire mais elle se produit par sillons plus ou moins profonds, selon qu'un plus grand nombre de fils ont frotté sur les mêmes points; il faut donc retailler la meule, mais pas plus qu'il ne faut pour en égaliser la surface.

A cet effet, l'ouvrier prend à la main un



Atelier d'empointerie.

crayon noir ou un morceau de charbon taillé en pointe, qu'il tient dans une position fixe parallèlement à la meule qui tourne, de façon à marquer sur les côtés les parties saillantes qu'il faut enlever.

Ensuite il fait arrêter sa meule, la démonte, et avec une espèce de petite pioche, il la pique régulièrement et en abat toutes les parcelles excédant la circonférence tracée par le charbon.

Ce travail pourrait se faire aussi, et vraisemblablement beaucoup plus vite, en laissant tourner la meule, et en usant avec une râpe, les parties excédant le poli de sa surface; mais nous citons surtout les procédés généralement adoptés.

Et à cet égard, il nous faut dire ici que dans certaines usines de la Prusse Rhénane et de Westphalie, où l'on veut surtout fabriquer économiquement, l'empointage ne se

fait plus à la meule de grès, mais mécaniquement avec des outils d'acier en forme de limes que l'on perfectionne tous les jours et qui, malgré cela, ne donnent encore que

des aiguilles incapables de soutenir la comparaison avec les aiguilles anglaises, non seulement comme qualité, mais comme forme.



Estampage des aiguilles jumelles avant leur séparation.

Ainsi, tandis que ces dernières, aiguisées à la main, vont toujours en s'amincissant depuis la tête ou *chas* et se terminent graduellement par une pointe d'une finesse extrême, les aiguilles allemandes, dont l'ai-

guisage se fait mécaniquement, sont cylindriques sur leur plus grande longueur et se terminent brusquement en un cône plus ou moins effilé.

Il est vrai qu'elles sont plus de moitié

moins chères, ce qui est une compensation pour le consommateur.

11° OPÉRATION

Lorsque les fils sont empointés des deux bouts, ils reviennent au premier atelier où l'on en fera définitivement des aiguilles, mais ici il y a une variante dans les procédés de fabrication. Ainsi, tandis que les Anglais commencent d'abord par séparer les fils d'acier en deux aiguilles, dont les têtes sont aplaties ensuite au marteau par un ouvrier nommé *palmeur*; à Laigle et dans les usines allemandes, les aiguilles jumelles ne sont séparées qu'après l'*estampage*; c'est ainsi qu'on appelle l'aplatissement de la tête, qui se fait mécaniquement et d'un seul coup, pour deux aiguilles à la fois.

Nous allons étudier séparément les deux systèmes, dont le premier, évidemment moins expéditif, donne des produits d'un plus grand fini.

PROCÉDÉ ANGLAIS. — SÉPARATION DES AIGUILLES

Sortant de l'atelier d'empointerie, les fils, aiguisés aux deux extrémités, sont séparés en deux pour fournir deux aiguilles.

A cet effet, on se sert d'une plaque de cuivre munie de chaque côté d'un rebord et qui devient une sorte de matrice; puisque l'espace compris entre les deux rebords est justement la longueur que doivent avoir les aiguilles.

On place donc sur cette plaque un certain nombre de fils, en ajustant les pointes au rebord et on les coupe tous à la fois, au niveau exact de la largeur de la plaque, au moyen d'une forte cisaille à main, mais que dans le cas présent l'ouvrier fait mouvoir avec son genou; puisqu'il a les deux mains occupées.

Ce premier coup donné, la partie restante de la poignée de fils est posée à son tour sur la plaque, pointes alignées sur un

rebord, pour être coupée à son tour exactement de la longueur voulue, c'est-à-dire au ras de la plaque.

Cela occasionne un petit déchet mais qu'il est impossible d'éviter, car il a fallu donner aux fils une longueur excédant un peu celle de deux aiguilles, en raison de ce fait que les empointeurs, usant toujours un peu les fils, autrement ces fils se trouveraient souvent trop courts et, au lieu de perdre des bouts de quelques millimètres, on mettrait au rebut nombre d'aiguilles entières, qui n'entreraient pas dans le type de fabrication adopté.

12° PALMAGE (*procédé anglais*).

Au fur et à mesure que les aiguilles ont été coupées de la longueur voulue, on les a rangées les unes sur les autres, et le plus parallèlement possible, dans des petites boîtes en bois ou en carton, qui sont portées à l'ouvrier chargé d'aplatir la tête des aiguilles, et qu'on appelle le *palmeur*.

Le *palmeur*, assis devant une table sur laquelle est fixée une petite enclume d'acier (qu'il appelle *tas*) affectant la forme d'un cube de 8 à 9 centimètres de côté, prend de la main gauche une trentaine d'aiguilles qu'il dispose, par un rapide mouvement du pouce sur son index, en forme d'éventail serrant les pointes sous son pouce, et espaçant les têtes en dehors, de façon qu'elles puissent porter toutes à la fois, sans être l'une sur l'autre, sur sa petite enclume.

De la main droite, alors, il saisit un petit marteau à tête plate et frappe, sur toutes les têtes, autant de coups successifs qu'il en faut pour les aplatir convenablement.

Après quoi il remet les aiguilles dans une boîte et continue son opération sur de nouvelles poignées.

13° CHAUFFAGE (*procédé anglais*).

L'aplatissement des têtes d'aiguilles a eu l'inconvénient d'écrouir l'acier, et pour

qu'elles puissent supporter le perçage, sans courir les chances de se casser ou de se fendre, on les fait recuire avant de les soumettre à cette opération.

Rien n'est plus simple, du reste, puisqu'il s'agit de les porter dans un four chauffé en conséquence, et de les en retirer quand elles sont rouges, pour les laisser refroidir lentement.

14° MARQUAGE (*procédé anglais*).

Les aiguilles refroidies, on en perce les têtes pour faire ce qu'on appelle le *chas*, avec un poinçon d'acier qui a la forme et les dimensions qu'on veut donner à l'œil ou au trou des aiguilles.

Ce travail est fait par des femmes, souvent même par des enfants, qui y acquièrent une habileté extraordinaire, à ce point qu'il n'en est presque pas qui ne soient capables de percer un cheveu pour en faire passer un autre au travers.

Il faut pour cela des outils d'une finesse extrême, tel est le poinçon dont ils se servent.

L'enfant, assis devant une table munie d'un petit *tas* en acier poli, prend de la main gauche une aiguille dont il pose la tête sur le tas, de la main droite il pose sur la tête de l'aiguille le poinçon qu'il soutient verticalement de la main gauche, et sur lequel il frappe un coup de marteau qui commence le marquage.

Alors il retourne l'aiguille de l'autre côté et recommence son opération, de façon à rencontrer le trou qu'il a déjà commencé sur le côté opposé.

Cette opération ne demande que deux mouvements, mais elle n'accomplit pas complètement le perçage, le métal repoussé par le poinçon restant presque toujours au milieu du trou; les aiguilles passent donc alors au troquage.

15° TROQUAGE (*système anglais*).

C'est encore un enfant qui est chargé de

ce travail, consistant, comme nous venons de le dire, dans l'enlèvement du petit morceau d'acier qui reste encore dans la tête des aiguilles.

Pour cela, il a sur son établi deux petits tas, l'un de plomb, et l'autre d'acier.

Sur le tas de plomb, il place la tête de l'aiguille et appliquant un poinçon, dans le trou déjà fait, il frappe un coup qui fait entrer dans le plomb le petit morceau d'acier qu'il s'agit de chasser.

Puis, laissant le poinçon traverser l'aiguille, il pose celle-ci avec le poinçon dedans, naturellement, sur le tas d'acier, et frappe sur chacun de ses côtés un petit coup sec, qui a pour objet de faire prendre au trou de l'aiguille la forme exacte du poinçon.

Examinons maintenant le procédé français, qui réduit à trois les cinq opérations que nous venons de décrire : savoir l'estampage, le perçage et la séparation des aiguilles.

L'ESTAMPAGE. (*Procédé français*.)

L'estampage qui a pour objet l'aplatissement de la tête des aiguilles, se fait à l'aide d'un appareil bien connu, employé d'ailleurs dans nombre d'autres industries.

Sur un établi en chêne, solidement fixé, est posé un bloc ou un moule d'acier, retenu au bois par de fortes vis, deux arbres verticaux s'élèvent de chaque côté de ce moule et sont réunis en haut, par une traverse, pour porter un bloc ou mouton d'un poids relativement considérable, et terminé par un poinçon, dont le relief s'adapte exactement au creux de l'estampe.

Cette exactitude rigoureuse est obtenue à l'aide des glissières, fixées le long des montants et dans lesquelles le mouton agit exactement comme le couteau d'une guilotine, étant maintenu à sa partie supérieure par une corde ou une forte courroie qui passe sur une poulie, et descend devant l'ouvrier, lequel peut la faire manœuvrer

avec son pied, par le moyen de l'étrier qui ja termine.

Il suffit, du reste, de regarder notre dessin pour bien comprendre ce mécanisme.

L'estampeur place l'aiguille jumelle de telle façon que son milieu, portant sur un petit bloc d'acier, entaillé dans la forme d'une double tête, corresponde au poinçon

placé à la partie inférieure du mouton.

Appuyant le pied sur l'étrier qui commande ledit mouton, il le soulève et le laisse retomber brusquement sur le fil, où la double empreinte dessine aussitôt les deux têtes des aiguilles, en marquant d'avance la place des trous qui doivent être percés dedans.



Perçage des aiguilles jumelles.

Ce travail, excessivement rapide, peut l'être encore davantage, si l'on substitue un moteur mécanique au pied de l'ouvrier, mais en donnant seulement de 15 à 20 coups de mouton par minute, un homme seul peut faire de huit à dix mille estampages dans sa journée de dix heures ; c'est-à-dire aplatir la tête de seize à vingt mille aiguilles.

Sur la gauche de notre dessin, à la partie

supérieure, nous avons représenté, pour plus de clarté, l'aiguille jumelle avant et après l'estampage. On remarquera que l'attache qui reste entre les deux têtes est très mince. Ce qui expliquera tout à l'heure le procédé de séparation des aiguilles.

LE PERÇAGE (*Système français*).

L'opération du perçage se fait à peu près

comme celle de l'estampage, seulement comme il n'est pas besoin d'une force si grande, puisque ce sont généralement des femmes qui sont préposées à ce travail, on se sert seulement d'un levier, emmanché à une vis de pression au bout de laquelle est adapté un poinçon à deux pointes d'acier, espacées comme il convient, pour percer, en agissant à

la façon d'un emporte-pièce, l'aiguille jumelle, aux deux endroits indiqués par l'estampe.

Tout le monde connaît cet instrument d'origine française, d'ailleurs; c'est le classique balancier qui se compose dans sa forme la moins compliquée :

1° D'un bâti de fonte formant écrou à sa partie supérieure;



Séparation des aiguilles jumelles.

2° D'une longue vis de fer qui traverse l'écrou du bâti;

Et 3° d'un levier, quelquefois horizontal, le plus souvent recourbé et terminé par un manche, pour être plus à la portée de la main de l'ouvrier, et au milieu duquel la tête de la vis est encastrée.

C'est le levier, mobile naturellement, qui

constitue le balancier, car les choses sont disposées de telle façon que la vis monte ou descend, selon qu'on fait tourner le levier dans un sens ou dans l'autre, ce qui n'est même pas toujours indispensable; car il suffit que la vis soit à double filet, pour qu'elle se relève d'elle-même sitôt qu'on n'appuie plus sur le manche du levier.

LA SÉPARATION DES AIGUILLES (*Système français*).

Au fur et à mesure que les aiguilles sont percées, une petite fille qui se tient auprès de la perceuse les enfle dans deux brochettes de fer de 15 à 20 centimètres de longueur, de façon à en former des espèces d'arêtes de poissons, comme celles que nous avons fait dessiner dans le haut de notre gravure de la page 89.

Ces doubles brochettes ont pour objet de préparer le travail de la séparation des aiguilles.

En effet, l'ouvrier chargé de cette opération les prend et les applique sur une petite tablette, construite à deux versants à peu près comme le toit d'une maison, où elles sont maintenues par le moyen d'un cadre en cuivre dont l'une des extrémités tourne autour d'une charnière, tandis que l'autre porte une chaîne fixée à une pédale, dont l'ouvrier règle la pression avec son pied.

Alors, en quelques coups d'une lime triangulaire, il abat les attaches qui relient les deux aiguilles, lesquelles se trouvent maintenant faire deux brochettes.

Un autre ouvrier prend ces brochettes successivement, et les assujétissant sur son établi avec une pince à ressort, il adoucit les asperités de la cassure, qui ne se produit jamais d'une façon très nette.

Les opérations suivantes étant communes à tous les procédés de fabrication nous reprenons nos numéros d'ordre.

16° L'ÉVIDAGE

L'évidage, qui consiste dans la fabrication de la cannelure qui permet d'enfiler le fil dans le chas de l'aiguille, se fait à la main par un ouvrier nommé naturellement *évideur*, et dont l'outillage consiste :

1° En un tasseau de bois, fixé sur sa table de travail et qui, devant lui servir à maintenir les aiguilles, est muni de deux

entailles : l'une angulaire, pour appuyer l'aiguille du côté de la pointe, l'autre demi-cylindrique pour y encastrer la tête de l'aiguille.

2° En une pince à bride avec laquelle il saisit les aiguilles.

3° En une lime plate qui a la forme d'une petite hache, dont le tranchant est aiguisé en scie ; c'est avec cet instrument que se fait la cannelure.

Et 4° en une lime carrée, taillée sur ses quatre faces et qui lui sert pour arrondir la tête des aiguilles.

L'évideur, ainsi installé, place une aiguille dans la pince de façon à ce que l'œil corresponde au côté plat de cette pince.

Il pose ensuite l'aiguille dans l'entaille angulaire du tasseau, en ayant soin que le chas de l'aiguille soit placé horizontalement, et, prenant de la main droite sa lime plate, en deux coups il creuse la coulisse longitudinale.

Mais comme il doit répéter cette opération sur l'autre côté de l'aiguille, il la tourne sur elle-même sans la déplacer et fait agir sa lime.

Il ne lui reste plus qu'à arrondir la tête de l'aiguille, et cela se fait sans que la pince et l'aiguille qu'elle porte quittent sa main gauche ; il appuie la tête dans l'entaille demi-cylindrique du tasseau et avec deux ou trois coups de sa lime carrée, il abat les angles de la tête de l'aiguille.

Alors, il desserre avec le petit doigt de sa main gauche, la bride de la pince et l'aiguille, évidée et arrondie, tombe sur l'établi.

17° LE RANGEMENT.

Lorsque les aiguilles, dont le façonnage brut est à peu près terminé, encombrant la table de travail de l'évideur, il s'agit de les ranger pour qu'elles aient toutes la tête tournée du même côté.

C'est l'affaire d'un autre ouvrier, qui fait ce tri d'une façon aussi simple qu'ingé-

nieuse, ne remontant pourtant qu'à 1833 :

Autrefois cette besogne était confiée à des enfants, qui étaient obligés de prendre les aiguilles presque une à une pour les placer dans le sens voulu, aujourd'hui on les pousse pêle-mêle dans une espèce d'auge plate, dont le fond est légèrement concave ; un ouvrier prend cette auge à deux mains, l'agite horizontalement de droite à gauche, puis de gauche à droite et d'arrière en avant.

Et ces mouvements d'oscillation et de trépidation, répétés aussi vivement que possible et dans des directions convenables, trient comme par enchantement les aiguilles, qui viennent se ranger tête à tête et parallèlement les unes aux autres ; sur le côté de la boîte, que l'ouvrier tient légèrement incliné et appuyé sur son ventre.

Cette opération est la dernière de la première série, pour ce qui concerne les aiguilles ordinaires, mais pour les produits de qualités supérieures que l'on veut distinguer par une marque de fabrique ou un poinçon spécial, il y a encore trois opérations.

18° LA MARQUE.

Cette opération se fait exactement comme le palmage. L'ouvrier prend de quinze à vingt aiguilles qu'il dispose en éventail entre le pouce et l'index de sa main gauche et qu'il présente successivement sur un tas, ou petite enclume d'acier portant en relief l'empreinte qu'on veut donner à l'aiguille, et qu'il imprime rapidement en frappant un coup de marteau sur chacune.

C'est là le procédé anglais, mais il est bien entendu que la marque peut se donner avec l'estampe à mouton, qui sert dans le procédé français à l'aplatissement des têtes.

19° LE REDRESSEMENT.

La plupart des aiguilles, qu'elles aient été marquées à la main ou à l'estampe, ont été déformées par cette opération ; comme

elles doivent être rigoureusement droites, on les redresse une à une en les faisant rouler avec une règle de fer sur une table de fonte disposée à cet effet et parfaitement unie.

20° LE 2° RANGEMENT.

Les deux opérations précédentes ont naturellement remêlé les aiguilles, qu'on a jetées au hasard dans une grande boîte, au fur et à mesure de leur redressement ; il faut donc les trier à nouveau pour qu'elles se présentent tête à tête ; ce qui se fait d'ailleurs facilement et très vite en répétant la 17° opération qui peut ranger d'un seul coup, pourvu que l'augette dont on se sert soit assez large, plusieurs millions d'aiguilles.

OPÉRATIONS DE LA 2° SÉRIE

Comme nous l'avons dit déjà, la deuxième série des opérations a pour objet la trempe, qui donne à l'acier toute la dureté dont il est susceptible.

Mais n'oublions pas que presque toutes les aiguilles françaises et la plupart des aiguilles allemandes sont fabriquées avec du fil de fer ; il faut donc d'abord convertir le fer en acier ; ce qui s'obtient par la cémentation, que nous allons décrire avant de nous occuper des diverses opérations du trempage.

LA CÉMENTATION

La cémentation a pour but d'introduire dans le fer, au moyen d'une combustion lente, la quantité de carbone qui lui manque pour avoir les propriétés de l'acier.

Divers ciments sont employés en métallurgie, mais pour ce qui concerne les aiguilles, la cémentation se fait seulement avec du charbon de bois.

Et voici comment :

Les aiguilles sont mises en paquets par des enfants, qui les rangent symétriquement avec des lits de charbon de bois, en petits

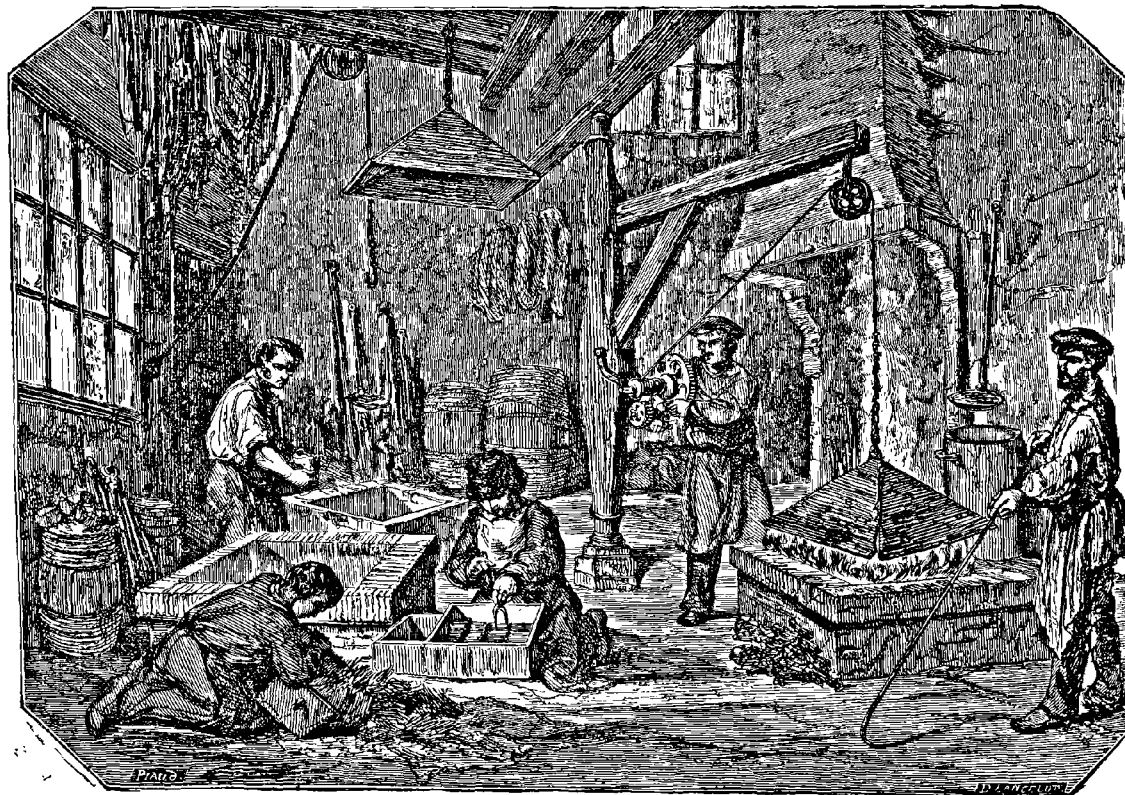
morceaux, dans une boîte carrée en fonte, qu'on appelle une marmite, et qui en contient depuis deux cent mille jusqu'à cinq cent mille.

Cette marmite, dont le couvercle est luté soigneusement pour empêcher l'action de l'air et surtout pour éviter autant que possible la déperdition du calorique, est pla-

cée dans un four spécial, préalablement chauffé, et que l'on entretient au rouge pendant sept à huit heures.

Ce temps suffit à la cuisson, après quoi, les aiguilles ayant absorbé tout le charbon, sont devenues de l'acier après le refroidissement progressif du four.

Cette opération assez longue et qui dimi-



Atelier de cémentation. — Transformation des aiguilles de fer en acier.

nue déjà l'économie qu'on a réalisée en servant de fil de fer comme matière première est toujours suivie d'une autre ; car la rectitude des aiguilles s'est généralement perdue à la cémentation et il faut les redresser à chaud, au balancier en répétant la 9^e opération de la première série.

Il est vrai que cela peut aller très vite, tes aiguilles étant déjà réunies en boîtes et l'acier brûlant étant très malléable.

LA TREMPE

Un atelier de trempage se compose essentiellement.

1^o D'un fourneau spécial garni d'une grille pour recevoir le charbon de bois, de deux barreaux de terre cuite destinés à supporter les plateaux renfermant les aiguilles, et naturellement d'une cheminée, munie d'un régulateur qui permet de pousser la

marche du vent selon les besoins de l'opération.

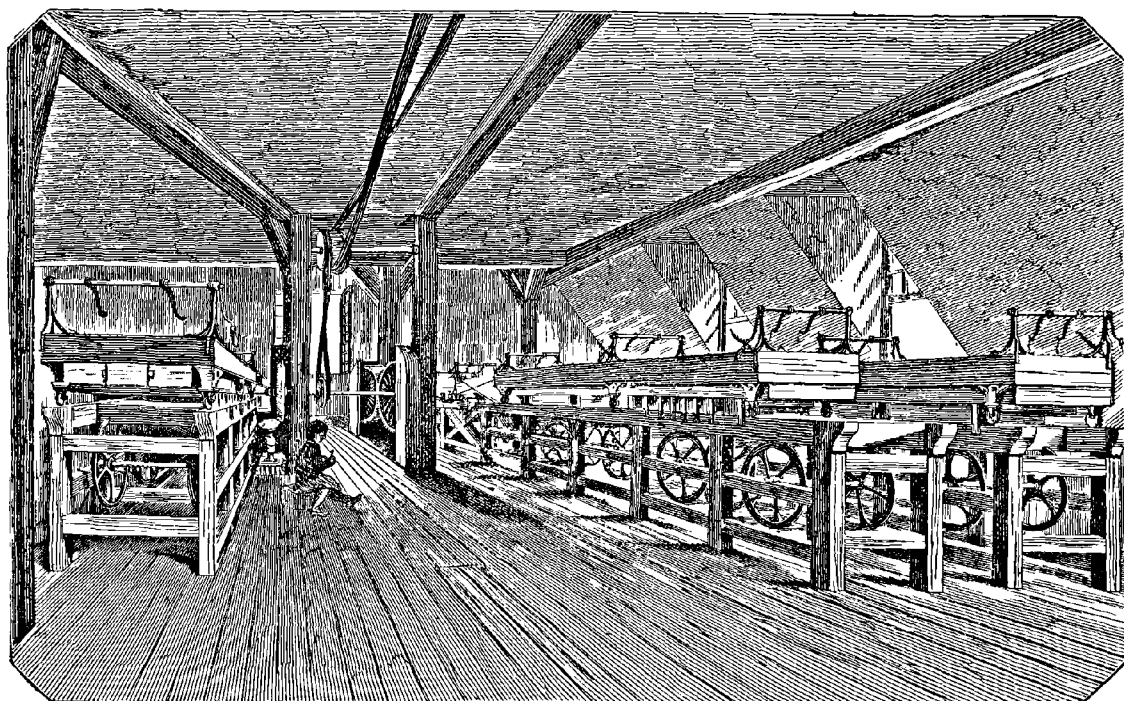
2° De chaudrons de cuivre qu'on appelle cuveaux, et qui, devant toujours être remplis d'eau froide, sont munis d'un tuyau de remplissage et d'un robinet d'écoulement.

3° D'un ou de plusieurs poêles en fonte dits poêles à recuire, lutés avec de l'argile sur tout leur pourtour, et recouverts d'une

table en fonte, dont nous verrons l'usage tout à l'heure.

Et enfin de tables ou d'établis, assez vastes pour qu'on puisse déposer dessus les boîtes qui contiennent les aiguilles à tremper et les plateaux sur lesquels on les dispose pour cela.

Le trempage comporte dix opérations dont plusieurs se répètent, il est vrai, mais



Atelier de Polissage.

qui ne nécessitent pas moins autant d'ouvriers.

1° LE TRIAGE

On fait d'abord subir aux aiguilles, rangées parallèlement dans des boîtes, comme nous l'avons dit déjà, un premier examen, c'est-à-dire qu'on écarte toutes celles dont le chas est manqué, la pointe émoussée ou qui présentent d'autres défauts, qu'on pourra corriger plus tard,

mais qui pour le présent les font mettre au rebut.

2° LA MISE EN TAS

Les aiguilles, reçues pour le trempage, sont mises en tas que l'on pèse par quinze kilogrammes et que l'on enferme dans des boîtes séparées, qui s'empilent dans l'atelier de trempage.

Selon la dimension des produits, ce poids représente de 250,000 à 500,000 aiguilles

3° PRÉPARATION DES PLATEAUX

Une boîte est posée sur la table, et un ouvrier, quelquefois même un enfant, puise dedans, pour garnir les plateaux sur lesquels il range, parallèlement à leur longueur, mais sans se préoccuper de les mettre tête à tête, environ dix mille aiguilles.

Deux plateaux étant mis à la fois dans le four, c'est donc vingt mille aiguilles qui se trempent d'un coup.

4° LE TREMPAGE

L'ouvrier, qui dirige le four, place deux plateaux chargés d'aiguilles sur les barreaux de terre cuite du fourneau et chauffe, au charbon de bois, s'il travaille des aiguilles grosses ou même moyennes, jusqu'à ce qu'elles atteignent la couleur du rouge cerise, et à un degré moindre s'il opère sur des aiguilles fines.

A l'aide d'une pince, disposée à cet usage, il retire l'un des plateaux, le porte au-dessus d'un cuveau et l'incline de façon à précipiter les aiguilles dans l'eau froide par un mouvement circulaire, pour que, autant que possible, elles reçoivent toutes la même trempe, en se refroidissant subitement.

Il recommence l'opération avec son second plateau qu'il vide dans un autre cuveau, met deux nouveaux plateaux dans son four et pendant qu'ils chauffent, il fait vider ses cuveaux en ouvrant le robinet d'écoulement.

Les cuveaux vides, le trempéur enlève les aiguilles avec des crochets spéciaux, qu'il appelle des mains de fer, et les dépose pêle-mêle dans une boîte, où un autre ouvrier les reprendra.

Pour lui, il remplit d'eau froide ses cuveaux vides et recommence son opération.

5° LE RANGEMENT

L'ouvrier qui vient d'emporter les aiguilles trempées, a pour mission de les ranger tête à tête, et c'est pour faciliter son travail

qu'on les a versées dans une augette spéciale, dont le fond est concave, ce qui lui permet de recommencer, sans déplacement, la 17^e opération de la première série.

Notons ici quelques variantes.

Dans certaines usines, la trempe se donne dans un bain de plomb chauffé au rouge.

A Laigle on procède, ou du moins l'on a procédé autrement, c'est-à-dire en jetant les aiguilles rougies à blanc dans un bain d'huile chaude, mais d'une chaleur supportable à la main.

6° LE DÉCRASSAGE

La trempe augmente singulièrement la ductilité de l'acier, mais précisément à cause de cela les aiguilles qui viennent de la subir seraient beaucoup trop cassantes pour être employées dans cet état, et l'on est obligé de les recuire pour leur rendre de l'élasticité sans pourtant les faire devenir trop molles, ni pliantes.

Mais on ne peut procéder à cette opération sans avoir enlevé d'abord la crasse dont la trempe les a couvertes.

Pour cela, on place le contenu de deux plateaux, c'est-à-dire 20,000 aiguilles, tant à côté les unes des autres que bout à bout, dans une toile serrée et l'on en fait un rouleau que l'on lie solidement par les deux extrémités.

L'ouvrier décrasseur pose ce rouleau sur une table, et le fait rouler en avant et en arrière, en appuyant dessus avec une règle de bois ou de métal, qu'il fait constamment aller et venir.

Quand il juge que les aiguilles ont été suffisamment frottées l'une sur l'autre pour que la crasse s'en soit détachée, il trempe son rouleau dans un sceau d'eau, le remet sur la table, et le roule à nouveau pour que la crasse se fixe après la toile.

Tel est le procédé anglais, mais à Laigle on décrasse les aiguilles d'une façon plus expéditive en les vannant avec de la sciure

de bois, opération qui se fait d'ailleurs aussi dans le système anglais et dont nous parlerons dans la série du polissage.

7° LE RECUIT.

Les aiguilles suffisamment nettoyées, on transporte les rouleaux qu'elles forment auprès des poêles à recuire, qui naturellement sont chauffés au degré suffisant, c'est-à-dire de façon à ce que la table de fonte qui les surmonte soit presque rouge.

On défait les rouleaux, et deux ouvriers, un de chaque côté de la plaque de fonte, disposent dessus les aiguilles encore mouillées en deux rangées parallèles de huit à dix millimètres d'épaisseur et longues de cinquante à soixante centimètres.

Alors, prenant chacun une règle en fer courbée, ils roulent sans cesse les aiguilles en appuyant dessus de façon à ce que toutes puissent recevoir également et successivement l'action du feu, que leur communique la table de fonte.

Cela dure jusqu'à ce que les aiguilles aient pris uniformément une couleur bleue, alors le recuit est terminé et les aiguilles poussées hors de la table du poêle, sont jetées dans une sèbile placée au bas.

Cette opération ne se fait pas partout de la même façon. Ainsi à Laigle et dans quelques fabriques du continent, on se sert, pour le recuit, d'un fourneau circulaire qui ressemble en quelque sorte à un brûloir à café, on y dépose pêle-mêle les aiguilles que l'on fait tourner continuellement sur un feu très vif, et pour éviter qu'elles s'accumulent sur des points divers et ne reçoivent pas toutes exactement le même recuit, le fourneau est garni intérieurement de pointes très saillantes, qui divisent les aiguilles et les obligent à circuler continuellement

8° LE RANGEMENT.

Voilà encore les aiguilles une fois pêle-mêle; il faut naturellement les ranger à nou-

veau tête à tête, pour cela il n'y a qu'à recommencer la 17° opération de la première série.

9° LE REDRESSEMENT.

Tant à la trempe, qu'au recuit les aiguilles se sont plus ou moins déformées, il faut donc redresser celles qui en ont besoin. L'ouvrier, chargé de ce soin, les prend tous une à une entre le pouce et l'index de la main gauche et à la façon dont elles coulent entre ses doigts il reconnaît celles qui sont courbes et qu'il redresse sur un petit tas en acier avec un marteau spécial dont la tête est légère, le manche très court et placé obliquement, de façon à ce qu'il puisse le tenir très près de la tête, pour ne le manœuvrer qu'à petits coups sans trop couler le poignet.

Il paraît évident qu'on pourrait opérer le redressement avec la règle comme on l'a fait déjà dans la 19° opération, mais nous citons les procédés en usage; peut-être, d'ailleurs, que l'acier trempé et recuit n'obéirait pas suffisamment à la pression de la règle de fer.

10° TROISIÈME RANGEMENT

Comme le redresseur perdrait trop de temps à ranger les aiguilles au fur et à mesure qu'elles lui passent par les mains, il les jette dans une boîte où un autre ouvrier les remet en ordre, en répétant pour la quatrième fois la 17° opération qui, du reste, reviendra souvent encore.

Mais les travaux de la deuxième série sont terminés et les aiguilles passent alors dans l'atelier de polissage.

OPÉRATIONS DE LA 3° SÉRIE

Le polissage est l'opération la plus longue de toutes celles de la fabrication des aiguilles, mais elle ne perd pas malgré cela sa proportion avec les autres et en somme elle ne demande pas plus de temps; car on

opère par rouleaux qui contiennent jusqu'à cinq cent mille aiguilles, et un seul homme avec une machine bien outillée peut en polir à la fois vingt ou trente paquets, c'est-à-dire dix à quinze millions d'aiguilles.

Il est vrai que cela ne se fait pas dans un jour, car le polissage demande cinq opéra-

tions distinctes qui se répètent successivement dix fois : plus une sixième qui ne se fait qu'en dernier lieu.

Soit en somme cinquante et une.

L'outillage d'un atelier de polissage se compose :

1° D'un établi garni d'une auge, ou



Le dégraissage.

moule destiné à la confection des rouleaux d'aiguilles.

2° D'un moulin à polir, pourvu de transmissions, pour être mû par le moteur de l'usine.

3° D'un tonneau à dégraisser, mobile autour de son axe et mis en mouvement par une courroie de transmission.

4° D'un van en cuivre.

5° D'un baril de cuivre, également mû mécaniquement.

Naturellement cet outillage se répète deux, trois, quatre, cinq fois et plus, selon l'importance des manufactures, nous ne décrivons que le strict nécessaire.

Les cinq opérations que les aiguilles

doivent subir dix fois pour arriver à un polissage parfait sont : la confection des rouleaux en paquets d'aiguilles, la pose de ces rouleaux sur le moulin à polir, le polissage proprement dit, le dégraissage dans le tonneau, le vannage et l'arrangement des aiguilles. Occupons-nous-en séparément.

1^o CONFECTION DES ROULEAUX

Les paquets d'aiguilles se font dans l'auge dont nous avons déjà parlé, de la façon suivante :

On place dans le fond deux ou trois carrés de toile assez grands pour en couvrir les côtés intérieurs et déborder au dehors,



Ateliers de trempage et de bronzage

comme il faut que le rouleau soit très solide on augmente l'épaisseur de ce qui en doit être l'enveloppe avec plusieurs bandes longitudinales de toile épaisse.

On étend dessus une couche de petites pierres de schiste quartzeux micacé ou de silice, d'émeri, de pierre calcaire compacte et même dans certains cas, lorsqu'on veut donner aux aiguilles un poli très blanc, de potée d'étain.

Sur cette garniture on pose dans le sens

Liv. 89.

de la longueur de l'auge une couche d'aiguilles épaisse d'un centimètre et longue d'environ 45 centimètres, ce qui fait huit longueurs d'aiguilles ordinaires, placées bout à bout.

Là dessus, nouvelle couche de petites pierres, nouvelle couche d'aiguilles et ainsi de suite jusqu'au cinquième lit d'aiguilles qui est recouvert par une sixième couche de petites pierres.

On verse sur le tout un demi-litre d'huile

89)

de colza et on ferme le rouleau en repliant d'abord la toile par les bords puis par les bouts, que l'on étrangle avec une ficelle de façon à assurer la solidité du paquet.

Lorsqu'un certain nombre de rouleaux sont préparés de cette manière on achève de les lier avec une longue ficelle, que l'on serre étroitement autour de chaque rouleau; en lui faisant décrire un certain nombre de spires, qui se recouvrent mutuellement et on les porte au moulin à polir.

2° POLISSAGE PROPREMENT DIT

Le polissoir se compose de deux pesants chariots, roulant en sens inverse sur des madriers en chêne au moyen de roues à rainures, glissant sur des rails.

L'un des chariots s'avance pendant que l'autre recule. Les rouleaux d'aiguilles placés sur les madriers et enfermés séparément dans un compartiment qui correspond à l'un des montants verticaux du bâtis en charpente, sont roulés constamment dans un sens et dans l'autre, par les chariots qui vont et viennent et leur font subir une forte pression.

Cette pression écrase naturellement les cailloux contenus dans les rouleaux et c'est leur frottement, qui s'accroît de plus en plus, qui donne aux aiguilles, le poli qui leur est nécessaire.

Seulement l'opération est lente, elle dure de dix-huit à vingt heures, les premières fois du moins, car il est bien entendu qu'on doit la répéter dix fois.

3° DÉGRAISSAGE

Le polissoir arrête ou enlève les rouleaux d'aiguilles, on les délie, on les déploie et on les renverse dans une sébile, où il est plus facile d'enlever les coquilles, alors toutes grasses et pleines de cambouis.

Le plus gros retiré on couvre les aiguilles avec de la sciure de bois ou de la paille

hachée et on introduit le tout dans le tonneau de dégraissage.

Là elles subissent un mouvement de rotation, que l'on prolonge autant qu'il paraît nécessaire pour qu'elles soient dégraissées, asséchées et que tous leurs chas soient débouchés.

4° VANNAGE

L'opération du dégraissage fini, on verse le contenu du tonneau dans un vase de cuivre qu'on a eu soin d'apporter dessous et on les vanne, soit mécaniquement, soit à la main, exactement comme on vanne le blé.

Naturellement la sciure de bois s'envole, les pierres se séparent et les aiguilles ressuyées, presque sèches, restent seules au fond du van.

5° RANGEMENT

Du van, les aiguilles sont versées dans un tiroir et comme elles y sont pêle-mêle, il faut encore les mettre en ordre, en se servant de l'augette déjà décrite dans la 17^e opération de la 1^{re} série.

Cela fait, on recommence, on remet les aiguilles en rouleaux, on porte les rouleaux sous le polissoir, on dégraisse, on vanne et l'on range pour recommencer encore.

Sept fois de suite l'opération est la même et le polissage dure vingt heures.

La huitième fois les aiguilles ne sont arrosées que d'huile, roulées pendant six heures et dégraissées à la sciure de bois dans le baril en cuivre, qui fonctionne d'ailleurs exactement comme le tonneau en bois.

La neuvième et la dixième fois, les aiguilles alternent dans les rouleaux avec des lits de son, de froment très sec, bluté assez gros et dépouillé de farine: le roulage n'est que de quelques heures et le dégraissage se fait au baril de cuivre, employé du

reste toutes les fois qu'il n'y a pas de cail-
lous dans le mélange.

Cette fois le rangement ne se fait pas,
mais l'opération n'est qu'ajournée, elle se
fera après l'essuyage.

L'ESSUYAGE

C'est une opération très importante puis-
qu'elle a pour objet d'éviter la rouille qui
ne manquerait pas d'envahir les aiguilles
si elles conservaient la moindre humidité,
et très minutieuse puisqu'il faut que les
aiguilles soient prises une à une et frottées
avec un linge.

Mais ce n'est qu'une question de temps
et l'on peut procéder presque simultanément
aux opérations suivantes ; il suffit que
les essayeurs aient un peu d'avance pour
fournir de la besogne aux trieurs.

OPÉRATIONS DE LA 4^e SÉRIE

Les aiguilles polies, dégraissées, essuyées,
passent par un triage minutieux qui com-
prend cinq opérations et qui se fait dans un
atelier particulier, et tenu toujours sec
pour que les aiguilles n'y prennent point
d'humidité.

Le triage a pour objet de séparer les
aiguilles par qualités de poli, par dimen-
sions et surtout d'en écarter définitivement
les mauvaises.

Car si la plupart des opérations produi-
sent des défauts, c'est surtout le po-
lissage qui donne un déchet sérieux.

Et cela se comprend du reste, des objets
si fragiles que des aiguilles ne passent pas
impunément pendant près de deux cents
heures sous les chariots du polissoir.

Il y en a qui se cassent, celles-là ne sont
bonnes qu'à jeter, il faut compter sur un
dixième.

Même proportion à peu près pour celles
qui se faussent, qui se courbent, dont les
pointes s'émousent ; celles-là il faut les

mettre de côté pour les redresser, les ai-
guiser à nouveau, c'est ce qui constitue le
triage, dont voici d'ailleurs les cinq opéra-
tions.

1^o DÉTOURNEMENT

Cette opération a pour objet de détourner
les aiguilles, c'est l'expression consacrée
et cela veut dire mettre toutes les têtes du
même côté ; cela ne se fait pas mécaniquement
mais à la main, car l'ouvrier détour-
neur doit en même temps rejeter toutes les
aiguilles cassées par le milieu et qui, par
conséquent, ne peuvent plus être utilisées.

2^o ÉTALAGE

L'étalage se fait par un ouvrier spécial
qui *étale* sur une table placée devant lui
les aiguilles détournées, dont il sépare
celles qui sont seulement cassées à la tête
et pourront servir à faire des aiguilles d'une
dimension moindre.

De celles qui restent il fait deux lots en
raison de leur poli, plus ou moins brillant.

3^o VÉRIFICATION

Un troisième ouvrier, qui succède à l'éta-
leur, a pour spécialité de vérifier le bon état
des pointes des aiguilles.

Il écarte des lots celles qui sont émou-
sées et qu'il met à part pour les renvoyer
à l'empointerie.

Il met également de côté les aiguilles
qui se sont courbées dans les opérations
du polissage et les fait passer au redresseur.

4^o LE REDRESSEMENT

Le dressement des aiguilles polies se fait
à la main, l'ouvrier les posant une à une
sur une petite enclume de bois et frappant
dessus avec un léger marteau à manche
court.

5^o LE TRIAGE

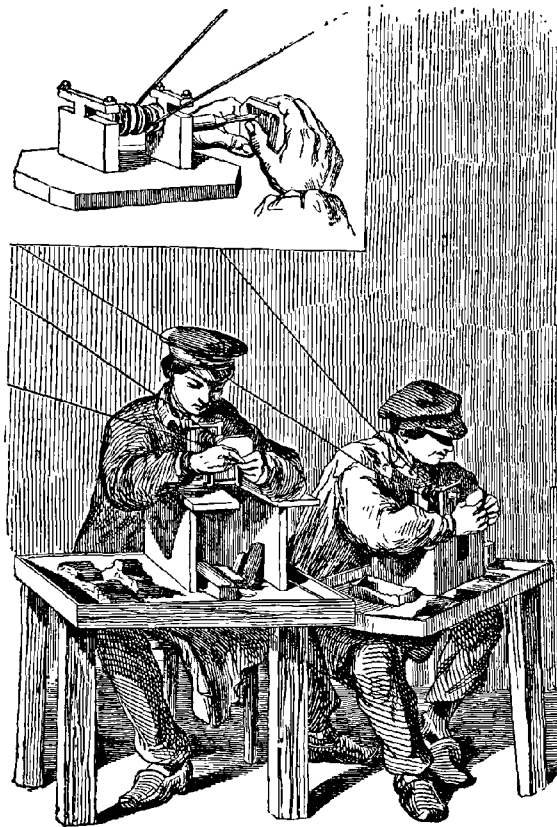
Le triage définitif consiste à séparer

chaque espèce d'aiguilles en trois tas, non selon leurs qualités mais d'après leurs longueurs; c'est ce qui se fait le plus vite car il n'est pas besoin de les regarder pour cela, un ouvrier expérimenté peut les reconnaître seulement au toucher et cela est si vrai que cette besogne a quelquefois été confiée à des aveugles.

En somme un triage consciencieux ne donne pas plus de 10 à 12 pour cent de déchet réel; car il n'y a d'absolument perdues que les aiguilles cassées par le milieu.

OPÉRATIONS DE LA 5^e SÉRIE

La cinquième série des opérations com-



Le drillage.

prend les derniers tours de main et la mise en paquets des aiguilles.

Les derniers tours de main constituent trois opérations importantes : le bronzage, le drillage et le brunissage, et la mise en paquets, une dizaine, dont la plupart sont faites par des enfants.

BRONZAGE

Le bronzage a pour objet de faciliter le drillage.

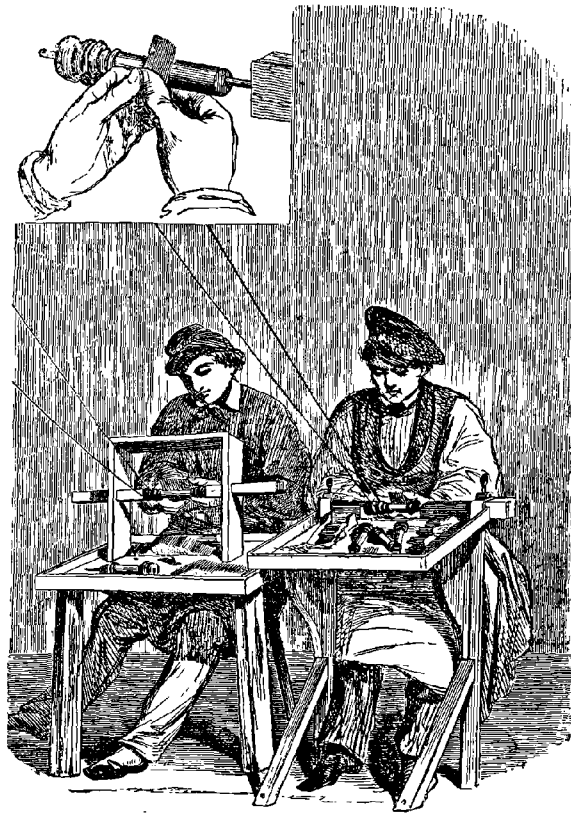
Il se fait par un ouvrier et un apprenti, le plus souvent dans l'atelier de trempage ou tout autre qui contient un four à réchauffer

car l'outillage est des plus simples, puisqu'il ne se compose que d'une barre de fer rouge et d'une espèce de table en cuivre, suspendue à un support, de façon à avoir un mouvement oscillatoire, à peu près comme le plateau d'une balance.

L'enfant aligne, la tête en dehors sur la

table de cuivre, un certain nombre d'aiguilles sur lesquelles, en dessous des têtes, naturellement, l'ouvrier vient appliquer sa barre de fer rouge, dont la chaleur détermine bientôt sur les aiguilles l'apparition d'une couleur bleuâtre.

Cette opération terminée, le bronzeur



Le Brunissage des aiguilles.

fait osciller sa tablette, les aiguilles tombent dans une boîte, ménagée au-dessous, et il recommence l'application de sa barre de fer sur une nouvelle rangée d'aiguilles préparées par son aide.

DRILLAGE

Le drillage est une espèce de perçage, qui perfectionne le chas de l'aiguille, arrondit

le trou encore très imparfait et en polit les parois de façon à ce qu'à l'usage il ne coupe pas le fil — ce qui arrive encore assez fréquemment.

L'instrument qui accomplit cette opération est un petit burin d'acier très fin, monté sur un tour minuscule, et animé par une courroie de transmission, d'un mouvement de rotation très rapide.

Comme on le voit par notre dessin, qui représente à la fois l'ensemble et les détails du drillage, l'ouvrier range sur une mince plaquette de cuivre une trentaine d'aiguilles, qu'il maintient en dessus avec les deux pouces et en dessous avec les deux index, et qu'il présente successivement à l'action de la drille.

Et cela se fait si vite, avec une telle dextérité de main que l'instrument paraît à peine toucher les aiguilles, dont le perçage est cependant parfait au bout de quelques secondes.

Il faut pour cela plus que de l'habitude, l'habileté et le coup d'œil sont nécessaires, mais les drilleurs n'en manquent point, et ils sont tellement exercés qu'ils n'ont pas seulement l'air de regarder et ne se fatiguent pas les yeux par une attention soutenue.

BRUNISSAGE

Beaucoup plus facile est le brunissage qui, pour être la dernière opération du façonnage des aiguilles, n'en est pas moins des plus importantes, car elle consiste à leur donner le poli, le brillant, sans lequel elles ne seraient pas marchandes.

Le brunissage, que nous représentons d'ensemble et avec détails, s'opère sur une bobine de buffle, emmanchée dans une sorte de tour à pointe, actionné très rapidement par une courroie de transmission.

Il consiste à faire rouler les aiguilles entre ses doigts, pendant qu'on les appuie sur la bobine recouverte de matières pulvérantes qui varient selon les usines, mais qui, cependant, sont presque toujours du tripoli ou du rouge d'Angleterre.

C'est surtout outre-Manche que cette opération se fait avec le plus de perfection.

Les ouvriers prennent leur temps, c'est vrai, mais ce temps n'est pas perdu puisqu'il donne de la valeur au produit.

MISE EN PAQUETS

La mise en paquets des aiguilles enfin

terminées, comprend sept opérations distinctes :

1° PRÉPARATION DU PAPIER

Le papier, dont la couleur est généralement d'un bleu très foncé, ou violette, mais qui est d'une composition particulière le rendant peu susceptible de s'imprégner d'humidité, est coupé en rectangles d'une grandeur proportionnée aux aiguilles qu'il doit renfermer, c'est-à-dire d'une dimension triple de la longueur de l'aiguille.

2° LE PLI

Ce papier coupé est passé à un enfant qui, faisant deux plis dans sa longueur, divise la largeur en trois parties égales, et forme ainsi le premier pli du paquet.

3° COMPTAGE

Chaque paquet devant contenir cent aiguilles, il faut nécessairement que les aiguilles soient comptées par cent.

L'opération ne se fait qu'une fois pourtant; car les cent premières aiguilles comptées avec attention, sont pesées dans une petite balance à plateau spécial, c'est-à-dire servant de coupelle pour verser les aiguilles pesées dans le papier.

Ce premier pesage fait, les poids équivalents aux cent aiguilles sont laissés en permanence dans l'autre plateau de la balance, et servent à compter autant de fois cent aiguilles qu'il y en a dans le tas à mettre en paquets, et qui sont versées au fur et à mesure de leur pesage dans les papiers préparés par l'opération précédente.

Ce système, qui a remplacé l'ancien comptage à la main, dispendieux et sujet à erreur, est encore très long; outre que son exactitude est souvent discutable.

Aussi le remplace-t-on maintenant partout par le compteur mécanique, inventé par M. Pastor.

C'est une règle en fer, dont le bord supérieur porte des cannelures en nombre déterminé, et proportionnées à la grosseur des aiguilles ; les cannelures sont juste assez larges et assez profondes pour ne contenir qu'une seule aiguille.

Il suffit donc de jeter sur cette règle une quantité d'aiguilles assez grande pour remplir toutes ces cannelures, pour en compter très vite et sans erreur, cent à la fois, qu'on n'a plus qu'à faire tomber sur le papier.

4° PLIAGE

Le pliage consiste en la fermeture des paquets de cent, dont l'ouvrier fait entrer l'une dans l'autre les extrémités du papier ; après quoi il les dépose dans une boîte qui porte le numéro des aiguilles.

5° ÉTIQUETAGE

Un ouvrier spécial écrit sur chaque paquet le numéro des aiguilles, lorsqu'elles ne doivent pas être étiquetées par paquets, mais comme c'est le cas le plus ordinaire, nous appelons *étiquetage* cette opération qui consiste à coller, sur chaque paquet, une étiquette spéciale au fabricant, indiquant le numéro, l'espèce et la qualité des aiguilles.

6° PAQUETAGE

Cette opération consiste à réunir en un seul, dix paquets de cent, ce qui compose un paquet de mille aiguilles, que l'on lie avec un fil blanc ou rouge, selon les marques de fabrique, et que l'on enveloppe d'une nouvelle feuille de papier, recouverte quelquefois d'une étiquette plus ou moins dorée ou simplement revêtue d'un timbre à sec.

7° EMBALLAGE

Les paquets de mille aiguilles sont réunis par cinquante dans une petite balle qu'on enveloppe d'abord d'un papier blanc puis d'une ou deux vessies de porc, suffi-

samment desséchées pour qu'elles ne contiennent plus d'humidité.

Le tout est recouvert ensuite d'une toile cirée ou d'un papier ciré et d'une dernière enveloppe de toile grise, sur laquelle on coud une étiquette mentionnant l'assortiment des aiguilles contenues dans le ballot de cinquante mille.

C'est dans cet état qu'elles sont livrées au commerce de gros.

Du moins, le plus ordinairement, car on invente tous les jours des espèces de sachets, de petites boîtes plus ou moins riches qui ne donnent point de qualité aux aiguilles mais qui en rendent l'acquisition au détail bien plus agréable.

Tel est l'ensemble des opérations qu'il faut faire subir aux aiguilles, simplement pour qu'elles soient vendables.

Pour qu'elles soient excellentes, il faut que ces opérations soient accomplies avec le plus grand soin et le plus d'habileté possible.

Voici, du reste, les conditions auxquelles doit satisfaire une bonne aiguille :

Que la partie cylindrique soit d'une rectitude parfaite.

Que la cannelure soit faite avec la plus grande régularité.

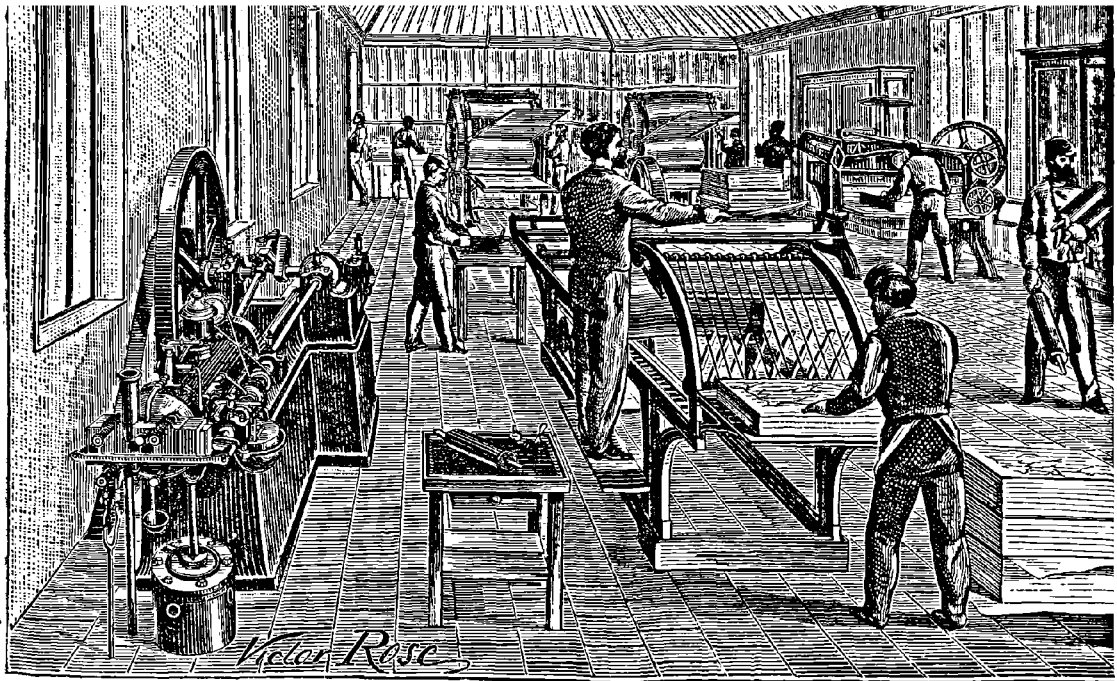
Que le chas soit percé bien dans l'axe, et que ses bords, bien polis, ne coupent pas le fil.

Que la tête présente assez de résistance pour ne pas se casser sous l'effort qu'il faut quelquefois opérer pour faire passer le fil au travers certaines étoffes.

Que la pointe soit aiguë, bien conique, et ne déviant pas de l'axe. Que le poli soit parfait pour que l'entrée dans l'étoffe soit facile aussi bien que la sortie.

Enfin, ou pour mieux dire d'abord, car c'est la première condition : que le fil soit d'acier de bonne qualité et bien trempé.

Et c'est précisément ce qui a fait d'abord la supériorité des aiguilles anglaises.



L'IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE

ORIGINES DE L'IMPRIMERIE



e premier livre imprimé avec date certaine est le célèbre psautier de 1457, à la fin duquel on lit en

latin la suscription qu'on peut traduire ainsi :

« Ce présent livre de psaumes, orné de belles capitales et rendu suffisamment clair à l'aide de rubriques, a été exécuté sans

plume, par la nouvelle invention d'imprimer et de caractériser, et heureusement terminé, à la gloire de Dieu, par Jean Fust, citoyen de Mayence et Pierre Schœffer, de Gernsheim, l'an 1457, la veille de l'Assomption. »

Cette suscription renferme, dans l'original, une faute d'impression (il y a *spalmorum* pour *psalmorum*) qui n'a vraisemblablement pas été commise exprès, mais qui a été une bonne fortune pour le livre, car on en a beaucoup plus parlé que s'il eût été correct; l'espèce humaine étant toujours la même, enchantée de découvrir une paille dans l'œil de son voisin, quand elle est aveuglée par une poutre.

Cet accident, bien excusable à l'époque où l'art était encore dans son enfance, n'est pas, comme on le pense bien, le seul qu'on pourrait signaler dans l'ouvrage, il

fut d'ailleurs si fréquent dans les commencements de l'imprimerie, que les incorrections sont comme une marque de fabrique des livres, sans lieu ni date, du xv^e siècle.

Et l'excellent M. Scribe n'exagérait rien, quand il faisait chanter ce couplet à un bibliomane de ses vaudevilles :

Oui, c'est la bonne édition,
Voilà bien, pages neuf et seize,
Les deux fautes d'impression
Qui ne sont pas dans la mauvaise.

Bien que Fust et Schœffer fussent les premiers qui eurent l'honneur d'attacher leurs noms à un livre, personne n'en a ja-



Fac-simile d'une page de l'*Ars moriendi*.

mais conclu qu'ils fussent les inventeurs de l'imprimerie, puisque chacun sait qu'ils étaient l'un, le banquier, l'autre l'élève de Gutenberg, qui avait été leur associé, et dont ils étaient alors les successeurs.

Gutenberg (inconnu sous son véritable nom, Hans Geinsfleisch de Sulgeloek) a toute la gloire de l'invention. On lui en a pourtant contesté le mérite, et les Hollandais prétendent que le véritable novateur

est Laurent Coster, auquel ils ont élevé une statue à Haarlem, sa ville natale, parce que Gutenberg en avait à Mayence, à Francfort et à Strasbourg.

Cette revendication n'est pas sans fondement, car il est certain que dès le commencement du quinzième siècle, on imprimait en Hollande des cartes à jouer, de l'imagerie et même des alphabets, mais ce n'était pas là de la typographie, c'était de l'impres-

sion tabellaire, autrement dit de la xylographie.

Les images, aussi bien que les caractères qui les accompagnaient, étaient gravés en relief, ou pour mieux dire sculptés sur des planches de bois que l'on enduisait d'encre, plus ou moins grasse, pour les reproduire sur le papier, par le moyen du frottement; car l'idée de la presse n'était encore venue à personne.

On frotta d'abord le papier avec l'ongle du pouce, puis avec un morceau de bois poli, jusqu'au jour où l'on inventa le frotton, espèce de pinceau composé de crins unis l'un à l'autre avec de la colle forte et qu'on entourait d'un linge formant tampon, pour éviter le déchirement du papier, que le crin n'eût point ménagé.

Avec ce système, on ne pouvait naturellement imprimer que d'un côté, car on eût barbouillé tout, si l'on eût passé le frotton sur une épreuve déjà tirée, mais cela n'empêchait pas de faire des livres. On en était quitte pour coller deux feuilles de papier dos à dos, si l'on voulait avoir de l'impression au recto et au verso.

C'est ainsi que parurent un certain nombre de plaquettes, dont les plus connues sont : le *Miroir de notre salut*, la *Bible des pauvres* et l'*Art de bien mourir*.

Le plus curieux de ces premiers monuments de l'imprimerie est le *Miroir de notre salut* (*Speculum humanæ salvationis*), non seulement parce qu'il est l'œuvre de Laurent Coster (1430), mais encore parce qu'il offre des traces indéniables de l'art typographique.

Coster avait inventé les caractères mobiles, et la preuve c'est qu'à la cinquième feuille de son livre, il y a une faute d'impression, une *n* à l'envers; on lit *begiut*, au lieu de *bégin*; et qu'à la page 40, il y a tout une phrase retournée : *Genesis ix capittel* pour *Genesis ix capitell*.

Tout le procès est là; si le *Miroir du salut* avait été gravé sur bois par pages entières,

il n'y aurait pas de lettres renversées. Les éléments de grammaire latine, connus sous le nom de *Donats* du nom de l'auteur Ælius Donatus, que Coster imprima ensuite, ne présentaient point de ces fautes (on n'en retrouve d'ailleurs que des feuilles détachées); mais cela peut tout aussi bien prouver plus d'attention chez l'imprimeur typographe que l'emploi de planches xylographiques.

S'ensuit-il de là que Gutenberg n'ait rien fait, et qu'il ait tout simplement, ainsi que l'ont prétendu ses détracteurs, utilisé les secrets de l'imprimeur hollandais, à lui révélés par un ouvrier infidèle. Non, et n'eût-il inventé que la presse, qui permit enfin les grands tirages, que son nom mériterait encore d'être accolé à la fameuse devise : « Et la lumière fut. »

Mais il a fait mieux que cela, au lieu de tailler ses caractères dans l'écorce de hêtre à l'imitation de Coster, ils les grava en creux dans le bois, pour en faire des moules dans lesquels il coula du plomb.

Ce n'était peut-être pas une nouveauté absolue, car il est peu probable que Coster n'ait pas trouvé le moyen de fondre rudimentairement ses caractères; autrement, la gravure isolée de ses lettres mobiles lui eût coûté beaucoup plus de temps et beaucoup plus d'argent que celle des planches xylographiques.

Il fit des moules, c'est incontestable; mais Gutenberg, qui cherchait à Strasbourg pendant qu'il produisait à Haarlem, ne connut évidemment de son système que les résultats qui demandaient, encore du reste, de nombreux perfectionnements.

Se croyant sûr de son procédé, auquel il travaillait déjà depuis plusieurs années, il s'associa à Strasbourg avec André Dritzehen, Hans Riffe et André Helmann, mais l'entreprise ne prospéra pas : fondée en 1436, elle se termina, en 1439, sans avoir rien produit, par un procès qui amena la confiscation du matériel de Gutenberg.

Trois ans après, parut à Mayence le *Doctrinale* d'Alexandre Gallus, puis les *Traité*s de Pierre d'Espagne, imprimés au frotton par l'ouvrier parti de chez Coster, avec les secrets et les poinçons du maître ; mais rien ne prouve qu'il les ait volés puisque Coster était mort en 1440.

Ce qui prouve surtout que Gutenberg ne les utilisa pas, c'est qu'il ne revint à Mayence, sa ville natale, que vers 1446 ; c'est là qu'il perfectionna ses procédés et qu'il imagina de fondre ses lettres dans un moule de cuivre, au fond duquel le caractère avait été frappé avec un poinçon d'acier.

Il est vraisemblable qu'il y produisit quelque chose, car le *Donat*, dont nous donnons un spécimen de quelques lignes, et qui est conservé à notre bibliothèque nationale, lui est généralement attribué.

Mais ses nombreux essais avaient épuisé ses ressources, et il fut obligé, pour mener son entreprise à bonne fin, de rechercher le concours du banquier Jean Fust, qui consentit à faire les avances nécessaires, à la condition d'associer à l'établissement un très habile calligraphe nommé Pierre Schœffer ; cette combinaison avait pour but d'initier Schœffer aux secrets de Gutenberg, de façon à se débarrasser de celui-ci, sitôt qu'on n'aurait plus absolument besoin de lui.

Il fallut cinq ans pour cela, car on tâtonna beaucoup avant de produire la grande Bible in-folio de 4,282 pages, à deux colonnes, connue sous le nom de Bible de quarante-deux lignes, qui est incontestablement le premier livre imprimé par Gutenberg.

Comme on le voit par le fac-similé que nous en donnons, cette Bible était en caractères gothiques, qu'on appelait alors lettres de formes ; mais elle avait coûté beaucoup d'argent ; plus que le banquier Fust ne s'était engagé à en fournir ; ce qui lui donna l'occasion de faire un procès à Gutenberg et de le déposséder de son

invention et du matériel créé par lui, en ne lui versant qu'une indemnité ridicule, avec laquelle il essaya pourtant de fonder un nouvel établissement qui végéta et qui ne produisit guère que la Bible de trente-six lignes, commencée vraisemblablement à Strasbourg.

Gutenberg mourut bientôt après, du reste, n'ayant reçu d'autre récompense de ses travaux que le titre de gentilhomme de la cour de l'archevêque-électeur ; grand honneur pour le temps, mais qui l'empêcha d'attacher son nom à ses ouvrages, car pour un gentilhomme c'eût été déroger que de faire acte industriel.

Mais l'imprimerie était née. Schœffer, jeune et plein d'initiative, était capable de diriger et de faire prospérer l'établissement fondé par Gutenberg et appartenant maintenant à Fust.

Celui-ci, toujours banquier, n'écoula pas l'édition de la Bible de quarante-deux lignes, pour ne pas être obligé d'en partager les produits avec Gutenberg ; mais il feignit d'en faire une seconde en démarquant la propriété commune, c'est-à-dire qu'il se donna seulement la peine de réimprimer les deux premiers cahiers, soit vingt pages, dans lesquelles il multiplia les abréviations de façon à faire tenir en quarante lignes, les quarante-deux de la première édition.

Curieux et premier exemple d'une supercherie typographique qui s'est renouvelée depuis en librairie, aussi souvent qu'il s'est agi, au moyen d'un carton ou d'un simple changement de titre, d'essayer de vendre comme une nouveauté une édition déjà ancienne.

La nouvelle Bible lancée, Fust, ou plutôt Schœffer, car le banquier ne fut jamais dans l'affaire qu'un simple bailleur de fonds, Schœffer travailla au psautier dont nous avons déjà parlé et dont nous ne donnons point de spécimen, parce qu'il est imprimé en caractères de la même forme que ceux de Gutenberg et provenant vrai-

semblablement de la fonte qui avait servi à la Bible.

Ce livre, destiné aux chants d'église, se

répandit beaucoup; il fallut en faire deux ou trois réimpressions successives, qui portèrent dans toute l'Europe la connaissance

Propter triplicē materiā q̄ fuenitur ī ea
Sūn enī ī candela lumē lignē et cera
Sic ī xp̄o caro aīa ⁊ diuinitas vera
Hec candela p̄ hūano ḡie ē deo oblata
Per q̄ nox tenebrarū ur̄arū ē illuīata

Fac-similé du Miroir de notre salut, de Coster.

de l'art nouveau, que Schœffer perfection-
naît tous les jours.

En 1459, voulant faire œuvre personnelle,
il fit graver des caractères qui différaient de

Hec est ferus l̄ q̄ futuz p̄ns de ferēs futuz. ut latit
ferre fert xpl̄ ferū ferū ferūt Preti. ī ip̄co fer
bar fereb aris fereb are fereb al̄ xpl̄ fereb e m̄ fereb am
fereb ant Pretito p̄fco lat? sum l̄ fui es. n̄m̄ est l̄ fut
xpl̄ lat̄ sum? l̄ fu. n̄ estis l̄ fuilis fut fuerūt v̄ faere

Fac-similé d'un Donat, attribué à Gutenberg.

ceux de Gutenberg en ce qu'ils imitaient
mieux l'écriture du temps. Le premier livre
imprimé avec ces caractères fut le *Rationale*,

de Durand, dont nous donnons le fac-
similé de quelques lignes.

Ce type fut bientôt abandonné pour un

Signaculū sup̄ cor tuū. ut signaculum
sup̄ brachiū tuū: q̄a fortis est ut mors
dilectio: dura sicut inferus emulatio.
lampades ei⁹. ut lampades ignis at
q̄ flāmarū. Neque ml̄re nō potuerūt
retingere caritatē: nec flumina obruēt
illā. Si dederit homo omnē substan
ciā dom⁹ sue pro dilectione: n̄si nichil

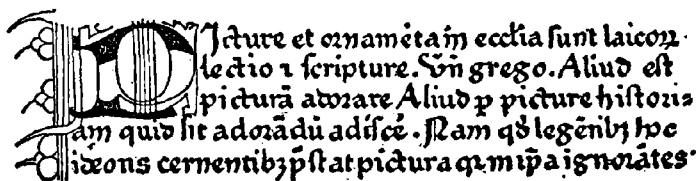
Fac-simile de la Bible de Gutenberg.

nouveau qui fut inauguré avec la Bible de
1462, connue sous le nom de Bible de
Schœffer.

L'apparition de ces trois ouvrages, signés

et datés, émut le monde civilisé et l'impri-
merie se répandit de proche en proche.
Bamberg en avait une dès 1461; Strasbourg
en 1463; le monastère de Subiaco, en

Italie, et Rome à la même époque, bien que | fut le *de Officiis* de Cicéron, en 1466.
le premier livre imprimé dans cette ville | La France fut plus tardive à exploiter

Fac-similé du *Rationale* de Durand.

l'art nouveau, mais ce ne fut pas la faute | les VII, comprenant l'importance de l'in-
de son roi, car il paraît certain que Char- | dustrie qui devait répandre la lumière,

impmendi seu caracterizandi. absq; calami
exaracōn. in ciuitate Moguntia he effigiati.
q ad euseb iā dei industrie per Iohes fust ciuē
et Petru schoiffher de gernsheim clericū di-
otef eiusdem est consumatus. Anno dm M.
cccc. lxxij. In vigilia assump cō is virg. marie.

Fac-similé de la Bible de Schœffer.

envoya, dès 1458, Nicolas Jenson, habile | Malheureusement Jenson perdit quelques
graveur de la Monnaie, étudier la typogra- | années dans ses recherches, et quand il
phie à Mayence. | revint en France, le roi était mort, et son

Fac-similé du *Lactance* imprimé à Rome en 1465.

successeur, était si peu disposé à protéger | son père, qu'il ne put réussir à s'y établir et
les hommes qui avaient eu la confiance de | porta à Venise le fruit de ses travaux.

Altera ē hec: de qua queri sepe soleo: quod ceterarū homines
artium spectati & p̄bati: si quando aliquid minus bñfecerunt
quam solent aut noluisse: aut ualitudine impeditos nō potu-
isse consequi id quod sciret putantur. Noluit inquam hodie
agere rosas: aut crudior fuit. Oratoris peccatum si quod ē

Fac-simile du *de Officiis* de Cicéron. Rome, 1466.

C'est à cette expatriation que l'on doit le | d'hui; Jenson se croyant obligé, pour
type romain, d'un usage si général aujour- | réussir, de graver ses caractères à l'imita-

tion de ceux qu'on employait dans les manuscrits italiens.

Voici un spécimen de ces types, qu'on

a seulement perfectionnés depuis, d'après l'*Eusebe*, premier livre imprimé par Jenson, en 1470.

E VSEBIVM Pamphili de euangelica præparatione latinum ex græco beatissime pater iussu tuo effeci Nam quom eum uirum tum eloquētia: tū multarū rerū peritia: et igenu mirabili flumine ex his quæ iam traducta sunt præstātissimum sanctitas tua iudicet: atq; ideo quacūq; apud græcos ipsius opera extēt latina facere istituēt: euangelicā præpatione quæ in urbe forte reperta est: primum aggressi trā

Fac-similé de l'*Eusebe* de Jenson (1470).

A cette époque déjà il y avait une imprimerie à Paris; l'année d'avant, le prier de la Sorbonne, Jean Heyulin de la Pierre, fit

venir de Mayence trois habiles typographes: Ulric Gering, Michel Friburger et Martin Krantz, qu'il installa dans la Sor-

9 Quant Je regarde et congnois les opinions des hommes nourris en aucunes singulieres histoires de troyes; Et voy et regarde aussi que de Jelle faire vng recueil Je Judigne ay receu le commandement de tres noble et tres vertueux prince Philippe par la grace faiseur de toutes

Fac-similé de l'*Histoire de Troyes*.

bonne même, où ils se mirent tout de suite à l'œuvre, débutant par un volume de 236 pages, contenant les lettres de Gaspa-

rin de Bergame, latiniste alors célèbre, qui parut en 1470.

Il est à croire cependant que si l'impri-

Misti nupet ad me suauissimas Gasparini pergamentis epistolal, nō a te modo diligent emēdatas! sed a tuis quoq; germanis impressoribus nitide & terse nā scriptas. Magnam tibi gratiā gasparinus

Fac-similé du premier livre imprimé en France.

merie de la Sorbonne fut la première de Paris, il en existait déjà en France, car le premier livre imprimé en français, les

Histoires de Troyes, dont nous donnons un spécimen, est antérieur à 1467, et il n'est guère possible de croire que ce livre

fut composé en Allemagne ; mais comme il ne porte ni date, ni nom d'imprimeur, on en est réduit à des conjectures.

Le premier ouvrage français avec date

certaine est : *les grandes Chroniques de France*, édité par Pâquier Bonhomme, en 1476 ; mais alors les imprimeries n'étaient plus rares : à Paris, il y en avait déjà cinq

EPITOME. LIBRI. III



EDITIONES de agrarijs legibus factae. Capitolium ab exsulis & seruis occupatum, caesis ijs receptum est. Census bis actus est, priore lustro censa sunt ciuium capita centum quatuor & viginti millia, C C X I V, praeter orbos, praesque : sequenti, C X X X I I millia C D X I X. Cum aduersus Aequos res male gesta esset, L. Quinctius Cincinnatus dictator factus cum rure intentus rustico operi esset, ad id bellum gerendum accersitus est, is victos hostes sub iugum misit. Tribunorum plebis numerus amplius est, ut essent decem, X X X V I. anno a primis tribunis plebis. Petitis per legatos, & allatis Atticis legibus, ad constituendas eas proponendasque, decemviri pro consulibus, sine ullis alijs, magistratibus, creati, altero & trecentesimo anno quam Roma condita erat : & ut a regibus ad consules, ita a consulibus ad decemvires

Fac-similé d'italique d'Alde.

ou six, outre celle des associés allemands, qui avaient quitté la Sorbonne pour s'établir rue Saint-Jacques, à l'enseigne du *Soleil-d'Or*, presque porte à porte avec le *Soufflet-Vert*... dirigé par Pierre Cæsarès et Jean Stoll.

Et Metz, Lyon, Angers, Châblis, Poitiers, rivalisaient d'efforts pour la propagation de l'industrie nouvelle, qui, avant la fin du xv^e siècle, avait des représentants non seulement dans tous les chefs-lieux des provinces de France, mais encore dans presque

LIBER. III

Ann.
285.



N R I O capto, Ti. Aemilius & Q. Fabius consules fiunt. hic erat Fabius, qui vnus extinctae ad Cremeram genti superfuerat. Iam priore consulatu Aemilius dandi agri plebi fuerat auctor. itaque secundo quoque consulatu eius & agrarij se in spem legis erexerant : & tribuni rem, contra consules saepe tentatam, adiutore vtique consule obtineri posse rati, suscipiant ; & consul manebat in sententia sua, possessores, & magna pars patrum tribunicij se iactare actionibus principem ciuitatis, & largiendo de alieno, popularem fieri querentes, totius inuidiam rei a tribunis in consulem auerterant. atrox certamen aderat, ni Fabius consilio neutri parti acerbo rem expedisset. T. Quinctij ductu, & au-

Fac-similé de romain d'Alde

toutes les villes un peu importantes de l'Europe lettrée.

Nous ne nous attarderons pas à donner une liste, forcément incomplète, des imprimeurs célèbres dont les produits sont plus ou moins recherchés des bibliophiles, nous suivrons seulement les progrès de l'art typographique, en disant quelques mots :

meurs célèbres dont les produits sont plus ou moins recherchés des bibliophiles, nous suivrons seulement les progrès de l'art typographique, en disant quelques mots :



Gravure extraite du théâtre de Terence (1499).

De Vendelin de Spire et de Bernard de Cologne, qui perfectionnèrent le caractère gothique et lui donnèrent une netteté, une élégance qu'il n'avait pas eues avant eux (vers 1470).

De Pannartz, qui, sorti de l'atelier de Gutenberg, alla en Italie fonder l'imprimerie du couvent de Subiaco, où, le premier, il se servit des lettres capitales romaines, à ce point qu'il a imprimé des ouvrages entièrement en ce caractère.

De Jenson, de Venise qui, comme nous l'avons dit déjà, créa le type romain.

De Zarothe, de Milan, qui le perfectionna et fut le premier à mettre en vente des éditions petit format.

D'Henri Estienne, souche glorieuse de toute une dynastie d'imprimeurs érudits, parce que, le premier, il a introduit la pureté dans ses éditions, aussi bien par la netteté de ses caractères romains et grecs,



Portrait de Cassandra Fedele.

que par les soins de la correction, soins qu'il poussait si loin, qu'il avait attaché à son imprimerie toute une société de savants pour revoir les textes étrangers.

De Garamond, qui fit abandonner les impressions en caractères gothiques en perfectionnant les romains, dont il grava des types admirables qui n'ont jamais été dépassés depuis. Ce qui ne l'empêcha pas de graver, par ordre, dit-on, de François I^{er}, qui ne fut hostile à l'imprimerie que lorsqu'elle lui parut un instrument redoutable



Marque de l'imprimeur Denis Rocca.

aux mains de la Réforme, les trois sortes de caractères grecs dont Robert Estienne fit usage dans ses éditions, à partir de 1544.

De Christophe Plantin, imprimeur français, qui fit, à Anvers, ce qu'avait fait Estienne à Paris, et poussa la correction si loin, qu'il affichait ses épreuves en promettant récompense à ceux qui y trouveraient des fautes.

D'Alde Manuce, célèbre imprimeur vénitien, qui, s'il n'inventa pas tout à fait la ponctuation, est du moins le premier qui ait employé les deux points et le point et virgule. Il inventa d'ailleurs le caractère

que nous appelons *italique* et qui se rapproche le plus de l'écriture ordinaire.

Les premiers ouvrages sortis de ses presses sont entièrement imprimés en italiques, mais son fils et son petit-fils, qui dirigèrent après lui son établissement, employèrent du romain.

Nous donnons un spécimen de l'italique d'Alde, photographié sur le Tite-Live imprimé par son petit-fils, en 1593.

Nous donnons aussi un fac-similé de ses caractères romains, tiré du même volume.



Portrait d'Alde Manuce.

par ce qu'ils sont à peu près le type de ceux que nous appelons aujourd'hui *elzéviériens*, du nom du célèbre imprimeur hollandais, qui les vulgarisa au xvii^e siècle.

Depuis cette époque, l'imprimerie, se répandant de plus en plus, n'a fait que se perfectionner, mais surtout par les moyens d'exécution et l'outillage, de sorte qu'il faut arriver jusqu'à la fin du xviii^e siècle, à François-Ambroise Didot, fils du fondateur de la maison qui perpétue les traditions

Lrv. 91.

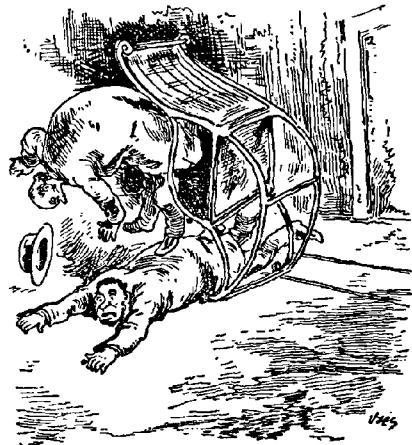


Gravure Paniconographique. — Dessin sur papier.

de la grande imprimerie, pour trouver une invention de quelque importance.

Ambroise Didot imagina de fondre ses caractères d'après le système des points *typographiques*, mesure arbitraire si l'on veut, mais qui, adoptée partout, fit disparaître, du moins officiellement, les appellations bizarres que l'on donnait aux types, et effectivement l'espèce d'anarchie qui régnait dans la fonderie, à ce point qu'on ne trouvait dans une imprimerie aucun corps de caractère en rapport avec ceux des autres.

Son neveu, Didot-Saint-Léger, directeur

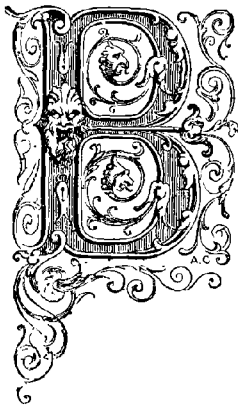


Gravure Paniconographique. — Dessin sur pierre.

91

de la papeterie d'Essonnes, eut le premier l'idée de la machine à fabriquer le papier continu, si perfectionnée depuis, et son descendant, Firmin Didot, inventa la *stéréotypie*, dont nous parlerons plus en détail, à l'article « *clichage* », de même que nous noterons tous les progrès introduits dans les presses à imprimer, lorsque nous nous occuperons du tirage.

ORIGINE DE LA GRAVURE TYPOGRAPHIQUE



ien que la gravure typographique ne soit qu'un auxiliaire de l'imprimerie, notre aperçu serait incomplet, si nous ne disions quelques mots de ses origines.

La gravure est d'ailleurs née de l'imprimerie, puisque les premiers essais de cet art, la *xylographie*, n'étaient autre chose que la gravure sur bois.

Nous avons donné un spécimen de xylographie, photographié sur une page de l'*Ars moriendi*, imprimé à Dresde, vers 1473, pour qu'on juge des progrès de cet art naissant.

La gravure sur bois connue, il paraissait tout naturel que les premiers imprimeurs typographes s'en servissent pour orner leurs livres, il n'en fut rien pourtant; Gutenberg n'y pensa jamais et, dans sa célèbre Bible, laissait des blancs en tête des chapitres pour que l'on pût dessiner à la main les lettres capitales.

Cet exemple fut imité par la plupart des imprimeurs et c'est pour cela que parmi les *incunables* (c'est le nom que l'on donne aux livres du xv^e siècle), il s'en trouve beaucoup qui ont des capitales et même des frontispices dessinés à la main et quelquefois

peints en miniature, à l'imitation des anciens manuscrits.

Les lettres ornées, en typographie, devinrent cependant d'un usage général vers 1490; nous en donnons une de cette époque en tête de cet article, mais il nous eût été facile d'en faire photographier une centaine en ne choisissant que les plus intéressantes.

Froben, célèbre imprimeur de Bâle, eut la bonne fortune de pouvoir faire dessiner ses lettres ornées et quelques frontispices par Holbein, et c'est un peu pour cela que ses livres sont si recherchés; mais celles de Simon Colines, imprimeur parisien, gendre d'Henri Estienne, sont moins originales, il est vrai, mais infiniment plus belles et surtout mieux gravées.

Mais la lettre n'est pas tout à fait ce que nous entendons par gravure, c'est de l'illustration proprement dite que nous voulons parler.

A cet égard, l'art resta longtemps dans son enfance, ce qui est d'autant plus bizarre que la gravure sur acier et sur cuivre avait fait d'immenses progrès.

Voici un portrait sur bois qui a paru dans un livre sur les femmes célèbres, par Philippe de Bergame, imprimé à Ferrare en 1497, nous le donnons pour sa curiosité et non pour sa valeur, bien que le dessin soit de Jean Bellin.

Voici une gravure à peu près de la même époque, mais elle est encore plus barbare, elle provient du *Théâtre de Térence*, imprimé par Lorenzo de Soardi, en 1499.

Cette illustration est du Carpaccio, un artiste célèbre; qu'on juge alors de ce que devaient être celles qu'on faisait exécuter par le premier dessinateur venu, et c'était le cas de la plupart des imprimeurs qui faisaient des livres à bon marché.

On fit cependant quelques progrès dans le portrait, ainsi qu'on pourra le voir par celui qu'Alde Manuce imprimait à la fin de son catalogue, et que nous avons photographié sur un prospectus de 1593.

Mais les imprimeurs, même du xvi^e siècle, se montrèrent peu soucieux de la gravure, en dehors de leur marque, qu'ils mettaient soit au commencement soit à la fin des volumes sortis de leurs presses et qu'ils faisaient faire avec soin, témoin celle-ci, qui est de la fin du xv^e siècle.

On sait, du reste, que la gravure sur bois, du moins celle qui sert d'illustration aux livres imprimés, n'a fait de sérieux progrès que depuis 1840.

Jusqu'alors elle était ou mal dessinée, ou mal gravée, et surtout mal tirée, et pour qu'une illustration vienne bien il est indispensable que ces trois opérations soient réussies.

La première est l'affaire de l'artiste, qui prend pour faire son dessin une planche de buis (en bois debout), enduite d'une légère couche de blanc de céruse gommée, pour que son encre ou son crayon ne s'y étende pas irrégulièrement; en un mot, que cela ne *boive pas*. Ce qui est d'autant plus urgent que si quelques bois sont dessinés à la mine de plomb, beaucoup le sont à la plume, et tous les fonds sont faits au pinceau avec de l'encre de Chine, rehaussée de gouache blanche.

Le dessin terminé est livré au graveur qui, au moyen d'échoppes et de burins de différents calibres, creuse toutes les parties blanches, en réservant les lignes du dessin; pour les fonds, les ciels et toutes les parties faites au lavis, ou à l'estompe, il les strie de tailles ou de hachures, plus ou moins profondes, plus ou moins espacées; selon que le dessin gravé doit venir plus ou moins noir.

Cela fait, la planche peut être mise sous presse, mais il est plus commun de faire faire du bois un cliché en cuivre, obtenu par la galvanoplastie, travail dont nous parlerons plus loin, car on tire bien rarement sur les bois pour ne pas écraser les traits et conserver intactes des matrices qui pourront servir pour des clichés successifs.

La gravure sur bois n'est pas la seule qui puisse servir au tirage typographique.

Il y a toute une série de systèmes de gravures chimiques, différant plus ou moins par les moyens d'exécution, mais qui ont pour point de départ le procédé Gillot, connu sous le nom de *Paniconographie*.

Ce procédé, qui en somme est de la gravure lithographique, ou plus exactement de l'eau-forte gravée en relief, au lieu de l'être en creux, consiste à décalquer un dessin quelconque fait sur pierre lithographique (plus communément sur papier autographique) ou même un report d'eau-forte ou de gravure en taille douce, sur une plaque de zinc polie et préparée en conséquence.

Cette plaque est ensuite soumise à l'action corrosive de l'acide sulfurique, dans un appareil à mouvement régulier; de façon que l'acide puisse mordre, à intervalles très rapprochés, toutes les parties de la plaque, qui ne sont pas recouvertes d'encre.

Au bout de quelques heures, le dessin se trouve seul en relief, et peut être imprimé typographiquement.

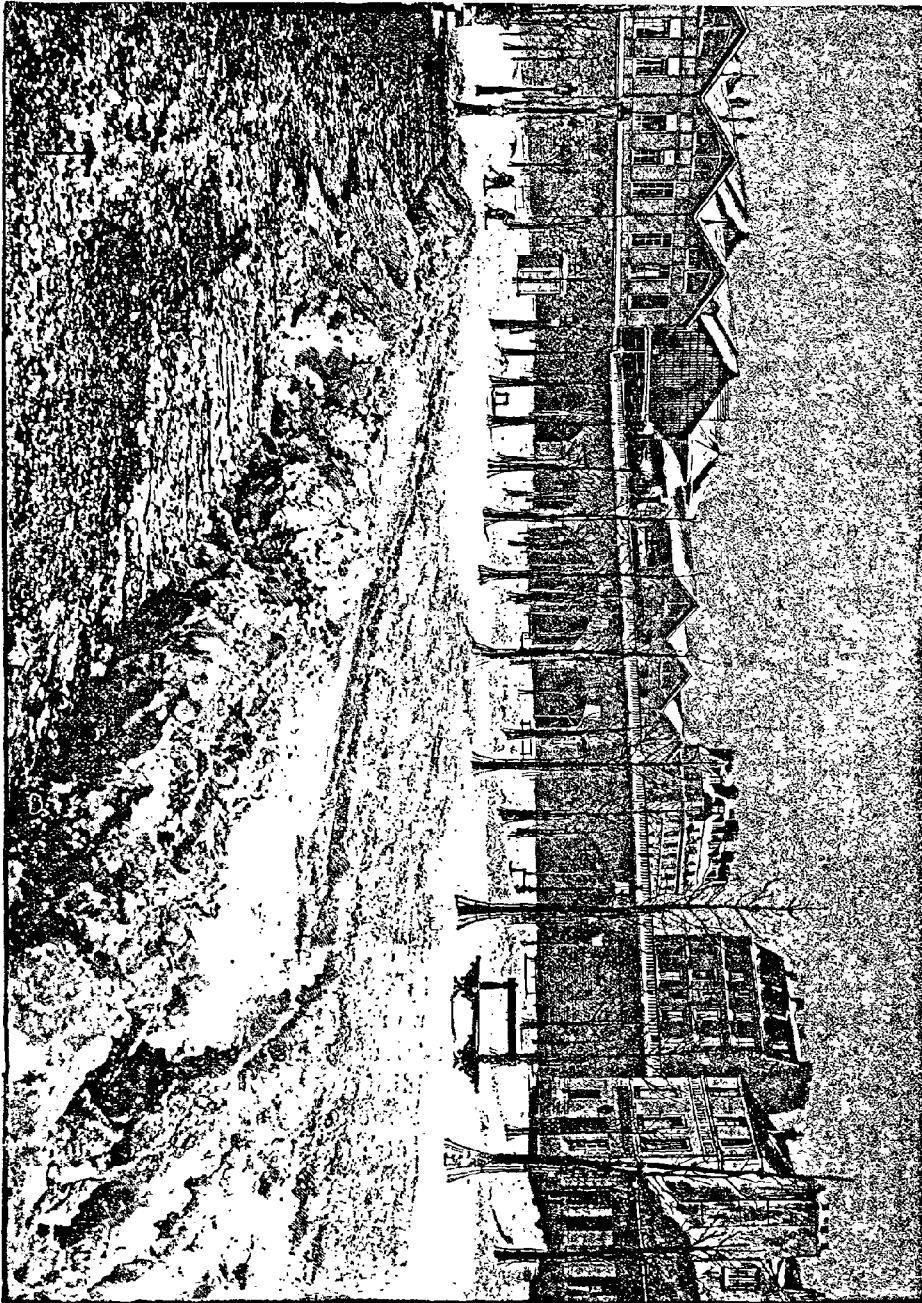
Employé surtout par les journaux d'actualité, parce qu'il est très économique et extraordinairement prompt, ce procédé a l'avantage de rendre le dessin de l'artiste avec toutes ses intentions. Aussi est-il le meilleur pour tout ce qui est croquis, fantaisie ou caricature.

Il y a aussi le procédé Comte qui donne le même résultat... peut-être même un résultat supérieur, mais il est plus coûteux, moins expéditif et nécessite un dessinateur spécial, voire même un aquafortiste, car le dessin doit être fait à la pointe, sur une plaque de verre enduite de vernis.

La photogravure, dont l'usage se répand de plus en plus, est la combinaison du procédé de gravure chimique, quel que soit le système de l'exécutant, avec la photographie c'est-à-dire qu'au lieu de graver le dessin tel que l'artiste le livre, on le réduit au tiers

ou au quart, ce qui lui donne infiniment plus de netteté et de finesse

D'autant que l'artiste, n'étant plus obligé de dessiner à l'encre grasse sur du papier



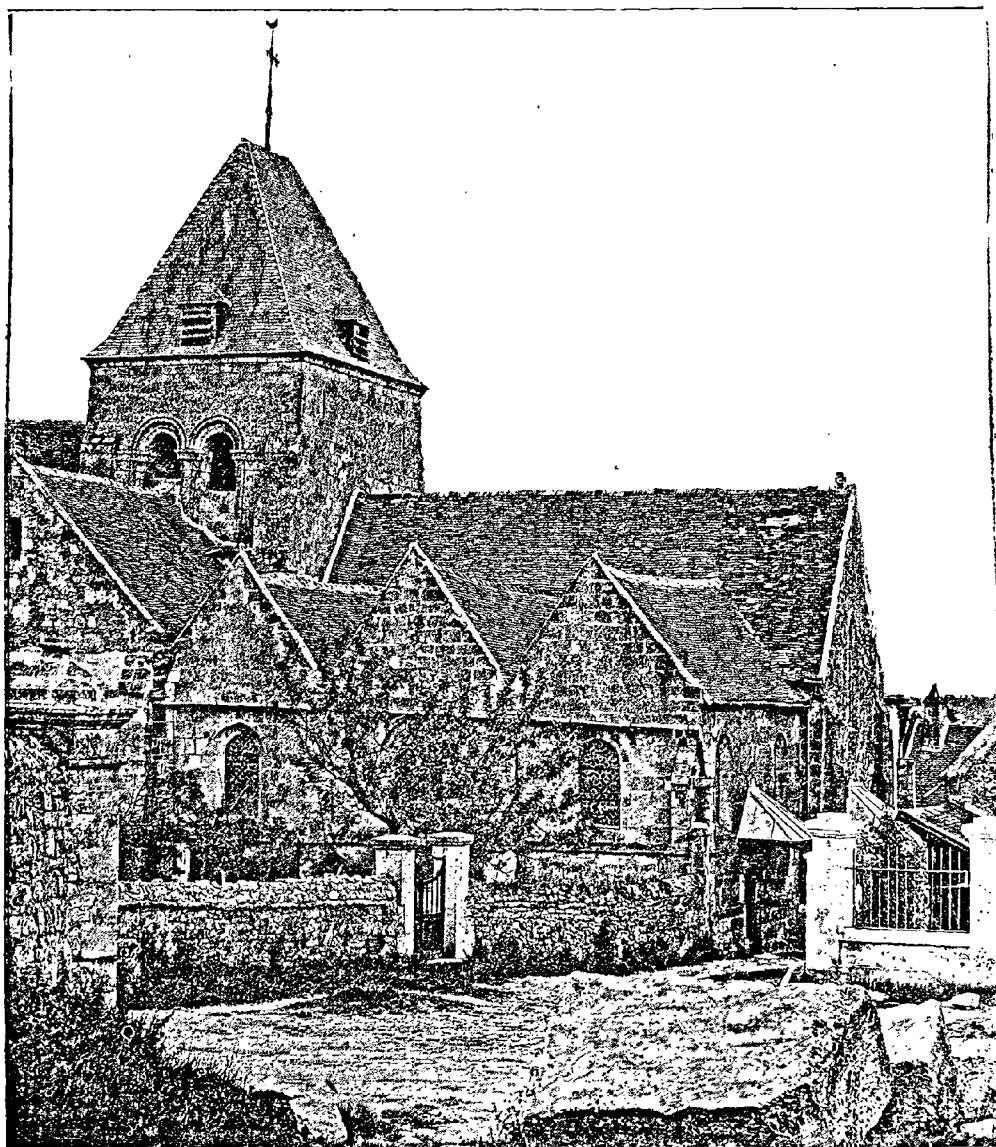
Aspect du boulevard de Vaugirard (neiges de 1879).

SPÉCIMEN DE PHOTOGRAPHIE, D'APRÈS NATURE (PROCÉDÉ PETIT.)

autographique qui grossit ses traits et embrouille ses hachures, peut être bien plus

lui-même en travaillant comme il l'entend. Tous les graveurs du reste préparent

chacun à sa manière, des papiers qui avantagent beaucoup le dessin, en donnant des fonds plus ou moins grainés, et des ciels tout faits; sur lesquels on n'a plus qu'à enlever les blancs au grattoir. On peut même se passer de dessinateur, car tout ce que la photographie peut reproduire peut être converti en cliché typogra-



Eglise de Faverolles (près Villers Cotterets). — Spécimen de photogravure d'après nature.

phique, même la nature, ce qui a été longtemps un problème.

Mais la difficulté est vaincue, et si le procédé ne peut encore donner au portrait que

l'apparence un peu mate d'une épreuve photographique tiré sur papier salé; il rend admirablement le paysage et les monuments, ainsi qu'on peut en juger par les deux gra-

vures de M. Petit que nous donnons aux pages précédentes.

On remarquera que dans la première gravure il y a un ciel, bien que la photographie n'en donne jamais, mais ce ciel est obtenu mécaniquement au moyen d'une teinte appliquée sur le cliché.

Les spécimens de photogravure ne manquent point dans cet ouvrage, puisque tous nos fac-similé ont été photographiés sur les originaux.

Quant aux bois proprement dits, ils ne sont pas rares non plus et chacun sait si bien les progrès qu'a faits la gravure depuis trente ans, depuis surtout qu'elle a été popularisée par les journaux illustrés, que nous ne nous arrêterons pas inutilement sur cet article et nous nous occuperons immédiatement des diverses opérations qui constituent l'imprimerie.

LES CARACTÈRES

C'est le caractère qui est le point de départ de l'invention de Gutenberg.

Nous avons dit comment on le fondait de son temps, nous dirons comment on le fait aujourd'hui, soit au moule à la main, soit au moule mécanique, d'invention récente.

Parlons d'abord de la gravure des *poinçons*, petite tige d'acier au bout de laquelle est



Poinçon en acier.

gravée en relief chaque lettre ou tout autre signe. Avec ces poinçons on frappe sur un petit morceau de cuivre poli et l'on ob-



Matrice non justifiée.

tient la gravure de la lettre en creux, d'abord assez imparfaitement parce que la frappe ne

creuse pas également, et laisse toujours des bavures qu'on fait disparaître avec le burin, c'est ce qu'on appelle *justifier* c'est-



Matrice justifiée.

à-dire donner à chaque lettre la profondeur nécessaire. On possède alors la matrice de chaque lettre qui, ajustée dans le moule, doit servir à la fonte.

Ce moule, en fer doublé de bois pour le rendre plus maniable, se compose de deux parties, entrant l'une dans l'autre au moyen d'une coulisse et ne laissant entre elles que l'espace de la lettre qu'on doit mouler.

Quant à la matrice, elle n'est pas fixée au fond du moule; elle y est seulement maintenue par des rainures, et on y attache un fil de fer qu'on appelle *archet* et qu'il suffit de tirer ou même d'agiter, car il fait ressort naturellement, pour chasser la lettre du moule.

Ceci disposé, l'ouvrier, tenant d'une main son moule, se place devant un fourneau circulaire supportant autant de creusets qu'il y aura de travailleurs; ces creusets contiennent le métal en fusion, c'est-à-dire du plomb additionné d'une partie d'antimoine, qui varie entre dix et trente pour cent, selon la résistance que l'on veut donner aux caractères.

On ajoute même quelquefois un peu de cuivre.

De la main droite, le fondeur prend dans son creuset, avec une petite cuiller de fer munie d'un bec sur le côté, de façon à ce qu'elle n'ait que juste la capacité nécessaire, le métal en fusion pour fondre sa lettre: il le verse dans un moule, qu'il tient fortement serré dans sa main gauche; il le laisse refroidir un instant; puis, ouvrant le moule, il fait tomber le caractère fondu au moyen

d'un petit crochet de fer, qui est attaché au moule.

Chaque caractère se compose de quatre parties : l'œil, le corps, le pied, et la hauteur. L'œil est la partie reproduisant en relief la lettre frappée en creux dans la matrice.

Le corps est l'épaisseur de la lettre, le pied ou tige est la partie quadrangulaire. Quant à la hauteur c'est la longueur de cette tige, qui sauf en Angleterre est à peu près uniforme, en tous pays.

Sortant du moule, le caractère n'est pas encore propre à être employé et doit subir diverses opérations : la première est la *romperie*, ainsi nommée parce qu'il s'agit de rompre ou de détacher du petit rectangle allongé, terminé par la lettre, les bavures qui ont été formées par le jet du métal dans le moule.



Lettre sortant du moule.



Lettre finie.

Après la romperie vient la *frotterie* ; car ces bavures n'ont pas disparu entièrement à la première opération et il faut que le caractère soit bien lisse sur ses quatre faces.

Ensuite on les justifie, c'est-à-dire que l'on vérifie si tous les caractères de même sorte sont exactement pareils : si l'œil de la lettre est bien placé, si les tiges sont toutes de mêmes dimensions, et, dans le cas contraire, on les réduit avec une lime aux dimensions voulues, qui, naturellement, sont les mêmes de longueur pour toute espèce de caractère, et varient d'épaisseur selon le corps de caractère que l'on fond.

On comprend aisément ce qu'on appelle le corps. C'est, non pas la hauteur de la lettre sans jambage, inférieur ou supérieur,

comme l'*a*, le *c*, l'*o* ; mais la hauteur de la lettre qui aurait à la fois un jambage supérieur comme le *b* ou inférieur comme le *g*, de façon à ce que l'œil soit toujours au milieu.

Les lettres sans jambages ont donc un talus de chaque côté, tandis que les lettres bouclées n'en ont qu'un, soit en haut, soit en bas.

Ces vérifications faites, on *écène* les caractères, c'est-à-dire que l'on fait au canif, dans celles qui, comme l'*f*, ont le crochet dépassant la largeur, un cran qui permet de rapprocher la lettre qui suivra, de façon à ce qu'il y ait le même espace entre chaque lettre, mais comme il y a des lettres comme l'*i* avec son point, l'*v* et l'*f* qui ne pourraient pas se loger dans l'encoche que pratique l'écèneur, on fond des lettres liées comme *fi*, *fl*, et *ff*.

L'écèneage terminé, et en somme il ne comporte guère que les *f*, on fait une vérification dernière, puis les caractères étant reconnus bons à servir, on les réunit par sortes pour les livrer aux compositeurs.

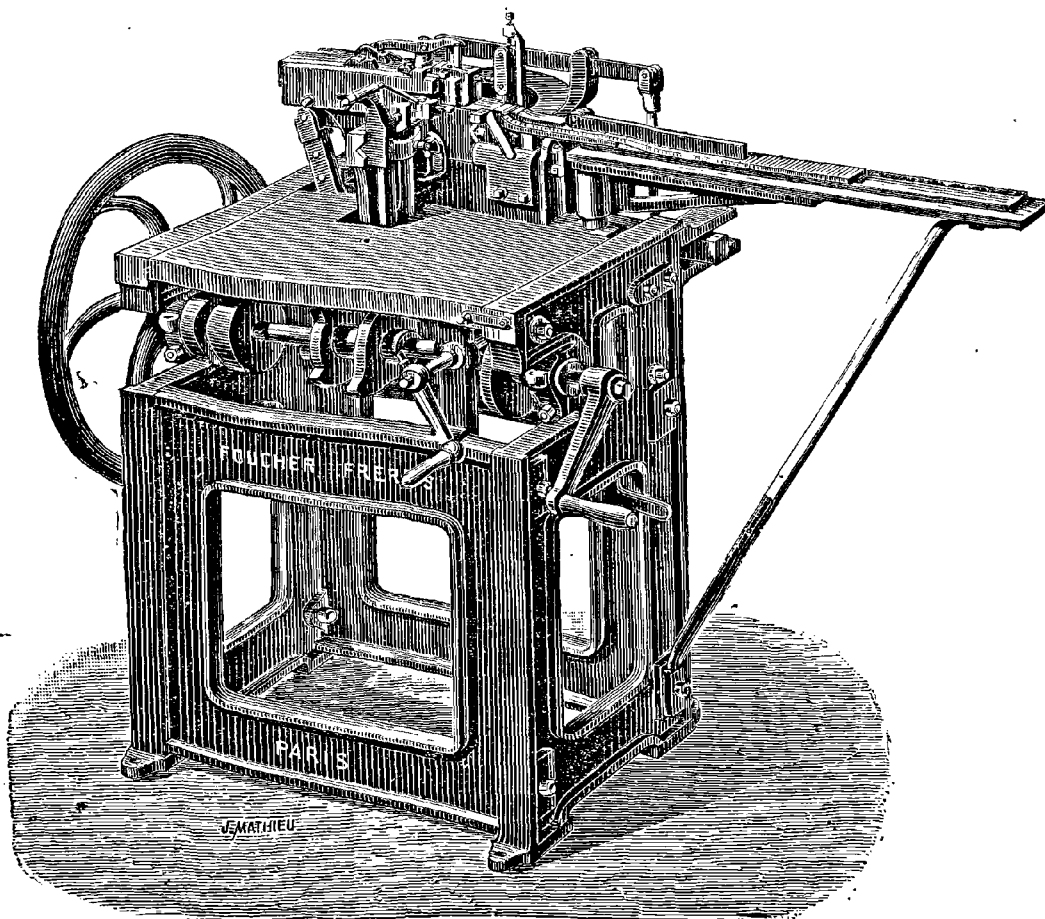
« Par sortes » veut dire les *a* ensemble, les *b* ensemble, etc., car en termes d'imprimerie pour désigner les lettres qui vont ensemble on dit caractère du même corps.

Il y a naturellement beaucoup d'espèces de corps et même il y a des lettres de même corps qui n'ont pas le même œil. Il y a le gros œil, le petit œil, l'œil poétique, ainsi nommé parce que le caractère qui le porte est destiné à la composition des vers ; c'est pour cela, du reste que les fondeurs ont l'habitude de pratiquer (dans le moule), à la tige de la lettre, un ou plusieurs crans qui indiquent d'abord au compositeur de quel côté il doit placer sa lettre pour qu'elle se trouve dans sa position normale à l'impression ; et ensuite de faire distinguer par le nombre de crans, de quel œil est le caractère.

Les différents corps de lettre avaient jadis des dénominations arbitraires, mais depuis l'invention du prototype, due à Am-

broise Didot, on les désigne par le nombre de points qu'ils représentent, ce qui n'empêche pas les anciens noms de subsister toujours; on pourrait même dire qu'il y en a de nouveaux, car dans les imprimeries

qui ne fondent pas elles-mêmes, on fait presque toujours suivre le type du caractère par le nom du fondeur. Ainsi on dit du *sept Virey*, du *dix Thorey*, bienheureux quand on ne lui donne pas, comme autrefois le nom



Machine à fondre les caractères, de MM. Foucher frères.

del'ouvrage auquel il a d'abord été employé.

Voici, d'ailleurs, les noms des différents types de caractères les plus employés dans les imprimeries, avec leur ancienne dénomination :

Le 5	qu'on appelle	Parisienne.
6	—	Nonpareille.
7	—	Mignonne.
8	—	Gaillarde.
9	—	Petit-Romain.
10	—	Philosophie.
11	—	Cicéro.
12	—	Saint-Augustin.

Le 14	qu'on appelle	Gros-Texte.
18	—	Gros-Romain.
20 et 22	—	Parangon.
24	—	Palestine.
26	—	Petit-Canon.
36	—	Trismégite.
40 et 48	—	Gros-Canon.
56	—	Double-Canon.
72	—	Double-Trismégite.
88	—	Triple-Canon.
96	—	Grosse Nonpareille.
100	—	Moyenne de fonte.

Il est entendu que nous n'avons, à propos de la fonte des caractères, donné que le

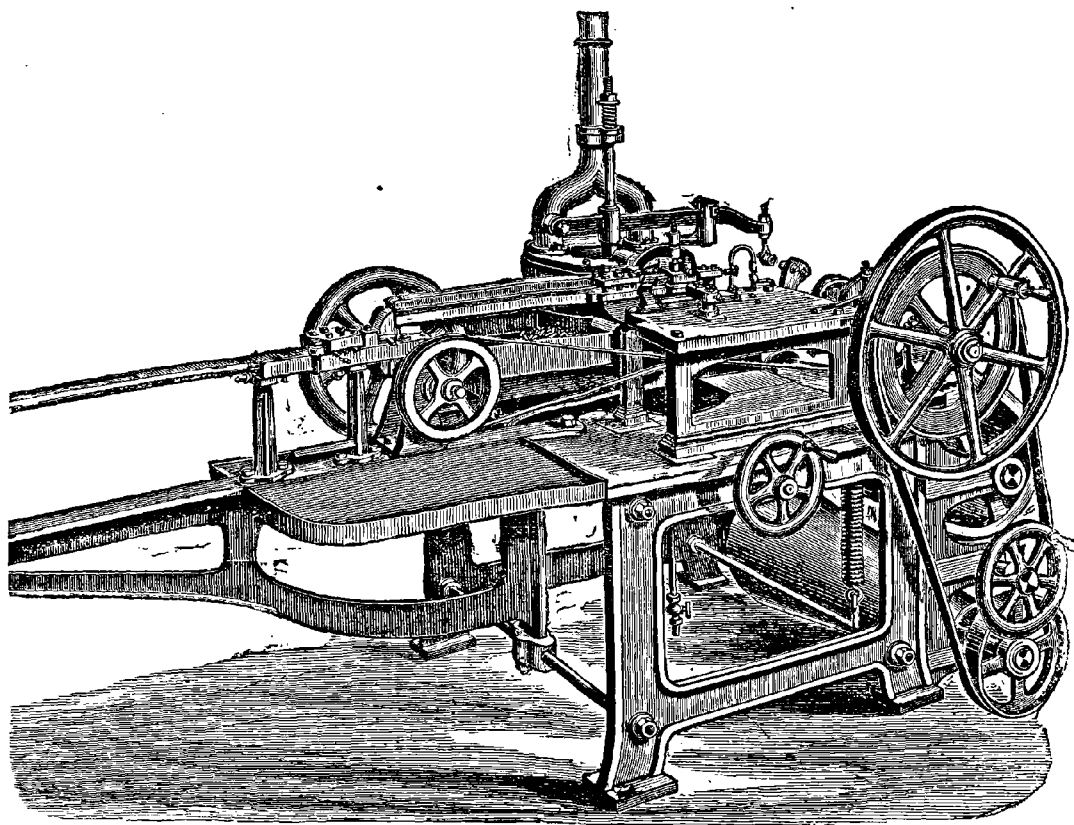
procédé rudimentaire de la fabrication et qu'il y en a d'autres que nous ne décrivons pas, parce qu'ils en dérivent tous.

Sans compter le moule polyamatype inventé par M. Didot, et perfectionné par M. Virey, qui permet à deux seuls ouvriers de produire 50.000 lettres par journée de travail, le moule automatique de MM. Ser-

rière et Bauza, qui peut donner mécaniquement 50.000 lettres en dépensant pour 73 centimes de combustible.

Il existe deux machines nouvelles qui font tout ou partie de la besogne automatiquement, savoir :

La machine de MM. Foucher frères, que nous avons vu fonctionner avec succès à la



Machine à fondre les caractères, de M. Berthier.

dernière exposition des Arts Industriels et qui est employée journellement dans diverses fonderies, notamment chez M. Warnery.

Cet appareil, que notre gravure fera suffisamment comprendre, supprime trois mains d'œuvre, tout en permettant d'utiliser les matrices déjà frappées, elle fond la lettre, en rompt le jet, et la frotte de deux côtés avec une vitesse considérable, puisqu'on obtient

Lrv. 92.

en moyenne 25,000 lettres par journée de dix heures, et même 30,000 quand la machine est actionnée par un moteur à gaz système Otto, ou à la vapeur.

Et la machine de M. Berthier qui, plus récente, est plus compliquée aussi, mais fait comparativement beaucoup plus de besogne; on pourrait même dire qu'elle la fait entièrement puisque le caractère en sort de hauteur

92

et frotté sur les quatre faces, seulement le jet n'est pas entièrement rompu, mais il suffit de faire le chemin, ou pied, en quelques coups de lime, pour que la lettre se trouve d'aplomb.

En général, et la question de vitesse à part, le travail avec les machines à fondre est préférable au travail manuel; d'abord, ce qui passe avant tout, elles suppriment

pour les ouvriers les indispositions et même les maladies qu'ils contractaient trop souvent par la manipulation constante des caractères; ensuite, elles finissent plus économiquement; car le frottement mécanique ne lèse jamais l'œil de la lettre, et ne fausse aucun caractère. — De là beaucoup moins de rebut.

Il est entendu aussi que l'on donne le nom

HAUT DE CASSE

A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
H	I	K	L	M	N	O	H	I	K	L	M	N	O					
P	Q	R	S	T	V	X	P	Q	R	S	T	V	X					
â	é	î	ô	û	Y	Z	U	J	É	È	Ê	Y	Z					
É	È	Ê	Æ	Œ	W	Ç	ff	Æ	Œ	W	Ç		!					
à	è			ù	§	] ]	ff			ë	ÿ	ü	?				
»	*	U	J	j	†)	ff	a	e	i	l	m	n	o	r	s	t	v

BAS DE CASSE

w	ç	é	-	'		1	2	3	4	5	6	7	8
—	b	c	d	e		s	esp. moyen.	f	g	h	9	0	
z	l	m	n	i		o	p	q	j	ff	k	1/2	caill.
y						exp. fines.	fi	:	caill. fins				
x	v	u	t	espaces		a	r	.	,	cadrats			

Cassé en deux pièces.

des caractères, non seulement aux lettres, mais encore à tous signes de ponctuation, les chiffres et les signes accessoires, employés dans la composition d'un livre.

Les espaces, cadrats et cadratins, dont nous parlerons tout à l'heure, et qui sont fondus de la même façon que les caractères, ne portent point ce nom, parce qu'ils ne sont pas apparents à l'impression; précisément par la raison qu'ils servent à séparer les mots entre eux, ou à espacer les lettres

d'un même mot, lorsqu'on est obligé de faire une division, c'est-à-dire de reporter à la ligne suivante, la fin d'un mot trop long, pour tenir dans la ligne commencée.

Nous avons expliqué ce qu'on entendait par sortes, il nous reste à dire que chaque sorte de lettres comprend, du même corps

F F F F f f

naturellement, des lettres de formes différentes : savoir la lettre ordinaire qu'on ap-

pelle le *bas de casse*, tant en *romain* (c'est le nom qu'on donne au caractère droit) qu'en *italique* (caractère penché qu'on emploie pour les mots soulignés), les petites capitales ayant la hauteur de l'œil de la lettre ordi-

naire et les grandes capitales ayant toute la hauteur du corps; il y a aussi les lettres qui servent pour les abréviations et qu'on appelle des *supérieures*.

On peut parler, mais seulement pour mé-

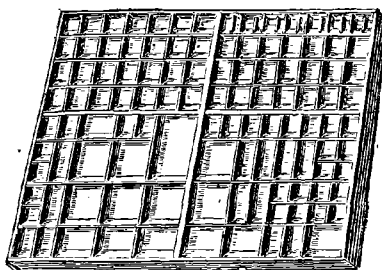
A	B	C	D	E	F	G	a	e	i	l	m	n	o	r	s	t	v	æ	ÿ	ü		
H	I	K	L	M	N	O	É	È	Ê	Æ	Œ	W	Ÿ									
P	Q	R	S	T	V	X	ff	â	é	l	ô	û	!									
»	)	U	J	j	Y	Z	ff	à	è		ù	&	?									
/	ç	é	.	'			1	2	3	4	5	6	7	8								
—						e	s	sp.	sup.	f	g	h	9	0								
w	b	c	d										œ	œ								
z	l	m	n	i			o	p	q													
y										cap.	ff	k	1/2	quad.								
										fi	:	quadra.										
x	v	u	t	espaces			a	r	.	,				cadrate								

Casse en une pièce.

moire, des lettres ornées, car elles ne font pas partie intégrante de la sorte, et ne s'emploient qu'accidentellement; nous aurons du reste l'occasion de nous en occuper en décrivant la composition.

LA COMPOSITION

On appelle composition, et le mot est très expressif, l'assemblage des caractères destinés à former les mots, les lignes et, par



Casse, système Berthier.

extension, les pages qui composent un journal ou un volume.

Pour que l'ouvrier, qui prend tout naturellement le nom de compositeur, puisse faire ce travail avec méthode et surtout sans perte de temps, les caractères sont disposés

par sortes dans un grand casier à compartiments qu'on appelle *casse*: chaque compartiment destiné à recevoir la lettre se nomme *cassetin*.

Comme il faut un très grand nombre de cassetins pour qu'une casse soit complète,

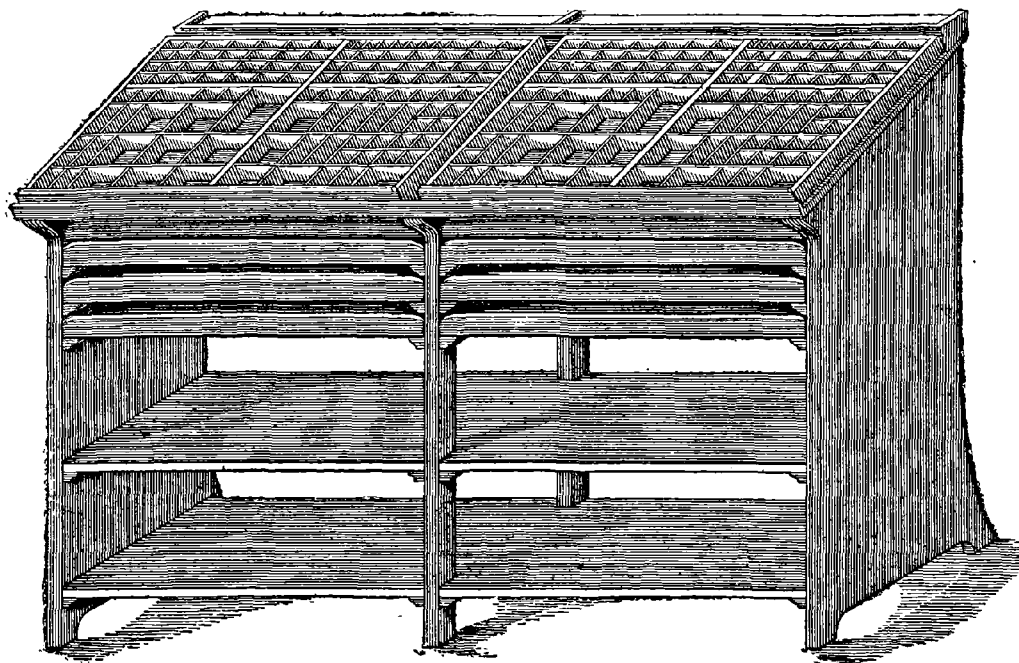
on la divise en deux parties séparées qu'on appelle *casseaux* et qui la rendent plus facilement transportable, sur l'espèce de pupitre que les imprimeurs appellent un *rang*, parce qu'ordinairement, et sauf les cas où la place manque, ils sont placés en file, à côté l'un de l'autre.

La partie supérieure de la casse, comprenant 98 cassetins, dans lesquels sont distribués les capitales grandes et petites, les lettres supérieures et la plupart des signes

de ponctuation, s'appelle *haut de casse*.

La partie inférieure de 54 cassetins, contenant les lettres ordinaires, les chiffres et les espaces, s'appelle *bas de casse*, ce qui fait qu'on donne le nom de bas de casse aux caractères courants.

Comme on le pense bien, la disposition des casses n'est pas absolue et varie selon les imprimeries; d'autant qu'on en fait maintenant beaucoup en une seule pièce, le modèle que nous en donnons, et qui est le sys-



Rang en bois à deux places, pour casses en deux pièces.

tème classique, suffira pour faire comprendre que les lettres n'y sont pas réparties par ordre alphabétique, dans des cassetins symétriquement de même grandeur, mais bien placées le plus à portée de la main du compositeur, selon la fréquence de leur emploi.

Nous donnons aussi, du reste, un modèle de casse en une seule pièce avec la disposition adoptée par M. Berthier.

Cette casse, pour laquelle le constructeur a pris un brevet, facilite beaucoup le travail du compositeur, les séparations de chaque

compartiment étant penchées, de façon à permettre facilement et promptement l'enlèvement des lettres, qui descendent ainsi d'elles-mêmes, à la portée des doigts de l'ouvrier.

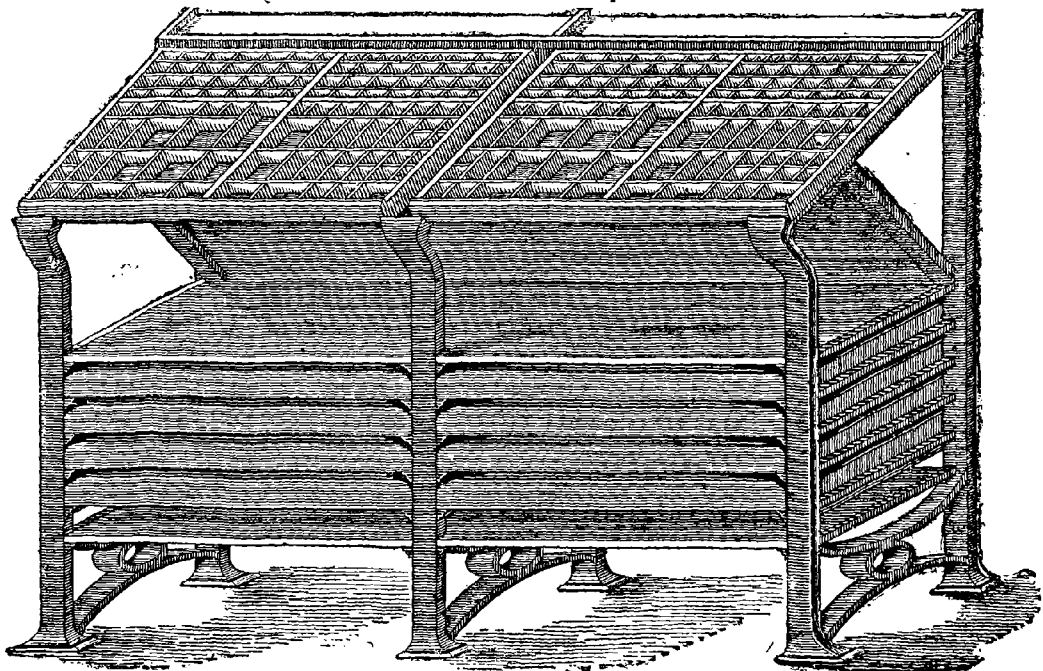
La casse, ne pouvant contenir que pour environ une journée de travail d'un ouvrier, ne renferme naturellement pas toute la fonte d'un caractère, et les sortes qui n'y peuvent tenir sont déposées dans des tiroirs divisés comme les casses et qu'on appelle des *bardeaux*.

Ces tiroirs sont déposés le long des murs de l'imprimerie, au bas des rangs et dans les espèces d'établis qu'on appelle *pièds de marbre* et dont nous verrons l'emploi tout à l'heure.

Quant aux rangs, nous en donnons dès maintenant deux spécimens, fabriqués par MM. Fouché : le premier en bois donne place à deux compositeurs ; sous chaque casse, il y a trois bardeaux, et deux tablettes où l'ouvrier peut déposer ses paquets au fur et à mesure qu'ils sont faits.

Le second est en fonte, également pour deux compositeurs, les casses sont d'une seule pièce et au-dessus des casses il y a des galées où l'ouvrier peut réunir ses paquets ; en dessous, une tablette et cinq bardeaux tiroirs.

L'ouvrier fait sa casse lui-même ; si le caractère est neuf, le travail est facile puisque, sortant de la fonte, les lettres sont assemblées par sortes ; s'il a déjà été employé, ce qui est le cas le plus ordinaire, il le prend



Rang en fonte à deux places, pour casses en une seule pièce

par paquets, dans le caractère disponible que l'on appelle *distribution*, précisément parce qu'il s'agit de le distribuer, par sortes, dans les cassetins.

Pendant ce temps, le chef d'atelier, qu'on appelle *prote*, du grec *protos*, qui veut dire premier, a remis au chef de chaque équipe, qui se nomme le *metteur en pages* le texte à imprimer, appelé très improprement *copie*, que celui-ci distribue aux compositeurs.

S'il s'agit de la composition d'un journal,

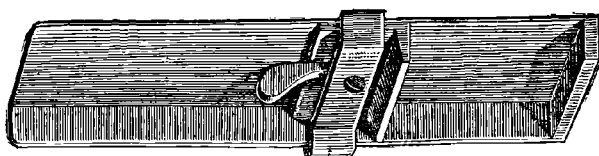
qui doit être terminée à heure fixe, la copie est divisée en portions très exigües, de façon qu'un article entier puisse être fait et corrigé en peu de temps ; pour cela le metteur en page cote les feuillets avec des chiffres et des lettres de repère, afin de pouvoir classer par ordre et très vite, les paquets de composition qui lui seront remis par les typographes.

S'il s'agit d'un long article de revue, d'un roman, d'un ouvrage de longue haleine, en un mot de ce qu'on appelle un *labour*, la

copie est donnée par portions plus considérables aux compositeurs, qui peuvent alors commencer leur travail, et se mettent à lever la lettre.

Pour cela, l'ouvrier assis sur un haut tabouret, mais plus généralement debout de-

vant la casse, sur laquelle est fixée sa copie, a dans la main gauche son composteur, espèce de règle à rebords, munie d'une coulisse qu'il a fixée d'avance à la longueur exacte des lignes à composer (ce qu'on appelle justifier son composteur), dont le plan doit recevoir



Composteur, système à levier de MM. Fouché frères.

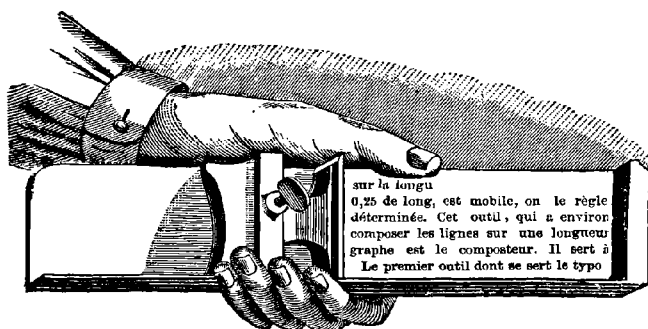
les lettres au fur et à mesure qu'il les lève des cassetins, avec une rapidité qui étonne les non initiés.

Chaque mot composé est séparé du suivant par une garniture qu'on appelle espace, et quand sa ligne est pleine, à quelques millimètres près, l'ouvrier la justifie, c'est-à-dire qu'il la force dans le composteur au moyen des espaces et qu'il règle ses divisions, lorsqu'un mot entier ne peut trouver place dans la ligne, en portant la suite à la

ligne suivante, et en terminant la première par un trait qu'on appelle division.

Une ligne qui finit un alinéa, mais qui laisse un vide, se complète par des garnitures qu'on appelle cadrats; car tout doit être plein dans la composition, de façon à faire une masse compacte, dont aucun caractère ne bouge à l'impression.

Ce qui fait que lorsqu'on emploie, pour commencer un alinéa, une lettre de fantaisie plus haute que le corps du caractère,



Composteur plein. — Système à vis de M. Berthier.

on est obligé de garnir le haut du restant de la ligne avec des interlignes coupées à la longueur voulue, c'est ce qu'on appelle parangonner.

PARANGONNAGE

On parangonne aussi, lorsque n'ayant pas des lettres supérieures du corps comme

pour M^{mo} ou M^{uo}, on emploie des lettres d'un corps plus petit; autrement la composition ne serait pas solide et se mettrait en pâte au premier mouvement.

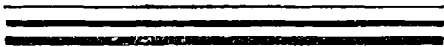
La ligne qui commence par un alinéa est précédée d'un petit lingot uniforme qu'on appelle cadratin.

Voici du reste la liste de toutes les espaces qui servent à produire les blancs.

espaces fines, | espaces moyennes, | espaces fortes, ▣ demi-cadratin, ▣ cadratin, cadrats.

S'il s'agit d'un journal, le compositeur met ses lignes l'une sur l'autre dans son composteur jusqu'à ce qu'il soit plein, en plaçant seulement sur chaque ligne terminée un filet appelé *porte-ligne*, qui facilite le glissement de la lettre, et qu'il change de place à chaque ligne justifiée.

S'il s'agit de la composition d'un labeur, ou même d'un journal qui ne s'imprime pas en plein, les lignes sont séparées par des espaces horizontales qu'on appelle des *inter-lignes* et qui sont de l'épaisseur d'un point, de deux points, de trois points : selon qu'on veut donner plus ou moins de blanc pour l'écartement des lignes de l'ouvrage à composer.

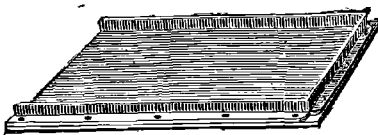


Lorsque le composteur est plein, et cela arrive fréquemment, puisqu'il ne contient que cinq à huit lignes, suivant la force du caractère, l'ouvrier enlève sa composition et



Galées-violon.

la dépose sur une espèce d'ais à rebords qu'on appelle *galée*, et quand cette galée est pleine, ou du moins renferme assez de ma-



Galée.

tière pour faire une page ou un paquet, il l'entoure d'une ficelle qui la lie fortement ; la dépose sur une feuille de papier double, qu'on appelle *porte-page*, et le met sous son

rang en attendant qu'il ait assez de *paquet* pour en faire des épreuves.

Pour les impressions industrielles, qu'on appelle travaux de ville, la composition diffère en ce qu'elle n'est pas confiée à des ouvriers qui font vite, mais à des spécialistes qui s'attachent surtout à faire bien.

Dans ces sortes de travaux, la composition proprement dite, le lever de la lettre, est peu de chose, on n'emploie généralement que des caractères de fantaisie qu'il faut varier à chaque ligne ; c'est la disposition et l'ajustement, on peut même dire aussi l'ajustage des filets qui a toute l'importance ; aussi tout se fait-il à la fois, et compose-t-on par pages ou par tableaux

Les filets qui jouent un si grand rôle dans ces sortes de travaux, concurremment avec les vignettes, qui sont surtout employées pour les cadres, sont le plus souvent en cuivre et fondus en lames de 90 centimètres de longueur, sur une force de corps qui varie entre 2 et 12 points.

Ils se distinguent en filets maigres qui s'utilisent le plus souvent dans les tableaux pour séparer les colonnes verticales.

Doubles filets maigres, employés pour la colonne des francs, dans les factures ou feuilles de registre.

Filets demi gras qui servent à séparer horizontalement les têtes de tableaux.

Filets gras, qui de même que les filets

tremblés s'emploient généralement pour les

encadrements de couvertures.

Doubles filets de cadres : l'un maigre et l'autre gras, il y en a de deux corps : sur

3 points et sur 6 points, qu'on utilise selon la grandeur des pages à encadrer ; quand ce sont des pages de journaux ou de publi-

cations d'un luxe relatif (celles de vrai luxe ne s'encadrent plus), on emploie de préférence deux filets maigres un peu plus espacés.

Filets azurés, qui n'ont d'emploi que pour les chèques, mandats, traites, reçus; et

filets pointillés, qui servent pour les factures et les registres pour simuler la réglure,

il va sans dire que ce filet doit être tiré très légèrement.

Outre les filets, il y a les accolades dont

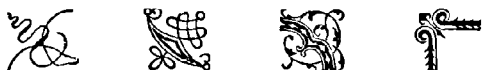
l'usage est fréquent, dans les tableaux et têtes de registres.

Et les couillards, espèces d'accolades

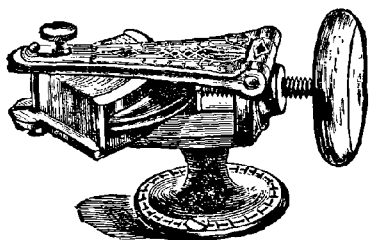
droites, dont on se sert dans les journaux, et les publications en colonnes, de préférence aux filets, pour séparer deux articles.

Mais ces derniers sont fondus séparément et se mettent en casses comme les caractères.

Quant aux vignettes, ce sont des blocs de corps plus ou moins gros, fondus absolument comme des caractères, et qu'on emploie



pour former des cadres, dont les angles sont fournis par des vignettes spéciales.



Appareil pour cintrer les filets de cuivre.

ou d'un bec de gaz (ce qui augmente la malléabilité du cuivre), est placé entre les anneaux, le levier fermé, on serre la vis

Il est vrai qu'il y a aussi des vignettes disposées en frontispices et en culs-de-lampes, surtout pour les impressions de luxe en caractères antiques qu'on appelle elzéviriens; mais leur emploi se trouve tout indiqué par leur type.



Elles rentrent, du reste, dans la catégorie des lettres ornées qui viennent de fonte.

On comprend maintenant comment on peut faire des tableaux, des encadrements, des couvertures avec des vignettes, des filets et des caractères de fantaisie, mais toute la difficulté n'est pas là, car on n'opère pas toujours en lignes horizontales, les titres des livres sont souvent cintrés, les manchettes des factures sont presque toujours en ovale, et il faut préparer ses filets en conséquence.

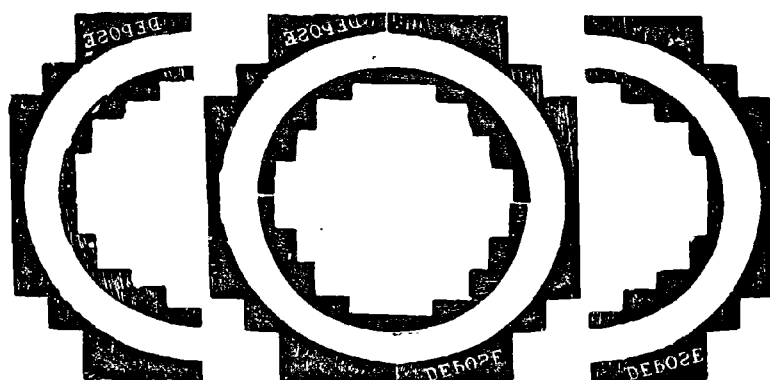
Il y a pour cela un petit appareil fort ingénieux que fabrique M. Berthier; notre dessin en fera voir le fonctionnement.

Avec cet appareil on peut, selon qu'on le règle, au moyen d'anneaux et de noyaux en acier qui font toute la besogne, obtenir des filets, en formes circulaires, ovales, ondulées et même rectangulaires, ce qui évite l'assemblage des filets. L'opération est très simple. Le filet, après avoir été chauffé légèrement à la flamme d'une bougie



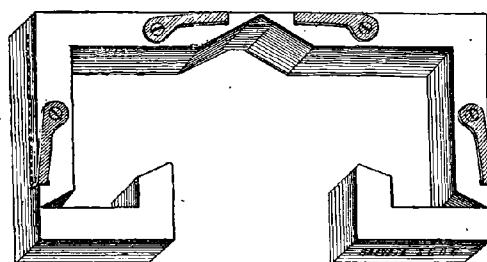
Cadrats cintrés pour la composition des lignes courbées.

jusqu'au bout et le filet prend exactement la courbe de l'anneau dans lequel il est enchâssé.



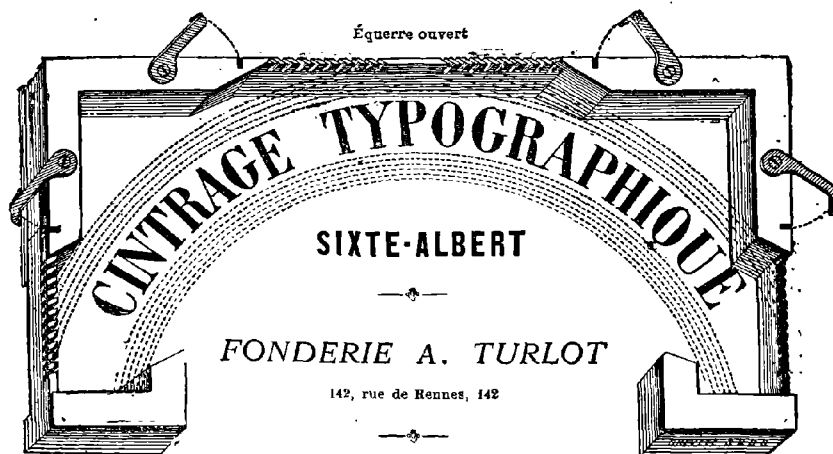
Cadrats cintrés pour ronds ou ovales.

La composition en lignes courbes, qui paraît très difficile au premier abord, est singulièrement simplifiée par l'emploi de cadrats cintrés, fondus tout exprès en deux



Équerre fermée (système Sixte Albert).

parties qui s'ajustent l'une sur l'autre, en laissant entre elles le blanc devant contenir les caractères, qu'on n'a plus alors qu'à placer suivant la méthode ordinaire, sauf à



prendre un peu plus de soin pour la justification de la ligne, en proportionnant les espaces selon la courbe dessinée.

Liv. 93.

Les encadrements ronds, ovales en vignettes ou en caractères s'obtiennent de la même façon, un rond étant la réunion de

93

deux séries de cadrats cintrés en demi-cercle, qui s'ajustent parfaitement l'un sur l'autre, laissant le blanc qu'il faut remplir de vignettes ou de caractères.

Les deux mêmes demi-cercles peuvent servir pour les encadrements ovales; il suffit de ne pas les réunir immédiatement, et de placer entre eux des parties droites de cadrats, que l'on allonge autant qu'il est nécessaire.

On fond, du reste, des séries de cadrats cintrés s'ajustant en ovales parfaits, tant il est vrai que le perfectionnement n'a jamais dit son dernier mot.

Il y a du reste encore mieux que cela, le système de cintrage combiné, de M. Sixte Albert, qui, avec un seul appareil, permet d'exécuter toutes les courbes que l'on veut, ce qui n'est pas le cas des cadrats cintrés qui, n'étant en somme que des moules, sont d'un emploi assez limité.

L'instrument nouveau, déjà adopté presque partout, se compose d'équerres à coulisse en bronze, reliées de six en six points typographiques par trois typomètres en cuivre, avec lesquels on peut élargir ou serrer à volonté la ligne de composition, suivant les besoins de la justification.

Le compositeur présente sa ligne entre deux interlignes, la place dans l'équerre et la serre exactement à la courbe qu'il veut avoir, et alors il n'a plus qu'à justifier.

On comprend que ce système puisse servir aussi, et même plus facilement que les cadrats cintrés, pour les encadrements ronds ou ovales, puisqu'il n'y a pour cela qu'à réunir deux appareils et il n'est même pas besoin d'une grande habileté.

Veut-on maintenant se donner une idée, de ce qu'on peut faire en typographie avec de l'habileté poussée jusqu'à l'art et une patience de bénédictin; qu'on regarde le dessin ci-contre représentant le fameux groupe du Laocoon composé en filets typographiques par M. Sixte Albert, et dont la

forme a été l'une des curiosités de l'exposition universelle de 1878.

C'est une reproduction exacte, artistique même et pourtant il n'y a dans cette composition que des espaces de toutes sortes, cadrats, cadratins, juxtaposés dans tous les sens, et des filets, tordus, recourbés selon les exigences du dessin, assemblés avec une telle rectitude qu'il n'y a pas de solutions de continuité à l'impression.

Il est vrai que de pareils travaux, malgré leur intérêt, ne sont que des fantaisies d'artiste, ils n'auraient aucune raison d'être en typographie, où la plus mauvaise gravure, obtenue très vite, fera toujours plus d'effet qu'un chef-d'œuvre d'ajustage très long et très difficile; ils n'en méritent pas moins de tous le tribut d'éloges qu'ils obtiennent des gens du métier.

LES ÉPREUVES.

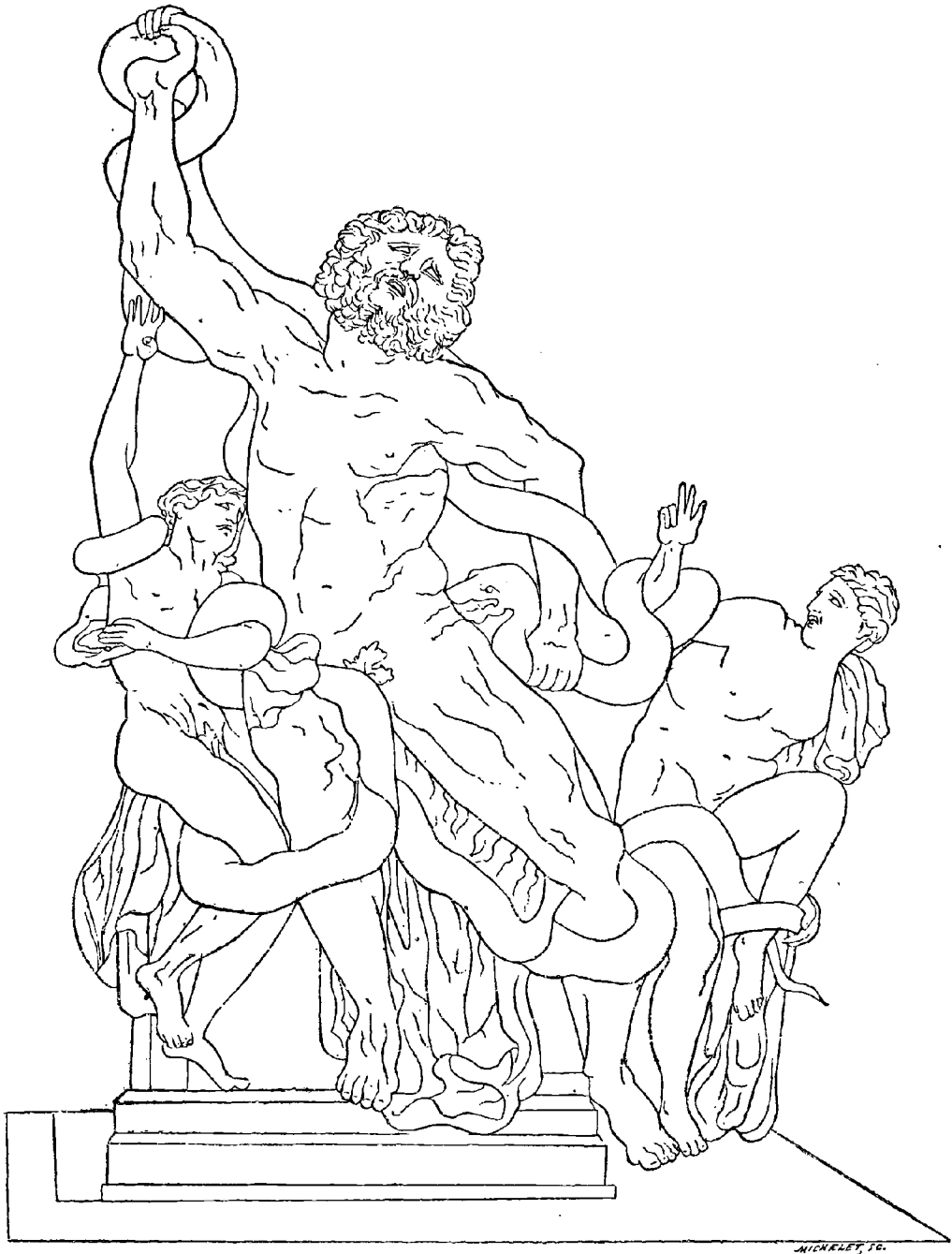
Dans beaucoup d'imprimeries, les épreuves sont faites par un ouvrier spécial qu'on appelle le *pressier*.

Ces épreuves sont tirées sur une presse à bras ordinaire, ou plus commodément, plus rapidement surtout, sur de petites presses spéciales que fabriquent maintenant presque tous les constructeurs.

Nous en citerons quatre comme les plus usitées et par rang d'ancienneté.

1° La presse à cylindres mobiles de M. Boildieu, appareil aussi simple qu'ingénieux; il se compose d'un marbre en fonte d'une seule pièce, muni de deux chemins de la hauteur de la lettre, sur lesquels on fait rouler, en le prenant par les poignées, un cylindre en fonte assez pesant pour donner une impression nette.

2° La petite presse à bras de MM. Fouché frères, diminutif de la presse système Stanhope, mais beaucoup plus expéditif et beaucoup plus léger, à ce point qu'on peut au besoin la poser sur une table.



Le Laocöon, composition en filets typographiques, de M. Sixte Albert.

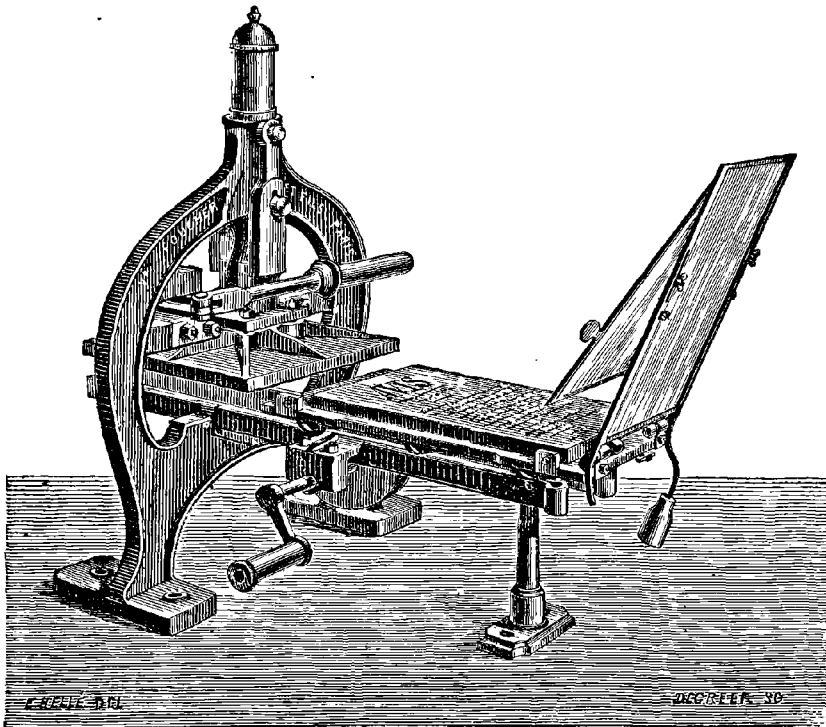
Le grand modèle de cette presse, car il y | de 48 sur 36, est fixé sur un banc au moyen
en a sur lesquelles on peut tirer des affiches | de vis.

Les mêmes constructeurs ont d'ailleurs, plus spécialement pour les épreuves, un marbre presse avec rouleau garni d'étoffes qui imprime des placards de 18 sur 24 centimètres.

3° La petite presse à épreuves, construite spécialement par MM. Pierron et Dehaître pour le service des journaux et les imprimeries où l'on dispose de peu de place.

Ce modèle, très ramassé, qu'on peut monter sur une table, sur un coin de marbre ou de bardeau, fonctionne pour le tirage des épreuves, dans nombre d'imprimeries de journaux, notamment au *Figaro*, au *Petit Journal*, à l'*Estafette*, au *Gaulois*, etc.

Il va sans dire qu'il peut être employé aussi pour faire les reports, et pour les im-



Petite presse à bras de MM. Fouché frères.

pressions à petit nombre, aussi soignées que l'on veut, puisqu'on peut régler le foulage et faire une mise en train.

Et 4° La *mignonnette*, petite presse construite par M. Berthier. Comme on le voit par notre dessin, le mécanisme en est des plus simples, il se compose d'un marbre supportant un châssis sur lequel on met la composition et d'une platine, garnie d'une étoffe qu'on appelle *blanchet*.

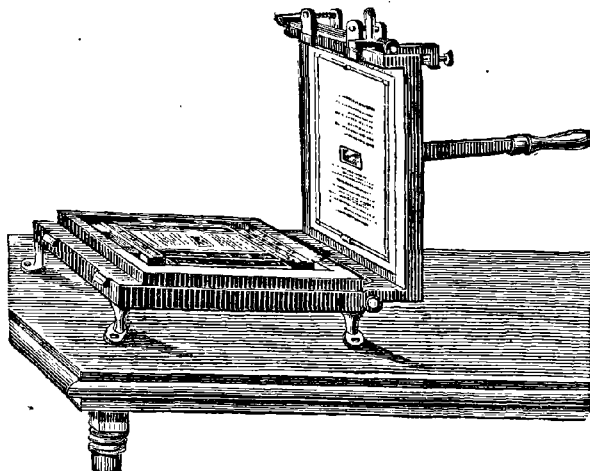
Pour imprimer il suffit d'abaisser la platine jusqu'à ce que les deux crochets aient

fermé la presse, dont on règle la pression au moyen d'un levier.

Comme toutes les presses à bras, du reste, la *mignonnette* est pourvue d'un cadre en fer, qu'on appelle *frisquette* et qui, placé sur le blanchet, sert à maintenir le papier au moment où l'on abat la platine, et à le ramener quand l'impression est faite.

Nous entrerons dans plus de détails lorsque nous parlerons des presses et du tirage, pour le moment nous n'en sommes encore qu'aux épreuves.

Disons maintenant que ce système de tirage d'épreuves par des pressiers n'est en usage que pour les labeurs; car pour le journal qui demande la plus grande célérité, sitôt qu'un fragment de copie est terminé, le compositeur en tire lui-même, à la



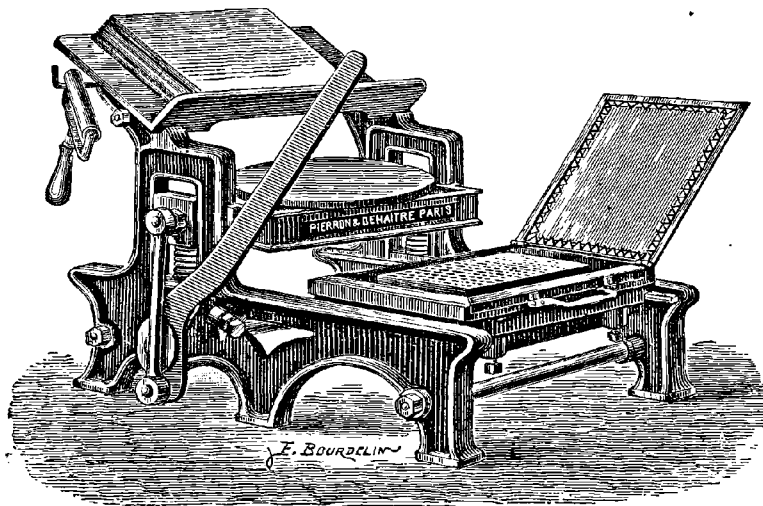
La *Mignonette*, presse à épreuves de M. Berthier.

brosse, une épreuve qu'il remet au *metteur*, lequel, après l'avoir réunie dans son ordre aux autres paquets du même article, la fait passer aux correcteurs en première, qui renvoient les épreuves après avoir indiqué

dessus, au moyen de signes conventionnels, les fautes typographiques et grammaticales à réparer.

LA CORRECTION

Le tableau que nous reproduisons ci-con-



Presse à épreuves de MM. Pierron et Dehaultre.

tre du protocole des corrections adopté dans toutes les imprimeries, donnera une idée de la diversité des corrections; diversité

qui s'explique d'autant mieux que l'ouvrier levant sa lettre avec la plus grande rapidité, puisque son salaire est proportionné au

La première idée de Gutenberg fut de faire en grand ce que faisaient en petit les faiseurs d'images, vulgairement appelés *tailleurs de bois*; c'est-à-dire de graver sur des planches de bois et à rebours, les lettres, les mots et les phrases d'un discours suivi; chose qui, comme je l'ai dit plus haut, était pratiquée depuis longtemps en Chine et au Japon. Mais ces expériences furent malheureusement sans succès valable; ce genre d'impression employait un temps considérable à exécuter, on n'en pouvait tirer qu'un travail imparfait et grossier, pouvant à peine rivaliser avec le genre d'exécution des anciens livres manuscrits. Le seul avantage que l'on pouvait retirer de ces planches, avantage déjà assez grand, il est vrai, était de pouvoir imprimer un nombre d'exemplaires indéfini. Mais les fautes de texte, comment pouvait-on les corriger? De plus, chaque planche ne pouvait servir que pour une seule page, et, conséquemment, pour un seul livre; et la sécheresse ou l'humidité les détériorait de manière que souvent, à peine gravées elles pouvaient plus servir.

Il dépensa ainsi tout son bien en essais infructueux et sans avoir pu réduire à pratique cette précieuse théorie, ce qui le détermina à confier son secret à quelques bourgeois de Mayence qui l'aiderent d'argent, et dont l'un d'eux, Jean Fust, originaire d'Aschaffembourg, l'aida beaucoup dans l'avancement de cet art.

SIGNES
de
CORRECTION

EXPLICATION DES SIGNES

ÉPREUVE CORRIGÉE

NOTICE SUR GUTTENBERG

33

Supprimez une lettre en rapprochant.
 _____ en écartant.
 Mettez en italique.
 Supprimez une lettre.
 _____ une ligne.
 Retournez.
 Transposez une lettre.
 _____ un mot.
 Écartez les deux mots.
 _____ lignes.
 Rapprochez les lettres du même mot.
 _____ les deux lignes.
 Alignez.
 Nettoyez.
 Changez.
 Intercalez.
 Changez des lettres manuscrites.
 _____ d'un autre et l.
 Abaissez des espaces.
 _____ des lettres.
 Intercalez un mot.

Faites un aligné.
 Supprimez l'aligné.
 Remaniez.
 Grandes et petites capitales.

La première idée de Gutenberg fut de faire en grand ce que faisaient en petit les faiseurs d'images, vulgairement appelés *tailleurs de bois*; c'est-à-dire de graver sur des planches de bois et à rebours, les lettres, les mots et les phrases d'un discours suivi; chose qui, comme je l'ai dit plus haut, était pratiquée depuis longtemps en Chine et au Japon. Mais ces expériences furent malheureusement sans succès valable; ce genre d'impression employait un temps considérable à exécuter, on n'en pouvait tirer qu'un travail imparfait et grossier, pouvant à peine rivaliser avec le genre d'exécution des anciens livres manuscrits. Le seul avantage que l'on pouvait retirer de ces planches, avantage déjà assez grand, il est vrai, était de pouvoir imprimer un nombre d'exemplaires indéfini. Mais les fautes de texte, comment pouvait-on les corriger? De plus, chaque planche ne pouvait servir que pour une seule page, et, conséquemment, pour un seul livre; et la sécheresse ou l'humidité les détériorait de manière que souvent, à peine gravées, elles ne pouvaient plus servir.

Il dépensa ainsi tout son bien en essais infructueux et sans avoir pu réduire à pratique cette précieuse théorie, ce qui le détermina à confier son secret à quelques bourgeois de Mayence qui l'aiderent d'argent, et dont l'un d'eux, Jean Fust, originaire d'Aschaffembourg, l'aida beaucoup dans l'avancement de cet art.

travail qu'il accomplit, il en résulte, à moins d'une habileté exceptionnelle, des fautes de toute nature, comme lettres substituées, qu'on appelle des *coquilles*, lettres ou mots à retourner, lignes oubliées (*bourdons*), doubles emplois (*doublons*), petites ou grandes capitales oubliées, mots à mettre en italique, mots à séparer ou à rapprocher, lettres d'un autre œil à remplacer, et bien d'autres, ainsi qu'on le verra par le protocole.

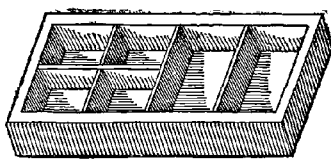
Chaque compositeur corrige lui-même les paquets qu'il a composés. Ce travail se fait sur la galée, ou chaque paquet est remplacé, au moyen d'une petite pince avec



Pince pour la correction.

laquelle on extrait du bloc les caractères qui doivent être remplacés par d'autres. Cette correction faite, l'ouvrier donne une nouvelle épreuve qu'on appelle épreuve en seconde et n'a plus à s'occuper de son paquet; il sera corrigé de nouveau, par des ouvriers spéciaux qui prennent le nom de *corrigeurs* et qui travaillent, comme on dit, à la conscience, c'est-à-dire à l'heure ou à la journée.

Comme outils spéciaux le correcteur a, soit une galée à pieds sur laquelle il dépose



Boîte à corrections.

d'avance toutes les lettres nouvelles qui doivent entrer dans les corrections à faire, soit une espèce de casseau appelé boîte à correction, qui est infiniment plus commode, surtout quand il s'agit d'aller corriger à la presse.

La nouvelle épreuve, avant d'être revue

par le correcteur en seconde, est envoyée à l'auteur pour qu'il y fasse les remaniements qu'il juge à propos, le correcteur la relit ensuite et la fait passer aux *corrigeurs*.

Cette deuxième correction terminée, le *metteur* peut s'occuper de sa mise en page.

Déjà, s'il s'agit d'un journal et nous en parlerons d'abord comme du travail, sinon le plus délicat, du moins le plus difficile, puisqu'il doit être exécuté rapidement; déjà il a préparé ses interlignes, coupé ses filets, composé ses titres, et sitôt qu'il a pu rassembler tous ses paquets, il commence à mettre en pages.

LA MISE EN PAGES

Cette opération, souvent laborieuse, est toujours intelligente; l'habitude, la routine du métier y seraient complètement insuffisantes, il y faut presque toujours de l'art; car il n'est pas aussi facile qu'on pourrait croire de donner de l'*œil* à un titre, de l'air à une page et de la grâce à tout l'ensemble; aussi les metteurs en page sont-ils des ouvriers d'élite.

Le matériel du metteur est très multiple, car comme chef d'équipe il est appelé à toucher à peu près à tout; outillé pour composer aussi bien que pour corriger, il se tient devant une espèce d'établi assez spacieux pour qu'il y puisse mouvoir à l'aise les différents paquets qu'il doit rassembler et qu'on appelle encore *marbre*, bien qu'il soit aujourd'hui recouvert d'une plaque de fonte, aussi polie mais plus résistante que ne l'était autrefois le marbre.

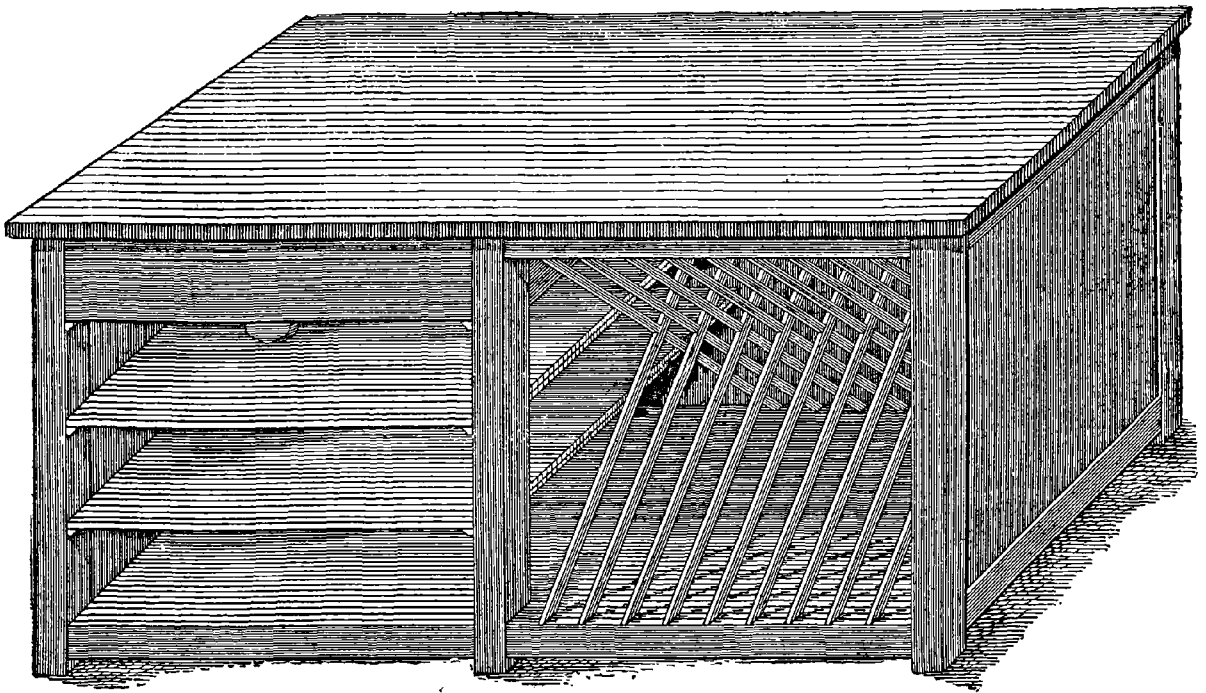
Le dessous de ces établis peut être plein, puisque l'ouvrier travaille debout; on l'utilise de différentes façons, soit en bardeaux où se place la réserve des caractères, soit en tiroirs pour les petits outils, coins et garnitures, soit en tablettes fixes, où l'on range provisoirement les paquets qui ne doivent pas servir sur-le-champ, soit en tablettes mobiles qu'on appelle des *ais*, qui reçoivent les paquets à distribuer, soit en porte-formes.

Il y en a même qui servent à la fois aux divers usages, et ce sont les plus commodes de tous. Celui dont nous donnons un dessin est fabriqué par MM. Fouché frères; il a un tiroir, trois rangs d'ais et des X (c'est ainsi qu'on appelle les porte-formes) pour contenir des formes.

A portée de son marbre, le metteur en pages a divers instruments qui servent aussi aux ouvriers de la conscience, savoir: le coupoir aux interlignes, car bien qu'il en

ait toujours d'avance une certaine quantité, disposées symétriquement dans une casse spéciale, il n'en a jamais assez; soit pour séparer ses articles, soit pour jeter du blanc dans ses colonnes, de façon à ce que toujours elles commencent et finissent par une ligne pleine.

Il y a de nombreuses sortes de coupoirs soit pour interlignes, soit pour filets; rien que chez M. Berthier nous en trouvons une dizaine, nous en citerons trois seu-



Pied de marbre mixte de MM. Fouché frères.

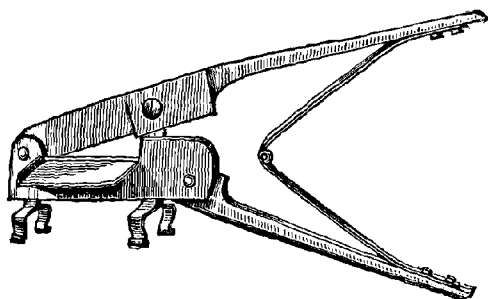
lement qui se recommandent chacun de leur façon.

Il y a la cisaille-coupoir, plus spécialement destinée aux ouvriers compositeurs, auxquels elle évite de se déranger pour couper leurs interlignes sur la justification nécessaire, car on peut l'installer sur la casse même, où elle fonctionne exactement comme de grands ciseaux, et elle tranche les interlignes à la longueur voulue que

l'on peut déterminer, en justifiant d'avance le plateau récepteur.

Il y a le coupoir perfectionné, composé comme le coupoir ordinaire, du reste, de deux parties: une petite presse à levier et un plateau installé comme un composteur et qui se justifie de la même façon.

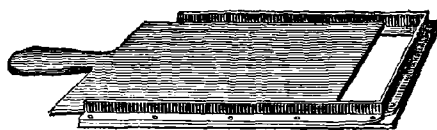
Seulement le coupoir perfectionné est muni à la fois d'un coupe-espaces et de deux lames, l'une destinée à couper les



Cisaille-coupoir pour interlignes.

interlignes ou filets en matière de composition, et l'autre les filets en cuivre, qui sont plus généralement employés maintenant, parce que leur durée est infiniment plus considérable.

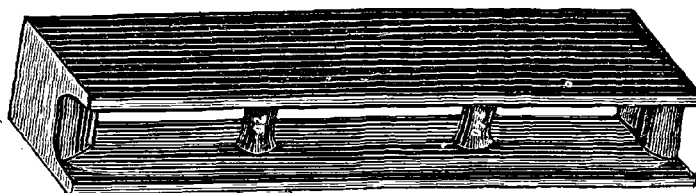
Il y a le nouveau coupoir biseautier, qui



Galée à fond mobile.

est un perfectionnement du coupoir à cadran, employé partout pour couper les filets de cadre avec un biseau très régulier, de façon à ce qu'ils s'ajustent exactement et à angles droits.

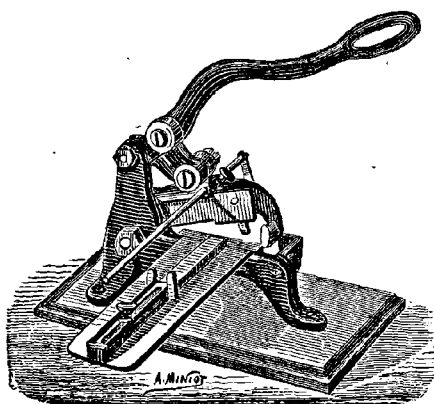
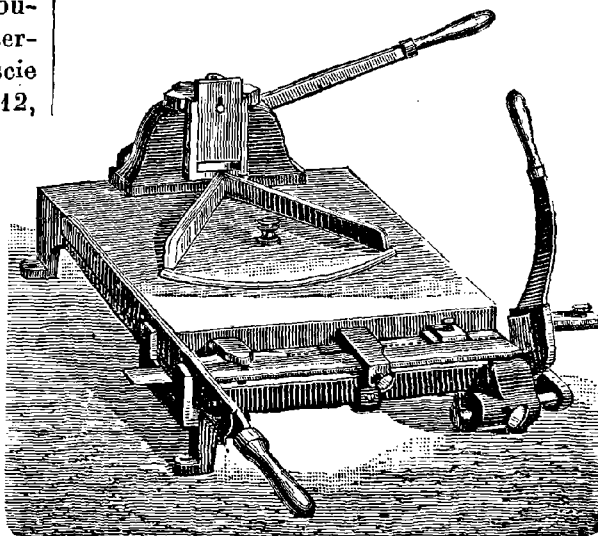
Car il se compose non seulement d'un



Garniture.

coupoir à cadran dont le levier se relève de lui-même, au moyen d'un ressort, ce qui diminue de beaucoup la fatigue de l'ouvrier, mais encore d'un coupoir à interlignes à l'arrière et, sur le côté, d'une scie assez puissante pour couper les filets de 12,

18 et même de 24 points, aussi bien en matière qu'en zinc et cuivre.

Coupoir perfectionné de M. Berthier.
Liv. 94.

Nouveau coupoir biseautier de M. Berthier.

Naturellement, cette scie peut couper aussi les réglées en bois, dont on se sert surtout pour garnir les pages encadrées, blanchir les titres, et aussi pour justifier les tableaux et ce qu'on appelle les travaux de ville, mais il y a pour cela un instrument beaucoup plus simple et dont notre dessin, emprunté au catalogue de MM. Fouché, expliquera suffisamment le fonctionnement.

Tout ceci sous la main, le metteur dispose ses colonnes; quelquefois, surtout lorsqu'il s'agit de grands journaux quotidiens, en rangeant ses paquets à nu sur le marbre, après les avoir mouillés un peu avec une éponge humide, pour que les milliers de parties qui les composent ne se désagrègent pas; mais le plus souvent sur une galée à coulisse assez grande pour recevoir la page, et munie d'un premier fond en métal, très mince, qu'il suffit de retirer brusquement de sous la composition, liée de cinq ou six tours de ficelle, pour que celle-ci prenne sa place sur le marbre.

Il y a même des galées plus commodes encore, ce sont celles à fond mobile, dont l'emploi s'explique d'ailleurs facilement.

Chaque page liée séparément, on en fait une épreuve qu'on appelle *morasse*, qui passe sous les yeux du rédacteur en chef du journal, lequel indique ses dernières corrections, et la renvoie avec le bon à tirer, ou avec le bon à cliché, si le journal ne doit pas être tiré sur le *mobile*, ce qui est aujourd'hui le cas le plus ordinaire.

S'il s'agit d'un livre, les opérations de la mise en pages sont les mêmes, si ce n'est qu'on les fait plus à loisir et qu'on n'envoie à l'auteur que les épreuves en feuilles.

S'il s'agit de têtes de lettres, prospectus, factures, impressions industrielles, tableaux et en général de tout ce qu'on appelle travaux de ville et qui sont quelquefois de véritables travaux d'art, la mise en page

est plus laborieuse, on le comprend du reste d'après les détails que nous avons donnés sur ce genre de travaux.

L'IMPOSITION

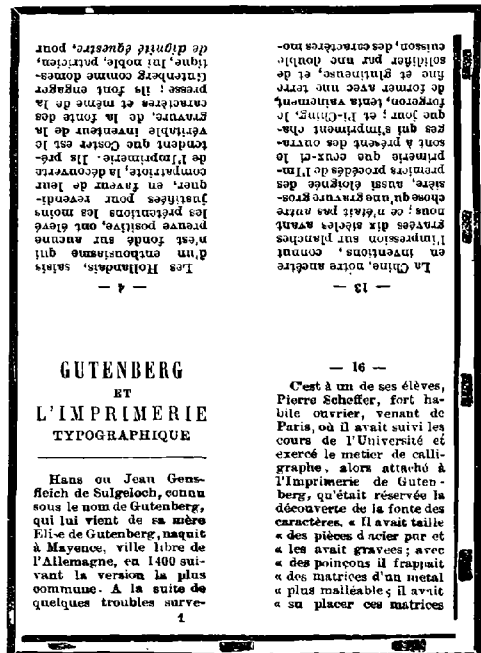
La mise en pages terminée, il reste à imposer, c'est-à-dire à placer les pages dans la position où elles doivent être fixées dans les châssis, qu'on appelle *formes* (par la même raison qu'on nomme *format* la grandeur et la subdivision des pages dans une feuille d'impression), de façon à ce que le papier une fois plié, les folios se suivent dans leur ordre naturel.

Le papier étant imprimé des deux côtés, il faut naturellement deux formes, l'une appelée côté de première (recto) et l'autre côté de seconde (verso).

Les formats sont assez nombreux; les plus usités sont:

<i>L'in-folio</i> , qui fait	4 pages
<i>L'in-quarto</i>	— 8 pages
<i>L'in-octavo</i>	— 16 pages
<i>L'in-douze</i>	— 24 pages
<i>L'in-seize</i>	— 32 pages
<i>L'in-dix-huit</i>	— 36 pages

Pour l'*in-folio* qui est le format des grands



journaux et des couvertures, l'imposition se fait de la façon suivante :

CÔTÉ DE PREMIÈRE		CÔTÉ DE SECONDE	
1	4	3	2

L'in-quarto, qui est l'in-folio plié en deux, s'impose ainsi :

CÔTÉ DE PREMIÈRE		CÔTÉ DE SECONDE	
7	8	9	6
1	8	7	2

L'in-octavo est la feuille de papier plié en quatre.

CÔTÉ DE PREMIÈRE				CÔTÉ DE SECONDE			
8	9	12	6	9	11	10	1
1	16	13	4	3	14	15	2

L'in-douze, s'obtient en pliant d'abord en trois la feuille de papier de sa hauteur et ensuite en deux dans sa largeur.

CÔTÉ DE PREMIÈRE				CÔTÉ DE SECONDE			
12	13	16	6	10	15	11	11
8	11	10	5	9	11	11	1
1	21	21	4	3	22	23	2

L'in-seize, qui est la feuille de papier pliée en huit, s'impose ainsi :

CÔTÉ DE PREMIÈRE				CÔTÉ DE SECONDE			
7	29	22	5	9	27	30	3
13	20	21	12	11	22	19	14
16	11	22	6	10	23	18	11
1	32	25	8	7	26	31	2

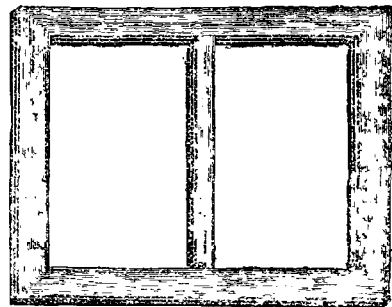
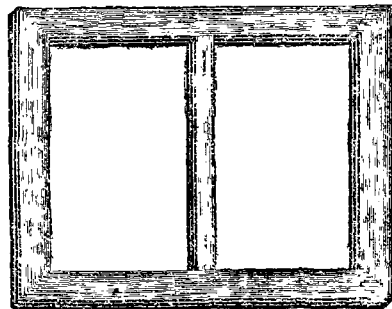
L'in-dix-huit, très usité maintenant pour les romans, s'obtient en deux cahiers, l'un de 24 pages, et le second de 12 pages; en somme c'est une feuille et demie d'in-douze. et c'est pourquoi nous ne donnons l'imposition que du carton; c'est le nom qu'on

donne aux portions de feuilles intercalées dans une brochure ou dans un livre.

CÔTÉ DE PREMIÈRE		CÔTÉ DE SECONDE	
27	67	10	13
28	33	14	17
25	36	35	26

Les pages imposées et séparées par des garnitures, qui donneront le blanc des marges, on entoure l'ensemble de châssis, qui sont naturellement plus grands; puisque la feuille doit être fixée dedans, au moyen de coins que l'on force de façon à pouvoir transporter la forme sans qu'aucun des caractères ne bouge, autrement on ferait ce qu'on appelle de la *pâte*, accident désagréable qui oblige quelquefois à recommencer tout ou partie de la composition.

Ces châssis, dont il faut toujours deux



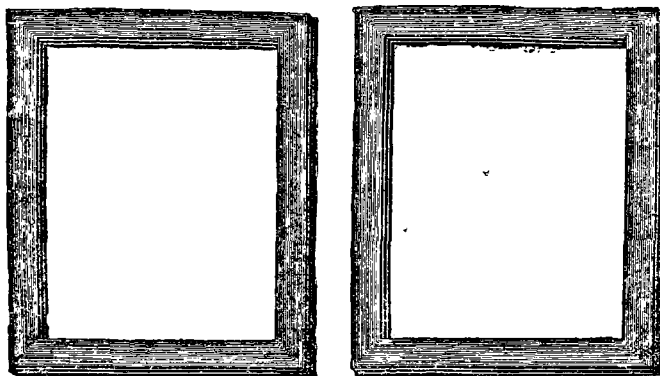
pour composer l'ensemble d'une forme, et pour cela ils sont à feuillure, de façon à s'emboîter l'un sur l'autre quand on les place sous la presse, sont de deux sortes.

Il y a les châssis proprement dits, plus spécialement affectés aux labours, dont les pages moins grandes ont besoin d'être soutenues par une séparation médiane.

Et les ramettes, employées surtout pour

les journaux, qui ne diffèrent d'ailleurs des châssis qu'en ce qu'elles n'ont pas de séparation au milieu.

Pour les travaux de ville, que l'on tire presque toujours maintenant sur des ma-



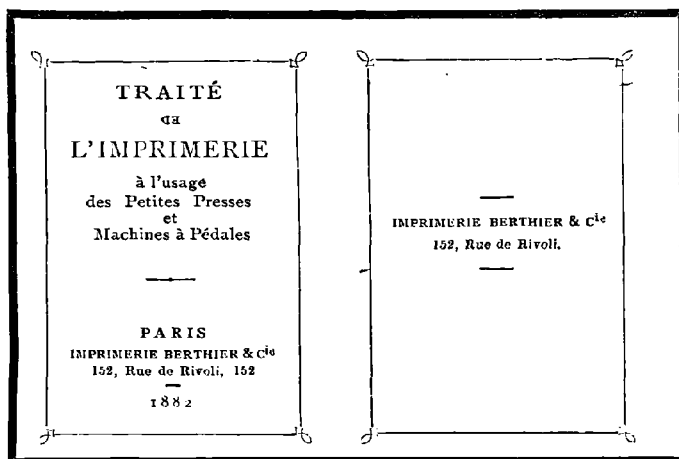
Ramettes de MM. Fouché frères.

chines à pédales ou à platine, ils sont imposés soit dans des châssis spéciaux, si l'on en a plusieurs à tirer à la fois, soit dans des ramettes de petites dimensions quand on ne peut tirer qu'une chose à la fois.

Le système des coins en bois, que l'on

chasse au marteau pour consolider les formes, remonte à l'invention de l'imprimerie et naturellement on y a apporté des perfectionnements; chaque constructeur a en quelque sorte son système.

Nous en citerons trois, avec gravures expli-



Imposition d'une couverture.

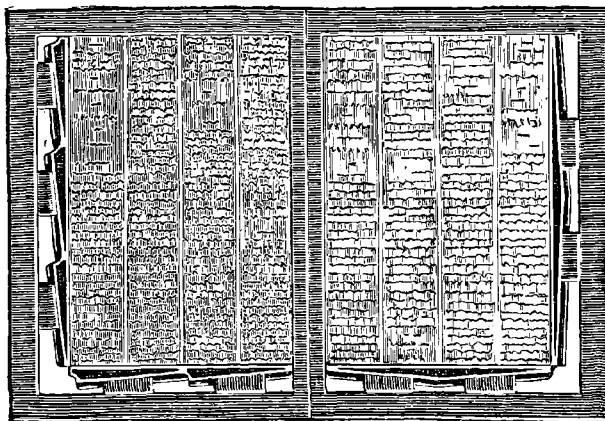
catives, parce qu'ils sont les plus usités.

Dans le système Fouché les formes sont serrées avec le décognoir en acier, au moyen de biseaux à rainures qui peuvent s'adapter

soit en dos d'âne, soit symétriquement avec autant de solidité d'une façon que de l'autre; puisque chaque biseau est muni d'un coin en fer qui en fait partie intégrante, c'est ce

coin qu'il s'agit de chasser avec le décognoir jusqu'à ce que la matière ne fasse qu'un tout avec les châssis.

Dans le système Marinoni ce sont aussi des biseaux qui s'appliquent sur les formes, mais ils sont munis extérieurement de cré-



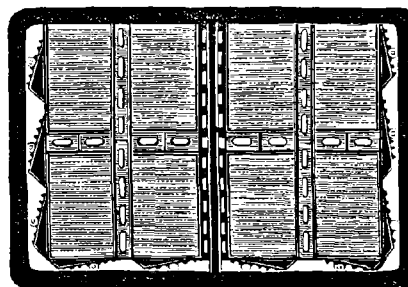
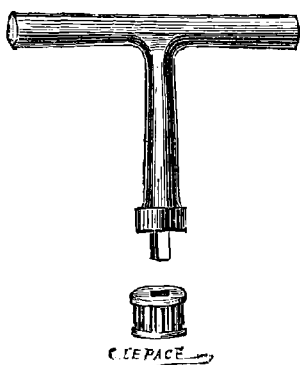
Serrage des formes (système Fouché).

maillères sur lesquelles des espèces de poulies à engrenage sont tournées au moyen d'une clef.

Le système Berthier consiste en coins mécaniques triangulaires, qui se placent l'un sur l'autre et en sens inverse et s'écartent à tant qu'il est besoin, pour le serrage de la forme, par le moyen d'une clef dentée qui s'introduit entre les dents ménagées le

long de la partie intérieure des coins, de façon à ce qu'ils soient forcément chassés par le mouvement de la clé.

Les formes imposées on fait à la presse à bras une troisième épreuve, qu'on appelle précisément la *tierce*, sur laquelle on vérifie



Serrage des formes (système Marinoni).

si toutes les corrections du bon à tirer ont été exécutées, et l'on répare les fautes qui ont pu se produire pendant la manipulation.

C'est généralement le prote qui se charge de ce travail, excepté dans les imprimeries où il y a un grand nombre de presses fonc-

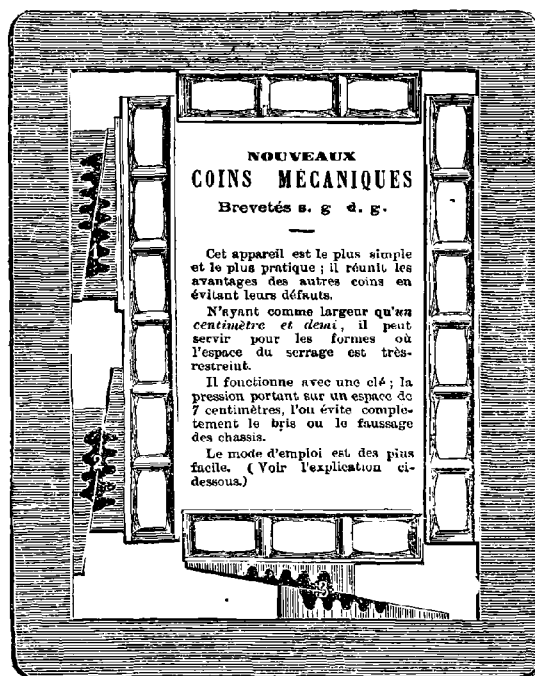
tionnant toute la journée, quelquefois même la nuit, où il y a un correcteur spécial pour les *tierces* et les *révisions*, dont nous parlerons tout à l'heure.

La forme est desserrée, corrigée, puis resserrée ; elle peut descendre soit aux machines, si l'on tire sur le mobile, ce qui a lieu généralement pour les labours ; soit à la clicherie, si l'on tire sur clichés, ce qui se fait pour presque tous les journaux.

LE CLICHAGE

Le clichage est né de la stéréotypie, que M. Didot inventa pour pouvoir faire des réimpressions à bon marché, sans être obligé d'immobiliser du caractère en conservant les compositions.

On donne en général le nom de clichage à toute opération ayant pour but de reproduire un objet plan au moyen d'une empreinte



Serrage des formes (système Berthier).

dans laquelle on coule un métal fusible. Pour avoir un cliché typographique, il faut donc commencer par prendre les empreintes.

Il y a pour cela deux procédés, celui au plâtre et celui au papier ; ce dernier étant le plus usité, c'est celui que nous décrirons.

L'ouvrier a préparé ses *flans* ; on appelle ainsi la réunion des feuilles de papier qui serviront de moule, savoir : une feuille de bon papier fort, une couche de colle de pâte additionnée de blanc d'Espagne, réduit en

poudre, une feuille de papier sans colle, une couche de colle et, alternativement, quatre autres feuilles de papier de soie et trois couches de colle.

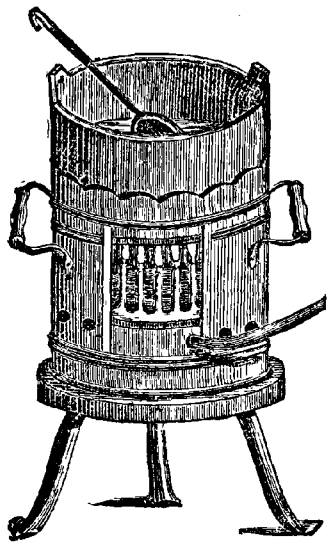
Le papier de soie est employé pour donner plus de finesse et de souplesse au flan, et c'est le côté de ce papier qui touche à l'œil de la lettre, quand on prend l'empreinte.

Cela constitue le *flan*, qui se pose encore un peu humide sur la forme, après qu'on a promené à coup de marteau sur les ca-

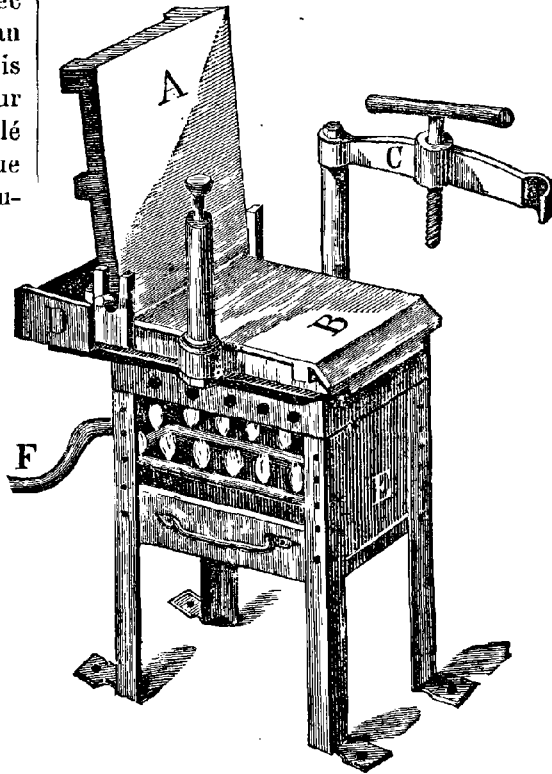
ractères un morceau de bois plat appelé *taquoir*, de façon à ce que toutes les lettres soient au même plan.

Alors on commence son empreinte avec la brosse à mouler dont on frappe le flan jusqu'à ce qu'il paraisse prêt à percer, puis on étend sur le flan une couche de pâte sur laquelle on place une feuille de papier collé et l'on recommence à frapper jusqu'à ce que l'empreinte soit assez profonde; alors nou-

velle couche de pâte, nouvelle feuille de papier, pour passer le tout au taquoir; après quoi on place sur son empreinte deux



Fourneau pour la fonte du métal.



Fourneau portant la presse à mouler et à sécher.

CLICHERIE GUTENBERG.

molletons et on la met en presse pour la faire sécher sous une presse chauffée aussi fortement que possible, sans atteindre cependant le nombre de degrés où le plomb est fusible, car on fondrait les caractères.

Une fois sèche, l'empreinte, qui est devenue un moule, est chauffée jusqu'à ce qu'elle brûle les doigts et placée dans une boîte en fonte, formée par deux plaques, qui constitue le moule, dans lequel on n'a plus qu'à verser le métal, mis en fusion pendant les opérations préliminaires, pour obtenir un cliché.

Pour les journaux, qui tirent sur des machines express où la composition doit

être cylindrique, l'opération est la même, seulement le moule, au lieu d'être plat, a des formes cintrées qui permettent aux différentes parties du cliché de recouvrir exactement le cylindre de la presse.

Le matériel d'une clicherie, d'ailleurs peu considérable, est simplifié encore par un nouveau système de M. Boëldieu, qui réunit en un seul appareil : la bassine à faire bouillir le métal, la table à prendre les empreintes, qu'on appelle le marbre à mouler, la presse à les sécher, et le four à les chauffer.

Il y a encore quelque chose de plus simple, la clicherie modèle des usines Gutenberg qui vise surtout les petites imprimeries de province où, le clichage n'étant pas permanent,

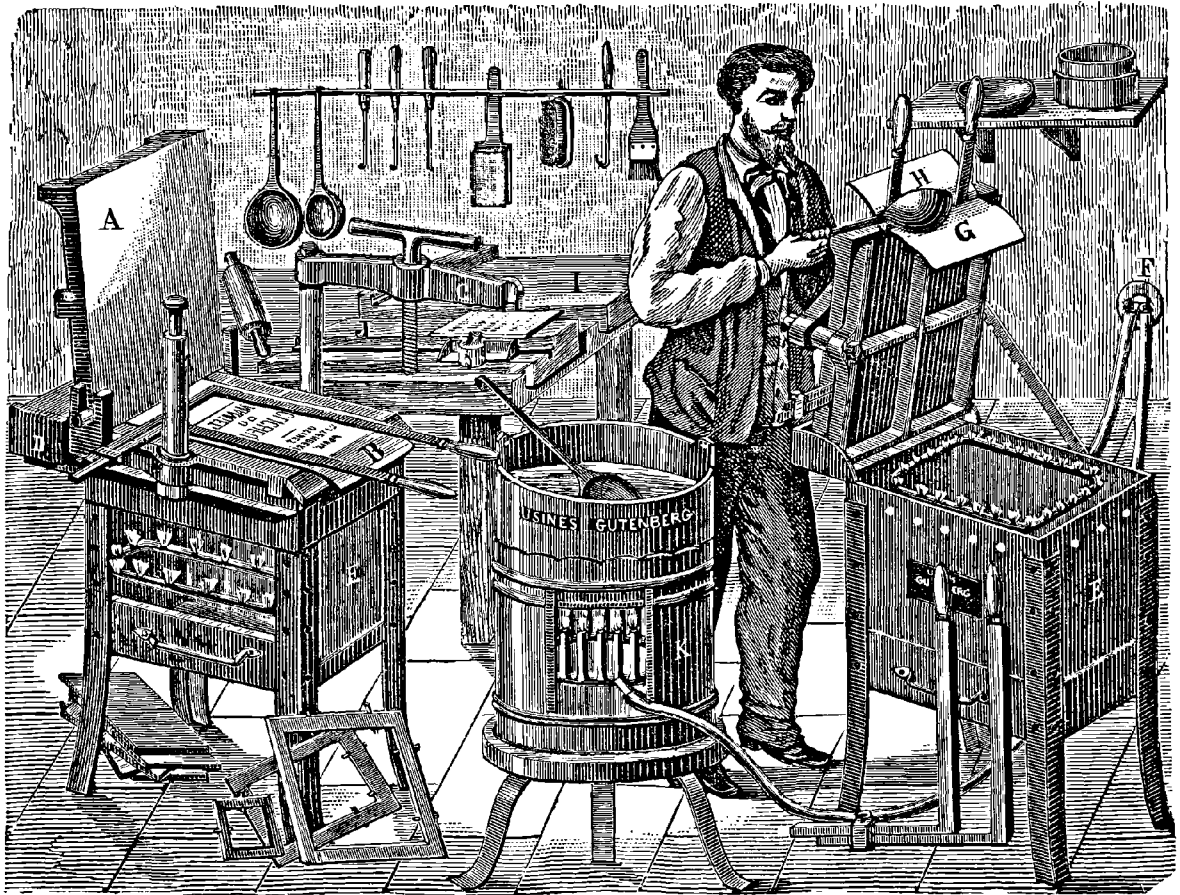
on ne saurait s'embarasser d'un outillage encombrant et dispendieux.

Là pourtant, une clicherie est indispensable ; car on n'a point la ressource de faire cliquer au dehors. L'outillage Gutenberg répond économiquement à cette nécessité, en permettant d'installer la clicherie dans un coin de l'atelier, ou dans une chambre

très exigüe, ainsi qu'on peut en juger par notre gravure d'ensemble, ce qui ne l'empêche pas d'être très complet.

Voici, du reste, les appareils qui la composent, en dehors des outils nécessaires, dans tous les cas.

Une presse à mouler, à sécher et à fondre indiquée par la lettre C, adaptée sur un four-



Clicherie modèle des usines Gutenberg (outillage complet).

neau carré E, se chauffant à la houille, au coke, ou aux essences minérales, mais plus économiquement au gaz, car la combustion, alimentée par l'air, s'opère uniformément sans déperdition de calorique.

Un fourneau à fondre K, chauffé comme le précédent, ce qui est si expéditif, qu'en 20 minutes on peut obtenir une quantité de

matière en fusion suffisante pour cliquer quatre pages in-quarto ; c'est-à-dire en moins de temps qu'il n'en faut pour allumer et mettre en train un fourneau de clicherie ordinaire.

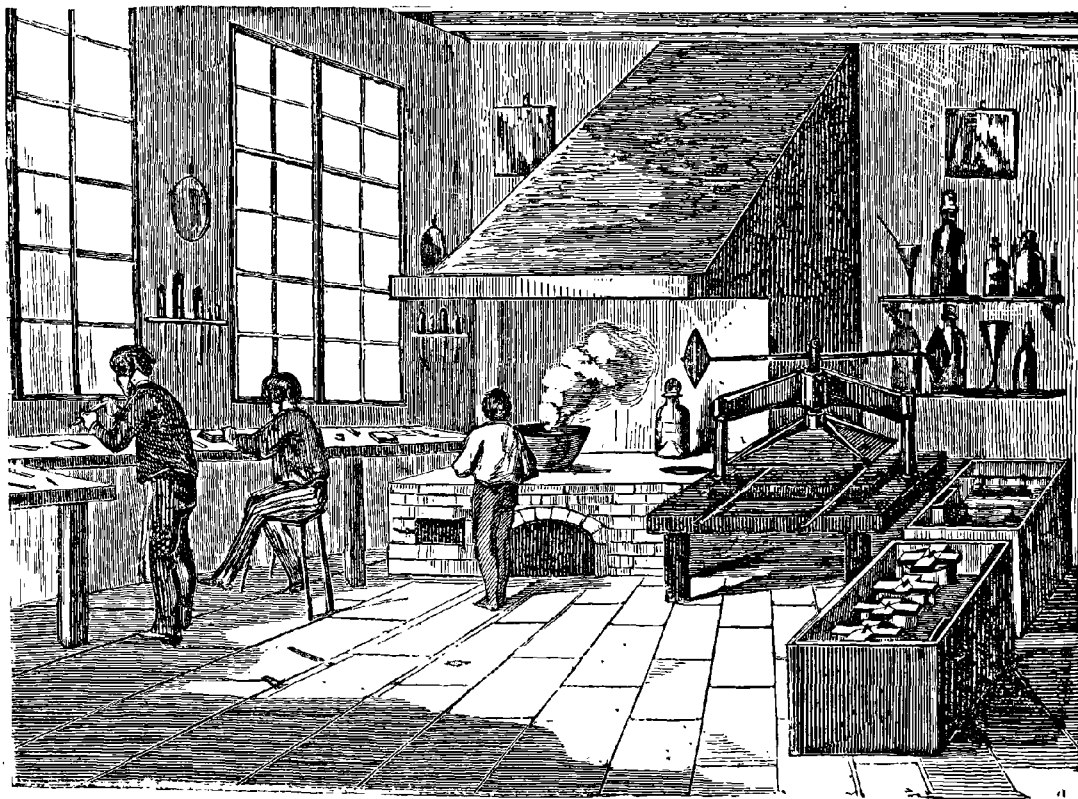
Ce fourneau est monté sur trois pieds, et muni de deux anses à l'aide desquelles on peut le transporter d'un endroit à un autre.

La grille est disposée de façon à brûler toute espèce de combustible, pour le cas où le gaz ferait défaut.

Avec ce système on opère comme avec les autres, seulement, on prépare plus généralement les *flans* à la pâte anglaise, substance toute préparée et non fermentescible, qui remplace avantageusement le mélange de colle et de blanc d'Espagne qu'il faut avoir

fait au moins 48 heures à l'avance; et qui se gâte quand on ne l'emploie pas en temps convenable.

L'empreinte bien prise, on met la forme sur la presse à sécher (plaque B), on place dessus deux molletons bien secs, chauffés même, de préférence, puis on descend la platine B, on presse et on laisse sécher environ dix minutes.



Atelier de clichage galvanoplastique.

Le moule bien sec, on le détache de la composition et on le place sur le marbre B, où il est fixé au moyen d'une équerre, que l'on recouvre d'une feuille de papier afin d'éviter les soufflures et obtenir ainsi un cliché plus net.

A l'extrémité de l'empreinte on place une longue bande de papier, qui doit servir à la coulée du métal en fusion, on abaisse ensuite la plaque A sur la plaque B, on serre

Liv. 95.

la vis qui se trouve alors placée au centre de la barre C; ce qui a pour effet de relier les deux marbres et de ne laisser entre eux que le vide du cliché que l'on veut obtenir, vide réglé par l'épaisseur de l'équerre introduite entre les deux plaques.

Cela fait, on les relève toutes les deux par la poignée, qui se trouve placée en tête de la plaque supérieure, on place les deux carrés biseaux qui servent de conduite au

95

métal, dans le point d'intersection fourni par la rencontre des deux marbres A et B, et l'on n'a plus qu'à verser le métal en fusion, qui envahit les interstices du moule débordant en H et G.

Mais, sortant du moule, le cliché n'est pas terminé, il reste à le refroidir en le plongeant dans une cuve pleine de sable mouillé, qu'on appelle rafraîchissoir; il reste à l'échopper, à en enlever les bavures de métal, et, s'il s'agit d'un livre, à en séparer les pages au moyen de la scie circulaire.

Il faut ensuite le monter : car le cliché, n'ayant que l'épaisseur indispensable, n'est pas, comme on dit, de hauteur.

On l'y met, soit en le fixant sur des montures en bois avec des clous dont on a percé la place sur les bords ou dans les blancs du cliché, soit et plus généralement, en le montant sur des blocs, sur lesquels on le fixe par des rebords ménagés exprès, avec des griffes de métal dont il y a de nombreux modèles.

LA GALVANOPLASTIE

Le clichage dont nous venons de parler ne concerne que la matière; car pour la gravure il faut des procédés plus délicats.

On a d'ailleurs la galvanoplastie, qui donne des résultats merveilleux depuis qu'on en a perfectionné *l'électrotypie*, ensemble de procédés très pratiques qu'un ouvrier typographe de grande initiative, M. Coblenz, a introduit en France, il y a une trentaine d'années.

Les empreintes qui servent à fondre les clichés galvaniques, communément appelés *galvanos*, s'obtiennent de deux façons : à la cire ou à la gutta-percha; ce dernier procédé étant le plus usité en typographie, c'est celui dont nous parlerons.

On fait ramollir de la gutta-percha épurée en la mettant tremper dans de l'eau chauffée au bain-marie; lorsqu'elle est suffisamment malléable, on en fait une

boule que l'on aplatit à la main et que l'on pose sur la gravure, qui a été préalablement plombagée, ainsi que la gutta-percha, du côté seulement appliqué sur la gravure, car si l'on mettait de la plombagine des deux côtés, le cuivre se déposerait au dos du moule. On la pose sur un moule un peu plus grand que le cliché à obtenir, on la recouvre d'une mince feuille de zinc dont la surface est mouillée, et on place le tout sous une presse puissante, de façon à obtenir une plaque de gutta-percha suffisamment mince pour entrer dans tous les creux de la gravure, puis l'on coupe cette plaque de la dimension de la gravure qu'il s'agit de cliché.

Ensuite, pour éviter que la matière ne prenne aux doigts de l'opérateur, on plombagine des deux côtés la plaque de gutta-percha, que l'on ramollit en la faisant chauffer au-dessus d'un fourneau rempli de charbon de bois incandescent; après quoi on la pose sur la gravure, on la recouvre d'une feuille de zinc mouillée, et l'on tire son empreinte sous une presse où on la laisse 10 à 20 minutes, selon la saison, pour lui donner le temps de se refroidir. L'empreinte bien venue, on perce dans la portion de gutta-percha, qui doit déborder dans le haut, plusieurs trous; dans l'un on passera le fil conducteur de l'électricité, dans l'autre, ou dans les autres si l'empreinte est grande, on nouera des attaches qui devront la soutenir en équilibre dans le bain galvanique, où par l'action de la pile elle se couvrira en dix, vingt ou trente heures, selon l'épaisseur qu'on veut avoir, d'une mince feuille de cuivre appelée *coquille galvanisée*.

Des fils seront également répartis sur cette empreinte, pour que le dépôt de cuivre se fasse régulièrement.

C'est cette coquille qui va devenir le moule du cliché, tout en en demeurant partie intégrante, car il ne s'agit plus que de la remplir de matière; pour cela, on la

détache d'abord de l'empreinte en présentant celle-ci au-dessus d'un fourneau bien chauffé, ensuite on garnit légèrement l'œil de la gravure d'une pâte composée de blanc d'Espagne, délayé dans un peu d'eau, pour le préserver du repoussage de la presse, pendant qu'on a mis à fondre de la soudure ordinaire en baguette avec une quantité égale de plomb.

C'est avec cette matière en fusion qu'on étame la coquille, en procédant exactement comme les étameurs ordinaires; cette opération, qui n'a pour but que de faire adhérer le plomb à la coquille, terminée, on garnit de nouveau la gravure avec la pâte déjà employée, puis on coule dans la coquille une matière un peu plus douce que la fonte pour caractère, et avant qu'elle ne soit refroidie on la met sous presse, ensuite on la porte sur le tour pour lui donner l'épaisseur voulue, et on la cloue sur bois pour que le *galvano* arrive à la hauteur des caractères.

Il n'y a plus alors qu'à nettoyer le cliché, c'est-à-dire à le frotter avec une brosse pour enlever le blanc d'Espagne dont on l'a couvert par deux fois, et à l'assécher en le passant dans la sciure de bois; après quoi le *galvano* est terminé et peut supporter un tirage typographique de cent mille exemplaires et quelquefois plus.

L'IMPRESSION

Les formes serrées, soit en mobile, soit en cliché, soit à la fois en mobile et en clichés, comme il arrive pour les journaux et ouvrages illustrés, sont livrées aux imprimeurs proprement dits, et s'en vont à la machine; car, à peu d'exceptions près, tout se tire aujourd'hui sur les presses mécaniques.

On les y transporte à la main ou sur de petits chariots spéciaux si l'atelier est de plain-pied, et au moyen d'un treuil, si comme il arrive souvent à Paris où l'emplacement est imité, les machines sont au

rez-de-chaussée tandis que la composition occupe le premier et même le second étage.

Les formes arrivées, le *conducteur* (c'est ainsi que s'appelle l'ouvrier qui dirige la machine) les fixe sur la presse au moyen de coins de différents modèles.

Après quoi il s'occupe immédiatement de la mise en train.

LA MISE EN TRAIN

La mise en train, facile pour un journal quotidien qui tire sur clichés, plus délicate pour un labeur sans gravures, est une chose de première importance pour un journal ou une publication illustrée; elle peut durer de six à douze heures, selon le nombre et la finesse des gravures et l'habileté de main du conducteur.

On ne s'imagine pas les soins qu'il faut pour que le tirage donne au dessin toute sa valeur, et comme la moindre négligence de mise en train peut le dénaturer.

Il faut d'abord, pour chaque gravure, qu'on a eu la précaution de mettre de hauteur en collant dessous des feuilles de papier, faire ce qu'on appelle des découpages.

Pour cela, on a tiré à la presse à bras trois ou quatre épreuves sur papier fort: sur ces épreuves on enlève au couteau à découper et graduellement, toutes les parties blanches, ne laissant d'épaisseurs entières qu'aux endroits où il faut faire ressortir les noirs; c'est une véritable œuvre d'art.

Ces épreuves découpées, on les colle les unes sur les autres et quand elles ne font plus qu'un, on les applique sur le cylindre de la presse, au point exact où elles porteront sur la gravure, de façon à en détacher les blancs et à en accentuer, par plans, les parties foncées.

Ce point exact est trouvé par le conducteur en faisant les épreuves qui lui servent à fixer son registre, c'est-à-dire à diviser son

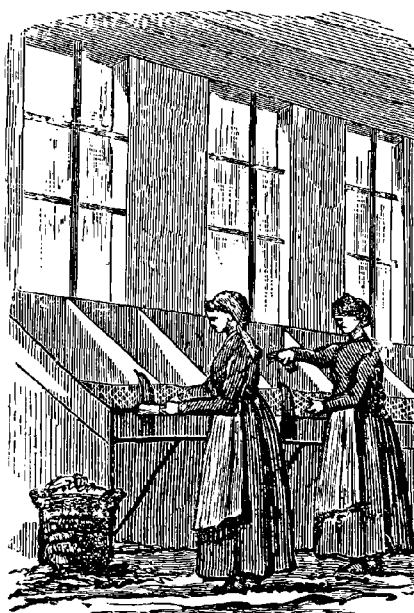
blanc autour de chaque forme, de façon à ce que le côté verso (côté de seconde) couvre exactement le côté de première.

La première des épreuves qu'il a faite ainsi est portée au correcteur en bon, c'est ce qu'on appelle la *révision*; parce qu'en effet il s'agit de revoir l'ensemble de l'ouvrage, tout en constatant qu'il n'est tombé aucune lettre pendant le transport des formes sous la presse.

Ceci est suffisant pour le texte, qui sera définitivement bon à tirer quand la *révision*

sera corrigée; mais pour les gravures, il faut encore d'autres épreuves pour juger de l'état de la mise en train et ce n'est que lorsque le conducteur est satisfait de son travail qu'il le soumet au rédacteur en chef du journal, s'il s'agit d'une publication illustrée (ou à son défaut au prote) qui indique en face de chaque gravure les modifications qu'il demande, et lorsqu'elles sont faites, donne le bon à tirer définitif sur une bonne feuille.

Alors le conducteur prononce le *roulez*



Fabrication du papier. — Le délissage

sacramentel, qui est le mot d'ordre de son équipe, et le tirage commence.

Mais avant de nous occuper des presses, nous dirons quelques mots du papier.

LE PAPIER

Le papier est l'auxiliaire le plus considérable de l'imprimerie, si considérable même qu'il absorbe presque la plus grande partie du capital engagé dans une entreprise de librairie.

Sa fabrication est des plus intéressantes,

l'espace qui nous est réservé ne nous permet pas d'entrer dans tous les détails et de suivre la matière première si variée, aujourd'hui qu'on fait du papier avec toutes sortes de choses, au milieu des nombreuses transformations qu'elle subit. Mais nous espérons satisfaire la curiosité du lecteur, en nous occupant de la fabrication du papier de chiffon.

Du reste, que ce soit le chiffon pur qu'on emploie, ou de vieux papiers, de la paille, des orties, des écorces d'arbres, de l'alpha,

plus ou moins additionnés de chiffons, il faut toujours commencer par réduire la matière en pâte.

Pour cela, beaucoup d'opérations sont nécessaires, savoir :

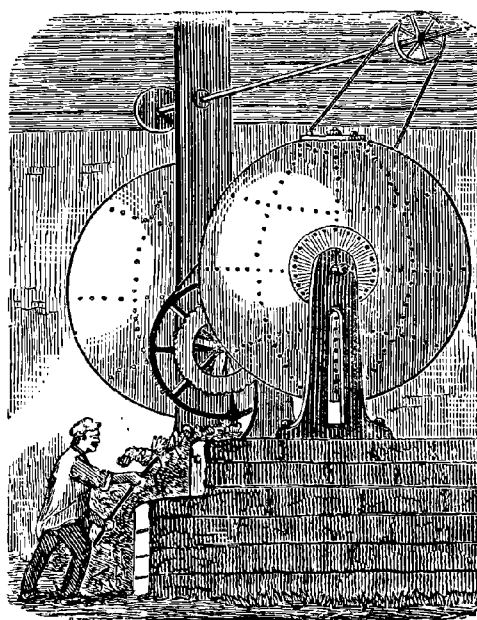
Le *triage* des chiffons, qui consiste naturellement à séparer les blancs d'avec ceux de couleur.

Les ouvrières qui accomplissent ce travail en même temps du reste que le *délissage*, qui fait maintenant partie de la même opération, sont appelées chiffonnières ; elles ont

devant elles un certain nombre de cases profondes, dans lesquelles elles répartissent les chiffons par catégories, suivant leur finesse, leur couleur et leur degré d'usure.

Les deux premières cases sont recouvertes d'un grillage en fer, qui retient les boutons, les œillets de corsets restés après l'étoffe, qu'elles en détachent, du reste, en coupant les parties qui les portent sur une lame de faux, fixée verticalement à l'avant de chaque établi.

Cette lame de faux sert au délissage pro-



Fabrication du papier. — Le lessivage.

prement dit, qui consiste à réduire les chiffons en morceaux les plus petits possibles et à en couper les ourlets, les galons et les parties brodées, s'il y en a.

Le délissage se fait aussi à l'aide de coupeuses mécaniques, qui hachent en petits morceaux les chiffons conduits par une toile sans fin entre deux cylindres cannelés, qui les dirigent ensuite entre une lame fixe et deux lames aussi tranchantes, montées sur un arbre tournant.

Le *blutage* est l'opération qui suit ; elle

a pour objet de débarrasser du plus gros des matières étrangères, les chiffons placés dans un bluteur garni de lames en hélices, qui tournent avec une vitesse de 15 à 20 rotations par minute.

Sortis de là, les chiffons qui n'ont pas été délissés par les coupeuses mécaniques vont au *coupage* qui s'opère par de petites machines cylindriques armées de couteaux.

Puis au *lessivage*, dans des cuiviers à circulation continue ou intermittente, où on les jette pour rester de quatre à six heures,

ayant été humectés avec de l'eau tiède.

Ces cuiviers sont de forme sphérique et contiennent environ mille kilogrammes de matières, avec lesquelles on introduit un lait de chaux préparé avec les plus grandes précautions; l'ensemble doit remplir la cuve aux trois quarts, de façon que le brassage des chiffons opéré par une large palette en tôle, soit facile et régulier.

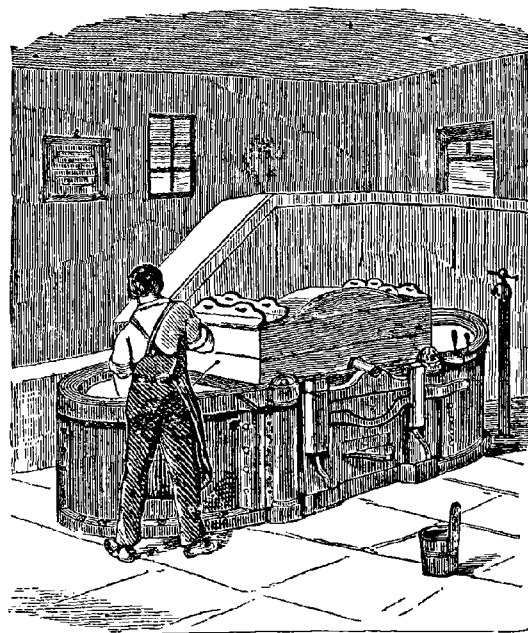
On rend, d'ailleurs, le nettoyage plus énergique par l'introduction d'un courant de vapeur d'eau, dont la tension atmosphé-

rique varie selon la nature des matières à traiter.

Le *rinçage* est le complément de cette opération, et se fait, du reste, dans les mêmes cuiviers, où l'on a remplacé la lessive par de l'eau claire.

Ensuite les chiffons sont égouttés dans des caisses percées de trous, puis passent à l'*efflochage*, qui se fait dans de grandes caisses en fonte qu'on appelle piles *efflocheuses* ou *défileuses*.

Ces caisses, doublées de cuivre rouge,



Fabrication du papier. Les piles défileuses.

de zinc ou de plomb, et se terminant à chaque bout par un demi-cylindre, sont divisées en deux parties par un diaphragme vertical, qui porte d'un côté un cylindre armé de lames, lequel, dans son mouvement de rotation très rapide, force le chiffon à passer et repasser entre ses lames, et une platine en fonte également garnie de lames, qui se trouve au-dessous du cylindre.

Cette trituration se faisant dans l'eau, puisque chaque pile contient environ 1,200 litres d'eau pour 40 kilogrammes de chiffons,

on obtient, non pas seulement de la charpie, mais une demi-pâte qu'on appelle *défilé*, parce qu'en effet le travail de la machine a pour but de détruire l'entrelacement des fils du chiffon et de les détordre sans les déchirer, de façon à paralléliser les fibres qui les constituent.

Ce système a remplacé le pourrissage; il sera lui-même, et l'est déjà dans quelques usines, remplacé par une machine américaine appelée *pulp engine*, et qui triture le chiffon au moyen de trois meules verti-

cales, celle du milieu immobile et les deux autres tournant en sens inverse avec une vitesse de 200 tours par minute.

Le *défilé* obtenu, on le sépare de l'eau qui a servi à le faire et on l'égoutte soit sur des caisses garnies de châssis en toile métallique, soit au moyen d'une presse qui, en vingt minutes, réduit une pilée en une sorte de pain. Ce système est le plus employé, comme le plus expéditif et le plus propre, car la matière est moins exposée à se salir en pain qu'en vrac dans des caisses.

Il s'agit maintenant de blanchir le *défilé*. Ce qu'on fait, soit avec le chlore gazeux, qu'on fait agir dans de vastes chambres sur le chiffon étalé sur des tablettes; soit en le baignant dans du chlorure de chaux, étendu d'eau, à basse température.

De toutes façons, il faut ensuite opérer, sur les chiffons, des lavages réitérés pour les débarrasser de l'eau de chlore.

Vient ensuite le *raffinage*, opération tout à fait semblable à l'effilochage, si ce n'est que la *pile raffineuse* ayant 54 lames au lieu de 38, triture plus vigoureusement le chiffon et rend, après un travail qui peut durer de deux à quatre heures le *défilé*, devenu alors *raffiné*, à l'état de pâte à papier dans laquelle on a ajouté une colle spéciale, si le papier doit être plus ou moins collé, et de la couleur si l'on ne travaille pas pour faire du papier blanc.

En Angleterre, le collage se fait généralement à la gélatine, en France on emploie une colle végétale composée de fécule, d'alun et d'une dissolution de colophane, dans la soude caustique.

Voyons maintenant comment se fabrique le papier.

Il y a deux procédés très distincts : le papier se fait à la forme ou à la mécanique.

La fabrication à la forme (ou dit aussi à la main) est la plus ancienne, mais elle est encore usitée pour les papiers de luxe.

L'opération consiste en ceci : le *raffiné* ayant subi une dernière trituration dans un mortier garni d'une platine de cuivre, est délayé à l'eau tiède dans une cuve de bois, qu'on appelle cuve à ouvrir, laquelle est divisée verticalement par un tamis en deux compartiments.

Dans le premier, nommé *épuration*, on prépare la bouillie qu'un agitateur, mu par un moteur quelconque, remue constamment pour maintenir en suspension dans la masse liquide les fibres plus denses, qui sans cela se déposeraient au fond.

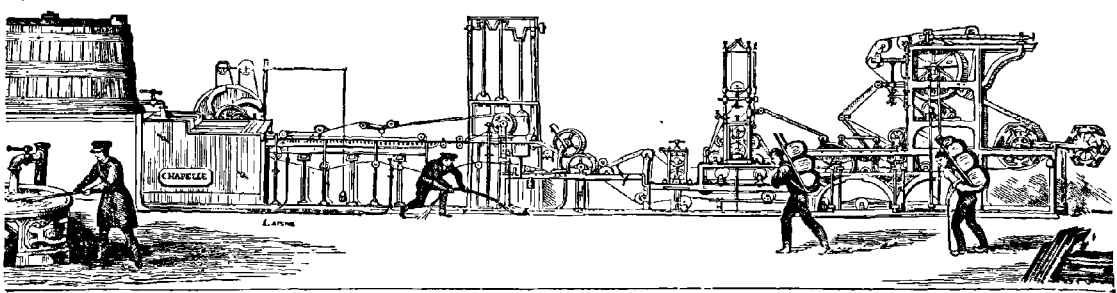
Le second compartiment, qui est la cuve de travail proprement dite, reçoit à travers le tamis vertical la bouillie, au fur et à mesure qu'elle est bonne à employer.

C'est là qu'un premier ouvrier, appelé *ouvreur*, la prend au moyen d'une forme, qui est le véritable moule à papier.

C'est un châssis rectangulaire ou carré selon les formats, en chêne, sur lequel sont fortement tendus, parallèlement et très rapprochés l'un de l'autre, des fils de laiton qu'on appelle *vergeures* et qui, laissant leur empreinte dans la pâte, produisent ce qu'on appelle du papier vergé.

Cette espèce de treillis, sur lequel restent les parties solides de la pâte, pendant que le liquide s'écoule, est soutenu en dessous par des réglottes très minces, de bois ou de métal, et muni au milieu de la marque du fabricant, qui s'imprime en filigrane dans la pâte.

À l'origine de la fabrication du papier, ces marques étaient des figures de fantaisie telles qu'un aigle, une cloche, un colombier, un enfant Jésus, une grappe de raisin, un coquillage, un lion, et l'on donnait aux papiers qui les portaient les noms de grand-aigle, de colombier, de Jésus, de raisin, de coquille que l'on a conservés jusqu'à maintenant pour désigner certains formats, même dans les papiers mécaniques qui n'ont réellement point de format, puisqu'on les fabrique en rouleau et qu'on les



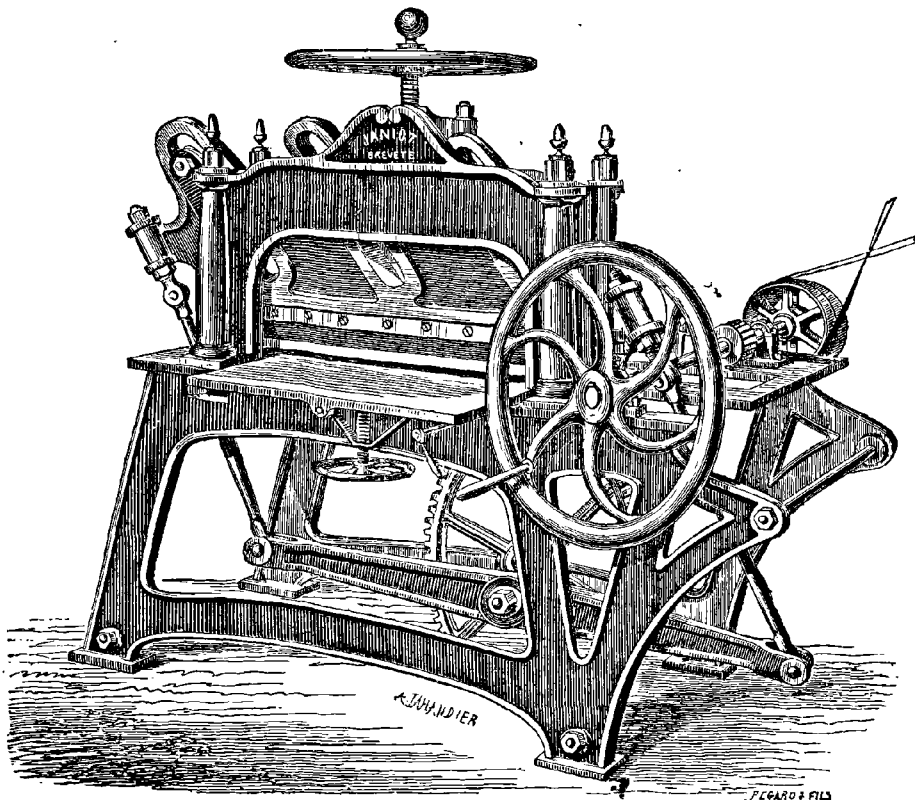
Machine à fabriquer le papier.

coupe ensuite aux dimensions demandées.

Mais revenons à la fabrication manuelle.

L'ouvrier prend avec les deux mains, vers le milieu des petits côtés, la forme qu'il a reconverte d'un châssis à jour appelé *frisquette*, qui détermine l'épaisseur du papier, et la plonge dans la cuve où elle s'emplit de liquide, il la retire en la relevant horizonta-

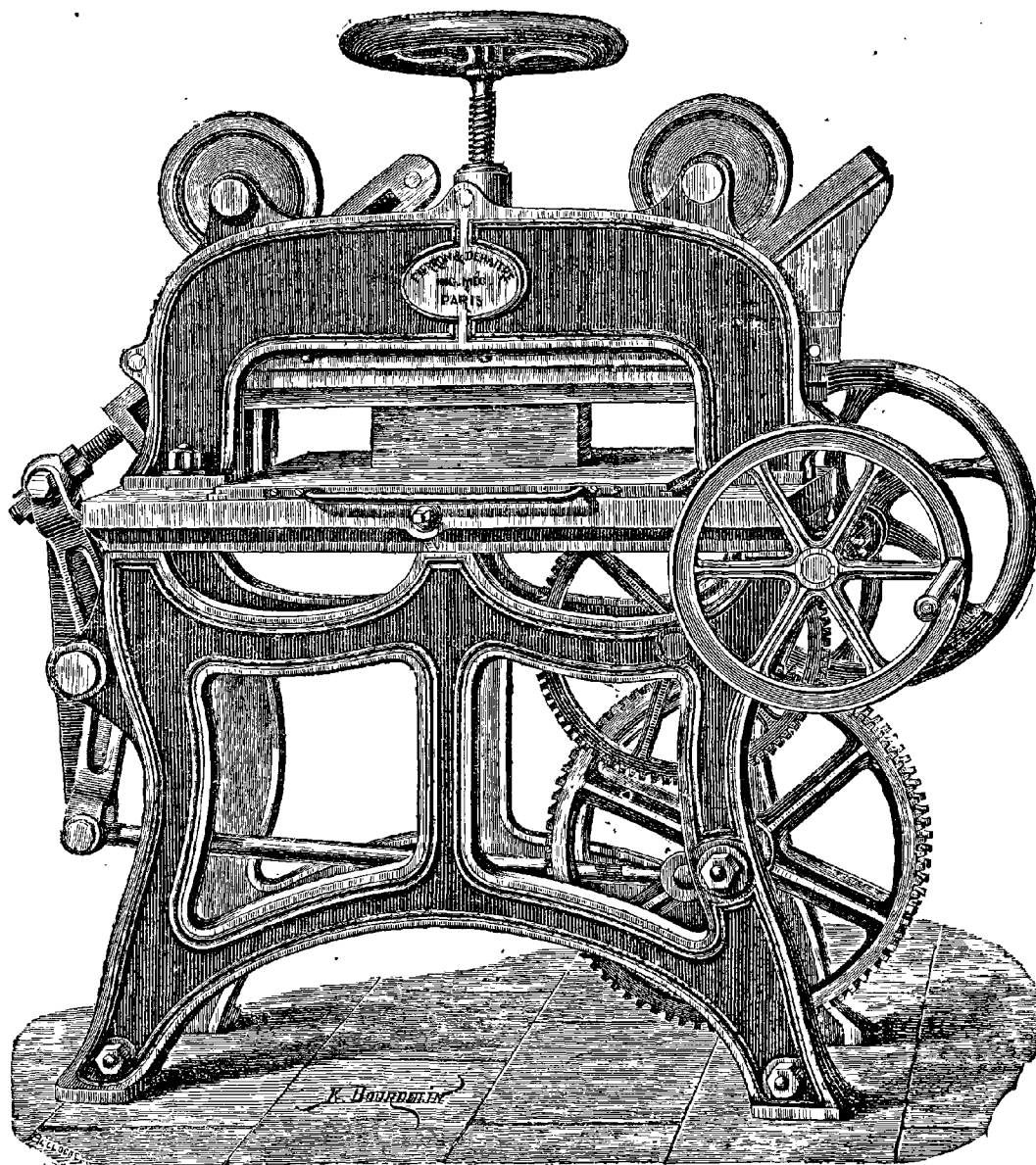
lement, lui imprime les mouvements de va-et-vient nécessaires pour que la pâte s'étende également (c'est ce qu'on appelle ouvrir), puis il enlève la frisquette et il pose son moule sur un plan incliné pour que le liquide puisse s'écouler, et recommence la même opération avec un nouveau moule, pendant qu'un second ouvrier,



Coupe-papier de MM. Janiot et Barre.

appelé *coucheur*, prend la première forme, | *flôtre*, où la feuille de papier, dont le liquide la retourne sur un feutre qu'on nomme est suffisamment coagulé, se dépose; il

remet alors par-dessus un second *feutre*, sur lequel il déposera une nouvelle feuille de papier et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ait employé son jeu de vingt-six feutres, qu'on appelle *quet* et qui lui donne juste vingt-cinq feuilles (une main de papier), d'où ce



Machine à rogner, à chariot diviseur, avec équerre de côté mobile, de MM. Pierron et Dehstre.

procédé a pris le nom de fabrication à la main.

Cela fait, un troisième ouvrier, qu'on appelle *leveur*, porte le *quet*, ou la réunion de

Liv. 96.

trois, cinq, six, ou plus de quets, qui prend le nom de *porse*, sous une presse dont l'action fait écouler la plus grande partie de l'eau, et donne au papier assez de consis-

96

tance pour qu'on puisse enlever chaque feuille de sur les flôtes, et les déposer l'une sur l'autre, sans craindre qu'elles se collent ensemble.

On fait subir un second pressage au papier, que l'on fait ensuite sécher à fond en l'étendant, feuille à feuille, sur des ficelles tendues dans des chambres très aérées.

Il n'y a plus alors qu'à le mettre en mains, en jetant au rebut les feuilles défectueuses, et à le presser une dernière fois, par rames de 20 mains, pour le livrer ainsi au commerce; du moins, les papiers destinés à l'impression, car certains papiers de luxe, notamment les papiers à lettres, sont en outre lissés, satinés ou glacés selon les cas.

Le papier, ainsi fabriqué, et qui se nomme soit papier à la main soit papier à la forme, ou papier de cuve, se reconnaît aux lignes claires produites par les vergeures qu'il laisse apercevoir dans la pâte, quand on le regarde par transparence; il y a cependant des papiers à la main qui ne sont point vergés, ce sont les papiers vélins, faits sur des formes garnies de toiles métalliques très fines et très serrées.

Quant aux papiers mécaniques (ce sont les plus employés, surtout pour l'impression) ils sont fabriqués par longueurs indéterminées, et sauf pour le service des journaux qui, se tirant sur des machines rotatives, ont besoin de papier sans fin, se découpent ensuite en feuilles de dimensions variables dont les plus usuelles sont le jésus, le double jésus, le raisin, le double raisin, le colombier, le double colombier, le carré, le double carré, le grand journal, etc.

Les appareils qui servent à cette fabrication paraissent extrêmement compliqués, parce qu'ils tiennent beaucoup de place, mais en les étudiant de près on verra que leur mécanisme est assez simple.

Un peu au-dessus de la machine sont les cuves, où se délaye la bouillie, et les épurateurs, disposés comme dans le travail manuel, avec cette différence seulement que, de l'é-

purateur, la bouillie à papier s'écoule par une auge disposée pour la verser régulièrement sur la forme, en une nappe ayant toute la largeur du papier à fabriquer.

Cette forme, qu'on appelle table de fabrication, est une toile métallique sans fin, soutenue dans sa longueur, qui atteint généralement 3 à 4 mètres, par un nombre proportionné de rouleaux tournants en cuivre creux, qui la maintiennent ainsi dans une position horizontale.

Elle est animée d'un double mouvement: l'un progressif, dans le sens longitudinal, pour offrir au *raffiné* qui arrive sans cesse, une place vide pour le recevoir, l'autre latéral pour faciliter l'écoulement du liquide et la répartition égale de la pâte.

Deux règles de laiton, placées transversalement au-dessus de la table, règlent l'épaisseur du papier, qui se forme au fur et à mesure de son arrivée, et d'autant plus vite, qu'on établit un vide au-dessous de la table au moyen d'une pompe aspirante, ou de toute autre machine analogue, propre à assécher au plus vite la matière pâteuse.

Arrivé à l'extrémité de la table, dont la toile sans fin s'en retourne à vide par dessous, il est déjà assez consistant pour continuer sa route sur un feutre sans fin, qui le conduira jusqu'à l'extrémité de la machine en s'asséchant progressivement par son passage sous une série de rouleaux et de cylindres, dont les premiers sont simplement compresseurs.

La pression exercée par ces cylindres élimine complètement l'eau qui reste encore dans le papier; il arrive alors sur des séchoirs, qui sont des cylindres creux chauffés intérieurement par la vapeur, et en sort pour passer entre des rouleaux polis, qui lui donnent un premier glaçage, avant de se rendre sur les dévidoirs à six pans, où il s'enroule par l'effet de leur rotation.

C'est sur ces dévidoirs, dont les surfaces planes sont réglées pour le format demandé, qu'il est découpé en feuilles, quelquefois

avec un grand couteau à main, qui agit à la fois sur toute la charge du dévidoir, mais le plus souvent à l'aide d'une machine spéciale qui fait partie de la machine à papier ou fonctionne séparément.

Dans tous les cas, les feuilles coupées de grandeur sont rognées sur les bords, puis mises en rames de cinq cents feuilles pour être livrées aux imprimeries.

Le rognage du papier se fait avec des machines très ingénieuses, qu'on appelait jadis *massicots*, mais qui ont changé de nom, selon les perfectionnements apportés successivement par les constructeurs, qui aujourd'hui ont, au moins, chacun leur système.

Nos gravures en représentent, sous différents aspects, deux qui donneront une idée des autres, puisque tous partent du même principe et ne diffèrent que par la disposition des organes.

Le coupe-papier de MM. Janiot et Barre, que l'on voit de face, a cela de particulier que la lame du tranchoir est tirée par ses extrémités et peut être réglée instantanément, selon le travail à faire et l'épaisseur du papier à couper.

C'est celui qu'emploient journellement tous les grands relieurs de Paris : Engel, Magnier, Lenègre, Mouveau et Levesque, etc.

La machine à rogner de MM. Picrion et Dehaître (qui naturellement fabriquent aussi des appareils simples très appréciés), est munie d'un chariot diviseur avec équerre de côté mobile, qui permet de façonner le papier sur deux ou trois côtés sans être obligé de le desserrer.

Elle est surtout très répandue dans la papeterie.

Inutile de dire que le façonnage et la mise en rames ne touchent point le papier continu destiné aux machines rotatives, qui au lieu d'être enroulé sur les dévidoirs est reçu directement sur un rouleau de bois, de la longueur exacte des machines à imprimer, auxquelles il doit pouvoir s'adapter.

Arrivé à l'imprimerie, le papier en rames doit subir encore quelques opérations; il passe d'abord par :

LE TREMPAGE

L'opération est des plus simples, puisqu'il suffit de prendre le papier, qui est livré par rames de cinq cents feuilles, par poignées de vingt à vingt-cinq feuilles pour les faire passer successivement dans une cuve pleine d'eau; mais il faut encore qu'elle soit faite avec discernement, car le papier doit être plus ou moins trempé, selon qu'il est sans colle, collé, ou à demi collé, selon surtout qu'il doit être ou ne pas être glacé.

Il y a, du reste, d'autres façons d'opérer : il y a le trempage au balai, qui consiste à asperger les poignées d'environ une main, qu'on a préalablement étendues sur une table, avec un balai en fougère imbibé d'eau.

Il y a le trempage à la réglette, qui ne diffère du trempage à la main dont nous avons parlé d'abord, que parce qu'on maintient avec deux règles, les feuilles, trop grandes pour être embrassées avec la main dans toutes leurs dimensions.

Mais, de toutes façons, sitôt après le trempage, le papier doit être empilé et mis en presse de façon à ce que l'eau en imprègne également toutes les parties.

LE GLAÇAGE

Le papier trempé et un peu asséché, on pourrait au besoin tirer et c'est ce qui a lieu pour les journaux non illustrés, les affiches et les livres de colportage; mais si l'on veut obtenir un tirage soigné, il faut que le papier soit glacé, et pour les publications renfermant beaucoup de gravures et les ouvrages de luxe, on fait jusqu'à deux et trois glaçages suivant l'épaisseur et la résistance du papier, car cette opération a pour objet de faire disparaître les rugosités, souvent imperceptibles, que le trempage a

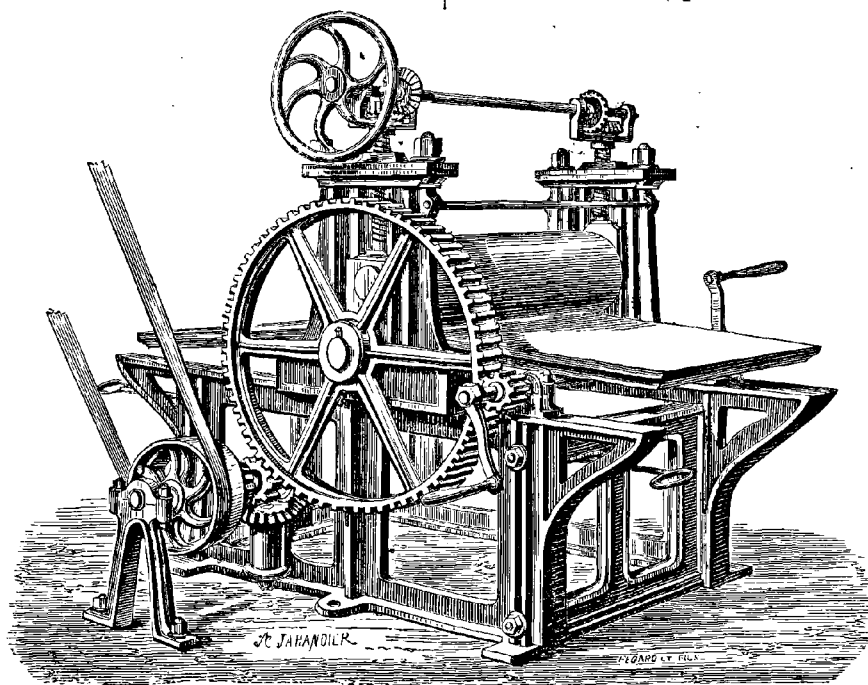
fait ressortir et de supprimer en quelque sorte le grain du papier, pour que les finesses de la gravure ressortent mieux.

Le glaçage se fait au laminoir qu'on appelle aussi presse à glacer, et qui se compose de deux cylindres en fonte superposés et d'un régulateur qui leur donne l'écartement nécessaire pour laisser passer entre eux le papier que l'on a placé humide, mais modérément trempé, feuille par feuille, entre des plaques de zinc qui le débordent sur tous les sens.

Vingt-cinq feuilles composent ce qu'on appelle un jeu, c'est-à-dire l'ensemble de plaques que l'on soumet ensemble au laminoir.

Sitôt engagées entre les deux cylindres, les feuilles sont entraînées par le cylindre inférieur et pressées par le supérieur, qu'un système d'embrayage permet de faire tourner dans un sens ou dans l'autre, selon qu'il s'agit d'engager ou de dégager le jeu de plaques présenté par le glaceur.

Naturellement, pour faire ce travail, on a



Laminoir de MM. Janiot et Barre.

plusieurs jeux de plaques; trois sont au moins indispensables pour que pendant qu'il y en a un sous le laminoir on puisse enlever le papier de celui qui est passé avant et garnir de feuilles celui qui doit passer après.

Cela va du reste excessivement vite, et il le faut bien, puisque le glaçage d'une rame de papier (cinq cents feuilles) ne coûte que de un franc à un franc cinquante selon le format.

LE TIRAGE

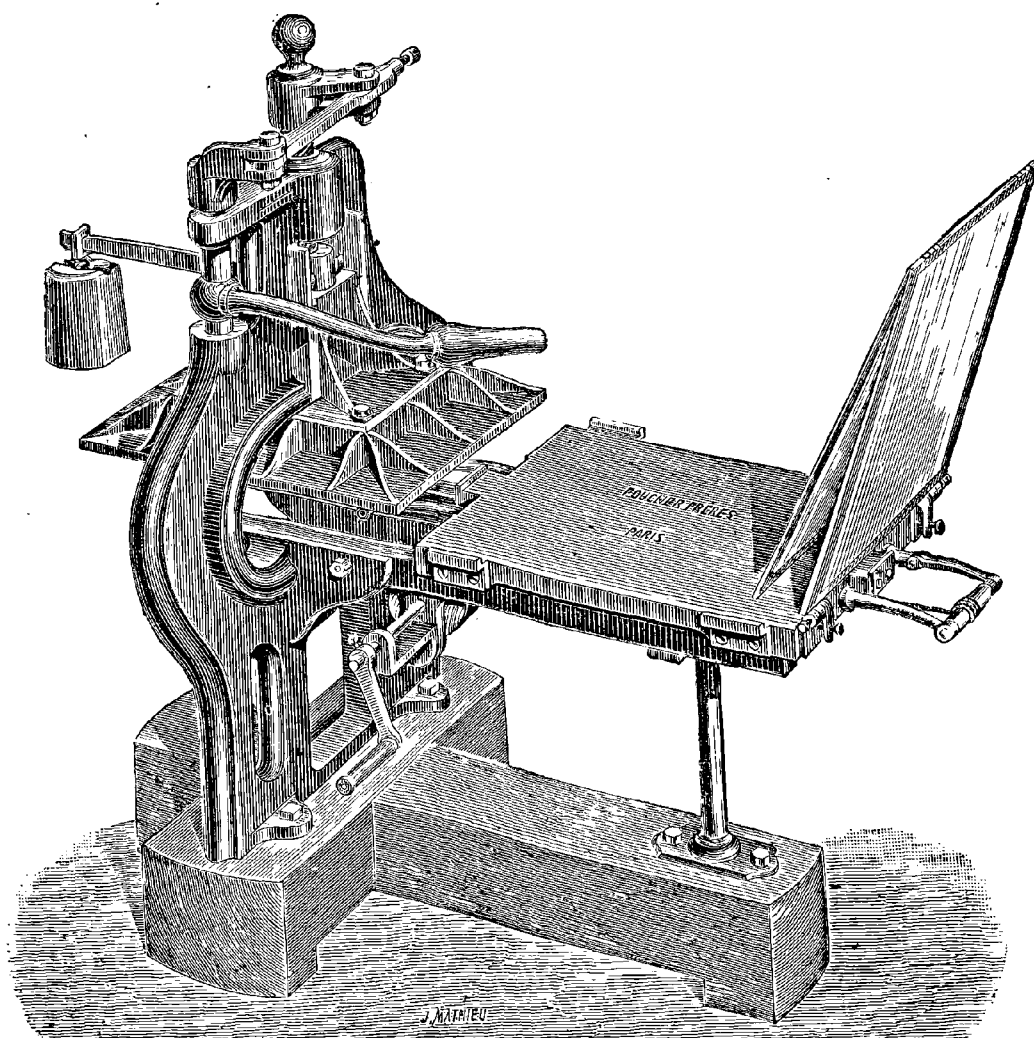
Le tirage, qui est l'opération la plus considérable de l'imprimerie, est aussi celle qui a bénéficié des plus grands perfectionnements, depuis son origine, et elle est arrivée aujourd'hui à de tels résultats qu'on peut dire sans exagération qu'il y a plus loin de la presse de Gutenberg à la machine rotative Marinoni, que du chariot du bon roi Dagobert à la locomotive Crampton.

La presse dont Gutenberg a eu l'idée

de se servir, pour imprimer péniblement un volume en trois ans, ce qui était encore un progrès sur le froton employé avant lui, n'était ni plus ni moins qu'un pressoir à

faire du vin, d'un modèle plus restreint, pour qu'un seul homme pût le faire manœuvrer.

Mais un seul homme n'était pas suffisant pour imprimer, il en fallait au moins deux :



Presse à bras (Stanhope), de MM. Fouché frères.

l'un pour entrer la forme, qui était posée sur un marbre fixe ; l'autre, l'imprimeur proprement dit, pour placer son papier sur la forme humide et faire tomber dessus au moyen d'un levier, qui commandait la vis du pressoir, une platine qui couvrait exactement la forme, et qui par un ou deux

coups de levier sollicitait l'impression.

On conçoit combien ce travail devait être long et pénible ; on fut pourtant longtemps sans connaître d'autre système, et le seul perfectionnement qu'on y apporta pendant trois siècles, fut de remplacer le marbre fixe par une platine de fonte, montée sur un

chiot mobile, qui apportait sous la presse la forme encrée et la remportait quand la feuille était imprimée.

A la fin du XVIII^e siècle, on en était encore là, témoin cette description de la presse par l'imprimeur Momoro, en 1793.

« Deux montants de jumelles soutiennent l'assemblage de la presse. Un chapiteau couronne les jumelles; un sommier, placé un peu au-dessous du chapiteau, renferme l'écrou par lequel passe la vis à laquelle est attaché un barreau qui sert à la faire mouvoir.

« La vis se relie à la platine par son extrémité, nommée pivot, au moyen d'une pièce creuse appelée grenouille. Au-dessous de la platine est le berceau, composé de deux poutrelles armées de bandes. Sur ces deux poutrelles roule le train, qui est une espèce de coffre, où se trouve un marbre enchâssé dans son enfoncement. Sur le derrière du coffre est le grand tympan; c'est un cadre en bois, couvert d'une peau de parchemin; le grand tympan porte un châssis de fer mince, qu'on nomme frisquette; celle-ci est couverte de papier découpé suivant les

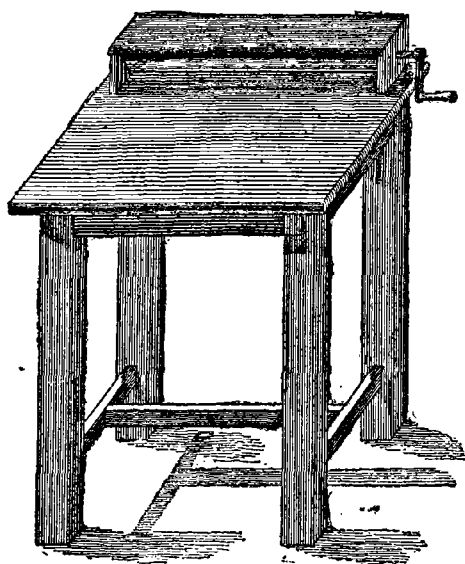


Table à encre pour le tirage à bras

formats et destinée à masquer tout ce qui ne doit point être imprimé.

« Un petit tympan sert d'enveloppe au grand tympan, dans lequel on place des pièces de molleton, nommées blanchets, pour opérer le foulage.... »

Hors les tympan et la frisquette, qui existent encore dans les presses manuelles d'aujourd'hui, c'était à peu près l'appareil rudimentaire de Gutenberg.

Ce système ne fut abandonné que lorsqu'on inventa les presses qu'on appelait *hollandaises*, on ne sait pas bien pour-

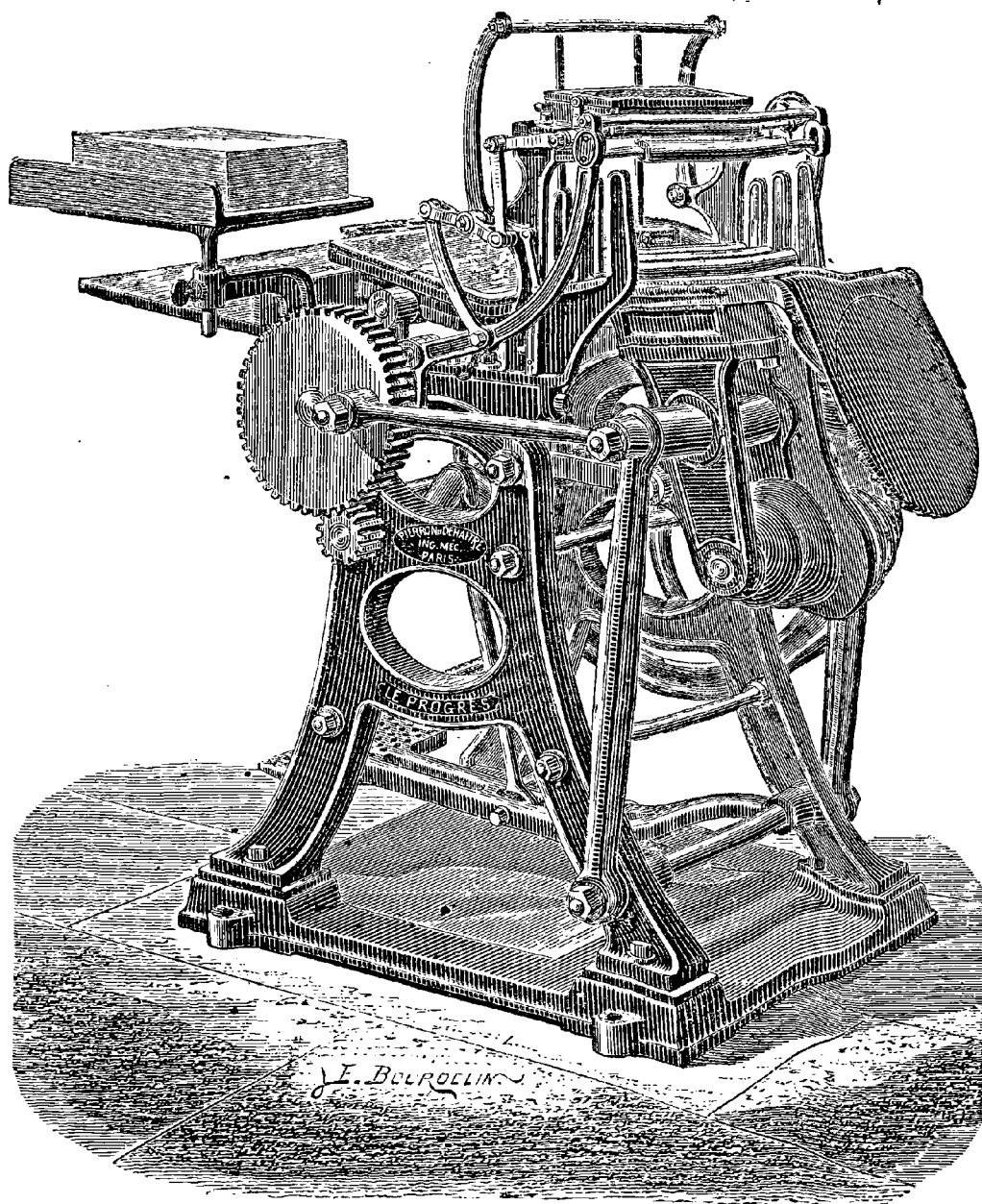
quoi, puisque la première fût construite par Bricbet au commencement de ce siècle.

Cette presse était encore tout en bois, mais elle était moins encombrante et plus solide que l'ancienne. Vers la même époque apparurent la presse à un coup, avec marbre et platine en fonte, qui fut employée d'abord par Pierre Didot l'aîné, puis la presse à la Génard, du nom du constructeur, qui l'avait faite pour l'imprimerie nationale, et l'on commença à entendre parler de la presse Starhope, dont on se servait à Londres de-

puis 1809, et qui ne pénétra en France qu'après 1814.

La presse Stanhope, encore en usage

aujourd'hui, mais améliorée par les perfectionnements qu'y apportèrent successivement divers constructeurs, est tout en



Machine à pédale *Le Progrès*, de MM. Pierron et Dehaitre.

fonte et ne diffère de la presse en bois que par le moyen dont s'opère la pression.

C'est encore un barreau qui fait mouvoir

la vis, mais il est fixé à une colonne qui surmonte la jumelle intérieure; cette colonne et la vis sont couronnées par deux pièces

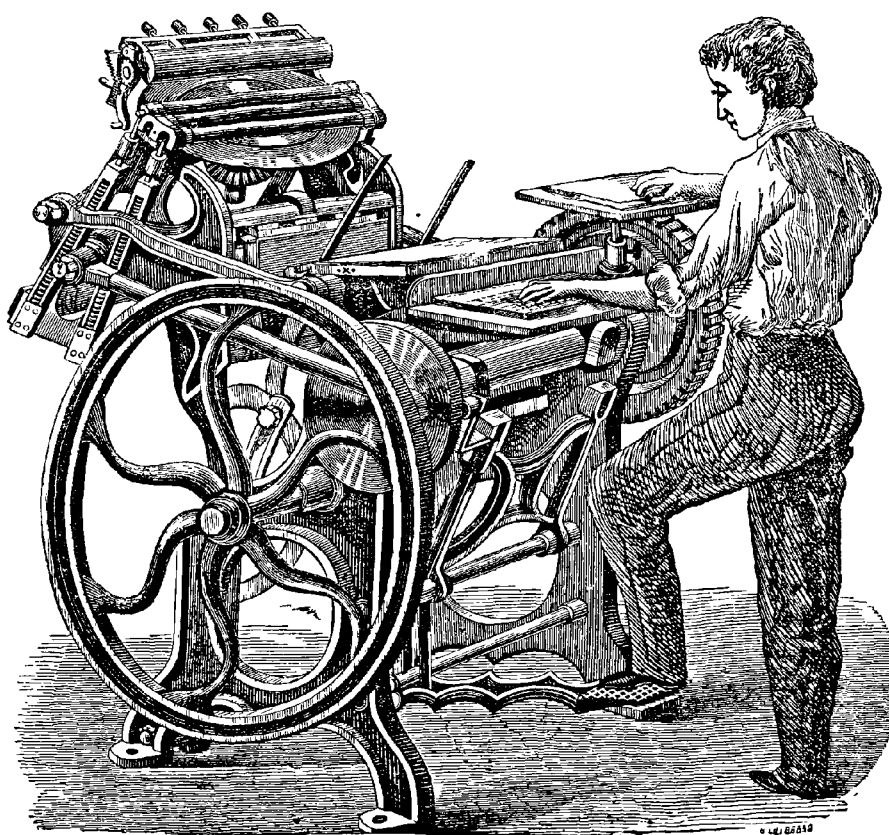
correspondantes, qu'on appelle virgules, à cause de leur forme, et qui maintiennent une pièce de fer qui se nomme régulateur, parce que, placée horizontalement, elle est terminée par une vis qui modifie la pression selon les nécessités du travail.

La seule amélioration apportée à ce qui constitue le train, dit le chariot, c'est

qu'on y ajoute un contre-poids qui fait remonter la platine sitôt que la pression est opérée.

Les presses à bras que l'on fabrique maintenant ne sont que des perfectionnements de la presse Stanhope.

Le tirage s'y fait comme autrefois, seulement l'encrage est perfectionné; au lieu de



Machine à pédale *La Minerve*, de M. Berthier.

noircir ses formes avec les gros tampons qu'on appelait balles, on se sert maintenant d'un rouleau que l'on passe sur les caractères après l'avoir humecté sur la table à encre, au moyen d'une petite manivelle.

MACHINES A PÉDALE

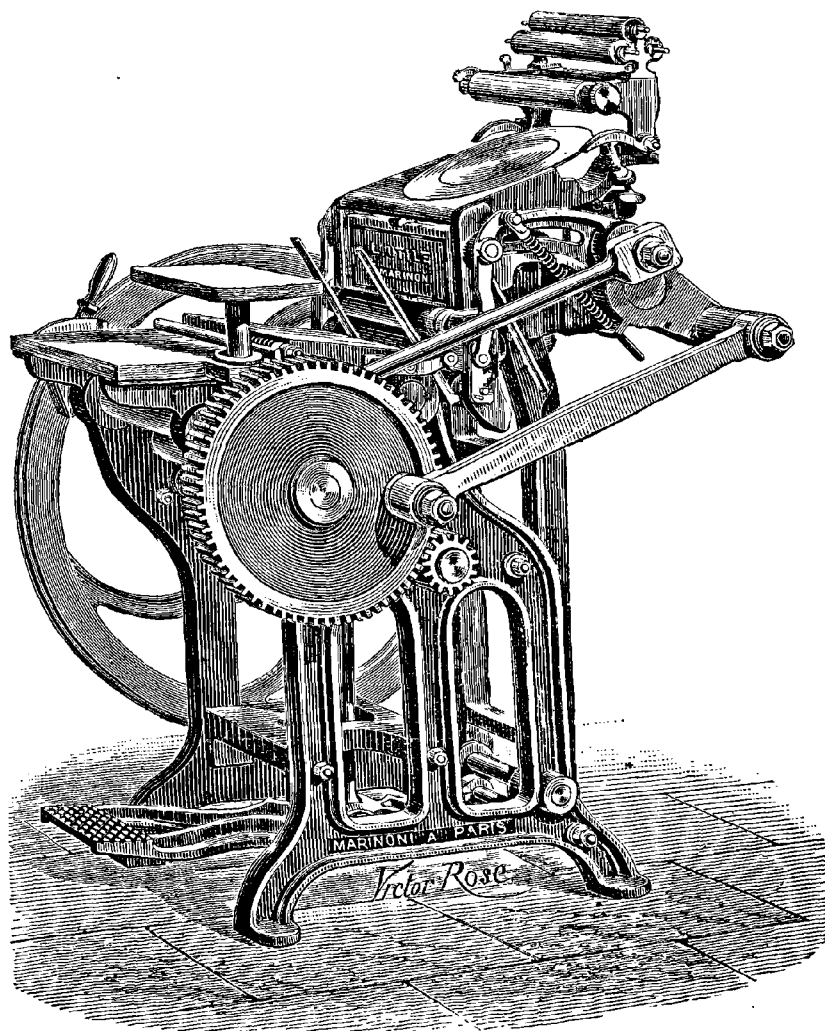
Nous ne considérons pas comme presses à

bras ces petites machines, destinées à tirer économiquement les travaux de ville, de petite dimension, et surtout les cartes de visite, qu'avant leur invention on faisait généralement en lithographie; la plupart, du reste, se meuvent avec le pied, au moyen d'une pédale disposée comme celle des machines à coudre.

Mais elles se sont tellement multipliées depuis quelques années et elles sont aujourd'hui tellement répandues que nous allons passer en revue les plus connues, sans nous attarder à les décrire minutieusement ; tout le monde en voyant fonctionner jour-

nellement chez les papetiers et les imprimeurs en boutique.

Disons d'abord que sur ces machines, qui ont résolu le problème si longtemps cherché de mécaniser la presse à bras, mais qui n'en sont en somme que des réductions, on



Machines à pédale *l'Ulile* de M. Marinoni.

ne peut tirer que des travaux de dimensions restreintes, tels que prospectus, circulaires, mandats, avis, factures, lettres d'invitation, têtes de lettres, manchettes, cartes de visites et d'adresse.

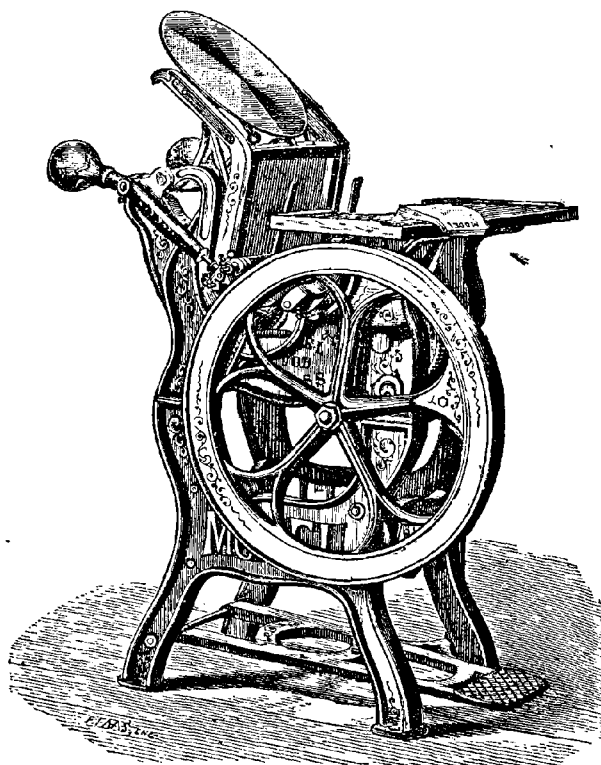
Mais le tirage est très rapide et l'on peut,
Liv. 97.

selon l'habileté de l'ouvrier, obtenir 1,000 à 1,200 exemplaires à l'heure ; quantité qui serait encore augmentée si l'on remplaçait la pédale motrice par une courroie de transmission, ce qui se fait beaucoup depuis l'invention des moteurs à gaz Otto, qui sont toujours

prêts à marcher quand on veut, sans mise en train préalable, et qui ne consomment qu'autant qu'ils travaillent. Ces moteurs, dont nous avons déjà eu l'occasion d'expliquer le fonctionnement, dans une autre partie de cet ouvrage, car ils sont propres à tous les usages mécaniques, semblent avoir été créés en vue de l'imprimerie, où ils ont trouvé d'ailleurs leurs plus nombreuses applications; et, si leur place n'est pas absolument

dans les grands établissements qui, ayant de nombreuses machines à faire mouvoir constamment, ont déjà des moteurs à vapeur, elle est marquée partout où l'on veut remplacer économiquement le travail moteur de l'homme et surtout dans les imprimeries où le tirage n'est pas continu.

La presse à pédale la plus ancienne est la machine américaine de M. Weiler, connue sous le nom de *Liberty*, et qui figurait à l'Ex-



Presse modèle rotative de M. Berthier.

position universelle de 1867, et elle est restée une des plus pratiques par la simplicité de sa construction et la disposition horizontale de son marbre, qui permet à l'impression de se faire absolument comme sur la presse à bras, sans courir les risques de mettre la composition en pâte, le marbre ne s'avancant jamais au delà de la ligne verticale.

Parmi les machines françaises, celle qui se rapproche le plus de la *Liberty* est le

Progrès, construite par MM. Pierron et Dehaitre; elle n'en diffère d'ailleurs que par quelques perfectionnements, certaines dispositions plus pratiques des organes principaux.

Elle offre, du reste, d'autres avantages, car, grâce à l'addition de la table multicolore Bacon, dont nous parlerons plus loin, on peut imprimer avec et d'une seule fois, en autant de couleurs que l'on veut; et cela

aussi facilement et aussi rapidement qu'en noir.

La *Minerve*, — que M. Berthier fabrique depuis douze ans et qu'il perfectionne tous les jours, dans le but, atteint d'ailleurs, de pouvoir tirer dessus de véritables travaux d'art, — se recommande par un encrage régulier; une distribution parfaite et un réglage instantané de la pression qui permet, ou d'imprimer, ou de passer une feuille en blanc, par un simple mouvement.

Les organes qu'on retrouve, du reste, sauf la disposition, dans toutes les machines à pédale, sont peu compliqués.

C'est une roue à engrenage, qui commande le mouvement de bascule de la platine, et fait abaisser les réglettes qui ont mission de retenir dessus la feuille de papier à imprimer.

C'est une bielle, commandant le mouvement de l'arrière; c'est-à-dire la prise d'encre et le jeu du rouleau sur la table de distribution et de là sur la forme.

C'est surtout, ce que n'ont pas les autres machines, une barre de foulage, qui permet de régler à volonté la pression.

Ajoutons encore que dans la *Minerve* il y a immobilité complète au moment de la marge, ce qui permet à l'ouvrier de poser son papier avec tout le soin, toute la régularité que demandent les tirages en couleur.

L'*Utile*, de M. Marinoni, n'est pas, comme la *Minerve*, un instrument de luxe; elle répond seulement à son titre, mais elle y répond bien.

Cette machine, qui est un perfectionnement de la *Gordon Presse*, très employée en Angleterre, et qui a comme elle un marbre incliné à 20 ou 25 degrés, offre une très grande facilité pour la mise sous presse, la mise en train, la mise sur place des rouleaux, la marge et la réception des feuilles.

De plus, sans dérégler la prise d'encre, une disposition spéciale permet de supprimer, à un moment donné, l'action du

preneur en conservant les trois rouleaux pour la distribution et la touche.

Citons encore, parmi les machines à pédale, la *presse modèle* rotative de M. Berthier, qui est beaucoup plus simple et d'un prix beaucoup moins élevé que sa *Minerve*; il est vrai qu'elle ne rend pas les mêmes services pour les impressions de luxe, mais, avec elle, on peut tirer tous les petits travaux de ville ordinaires, et même les billets de décès et lettres de mariage, in-quarto coquille.

Cette machine est assez légère pour qu'un ouvrier puisse la conduire toute une journée sans grande fatigue en tirant mille exemplaires à l'heure.

Elle se compose d'une pédale qui donne le mouvement, de bielles qui, commandées par des engrenages, donnent la force de pression nécessaire, et d'une platine très épaisse composée de vis à tête plate entourées de caoutchoucs faisant ressort, et sur laquelle des rouleaux supportés par des galets, entourés de rondelles, passent sans faire aucun bruit.

MACHINES A LA MAIN

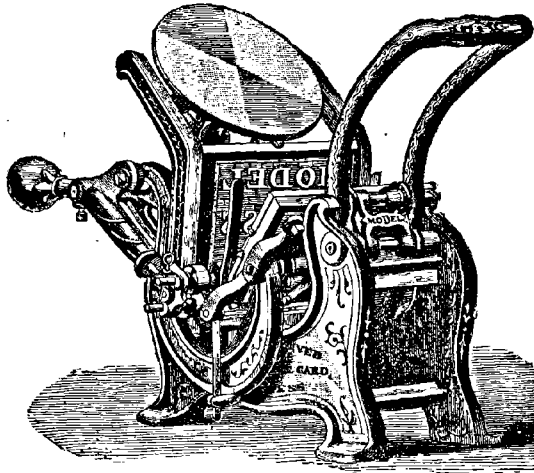
Outre les machines à pédale, il y a les machines à la main, dont il faut aussi dire un mot.

Nous trouvons d'abord la *presse modèle* de M. Berthier, qui est une réduction de sa *presse rotative* dont nous venons de parler.

Destinée à être posée sur une table de 65 à 70 centimètres de hauteur, pour pouvoir manœuvrer facilement, cette machine est mue par un levier qui commande d'un seul coup, la pression, les réglettes, la marche des rouleaux et fait tourner la table à encre.

La platine se compose de deux parties: la partie supérieure sur laquelle se trouve le blanchet, et la partie inférieure sur laquelle le levier vient opérer, et qui est composée exactement comme la platine de la *presse rotative* que nous venons de décrire.

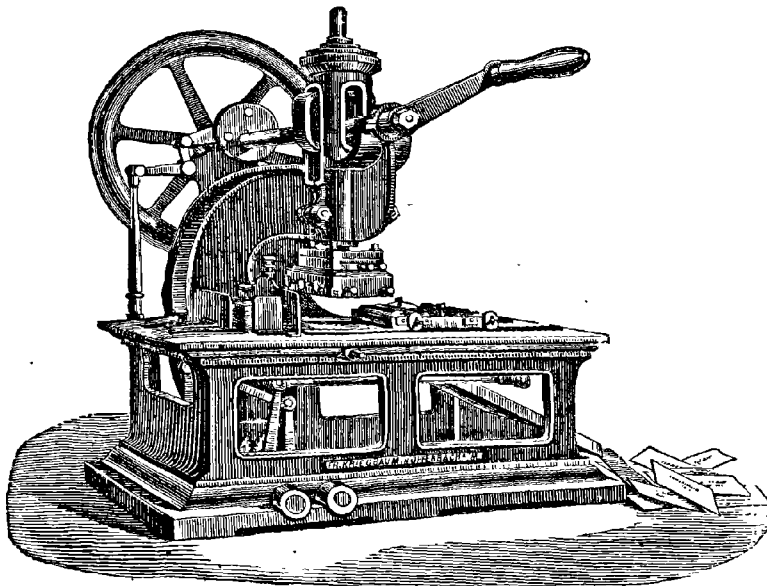
A peu près du même genre est la presse | France par l'usine Gutenberg, et qui d'ail-
 Boston de MM. Golding et C^o répandue en | leurs mérite de l'être car elle est d'une sim-



Presse modèle de M. Berthier.

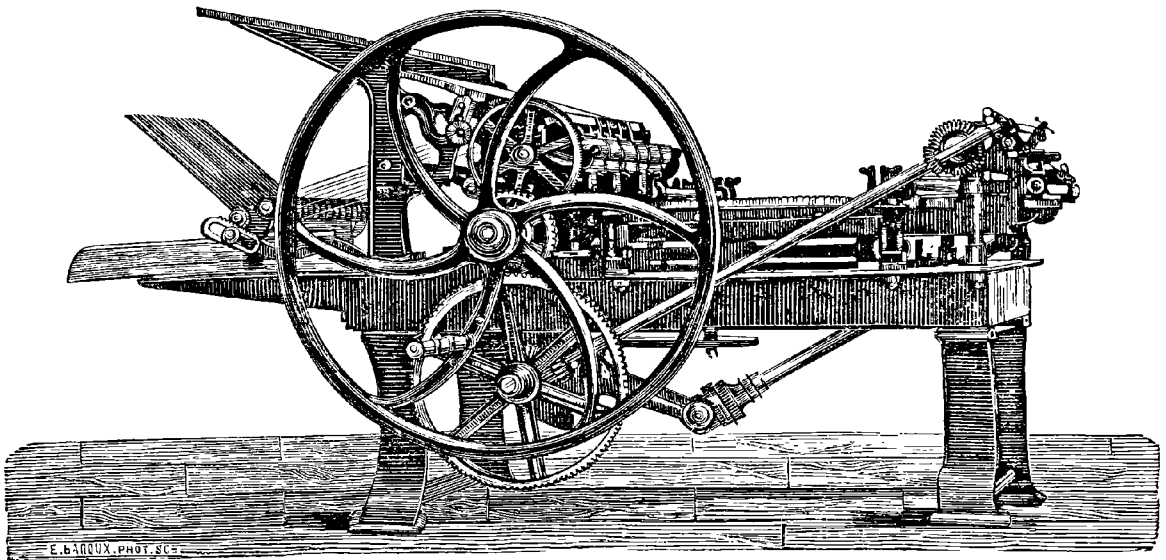
plicité extraordinaire, coûte très bon mar-
 ché, et peut tirer, selon l'expérience de
 l'ouvrier, de 1,000 à 1,500 exemplaires à
 l'heure.

Il y a aussi la machine de MM. Pierron
 et Dehaître, qu'ils appellent machine à cartes
 de visites, bien qu'elle puisse imprimer aussi
 les invitations et travaux de ville de petite



Machine à cartes de visites de MM. Pierron et Dehaître.

dimension; avec cet avantage que sa forme | et déplacer le composteur à volonté pour
 permet de voir tout le mécanisme, de placer | pouvoir faire les corrections au besoin et

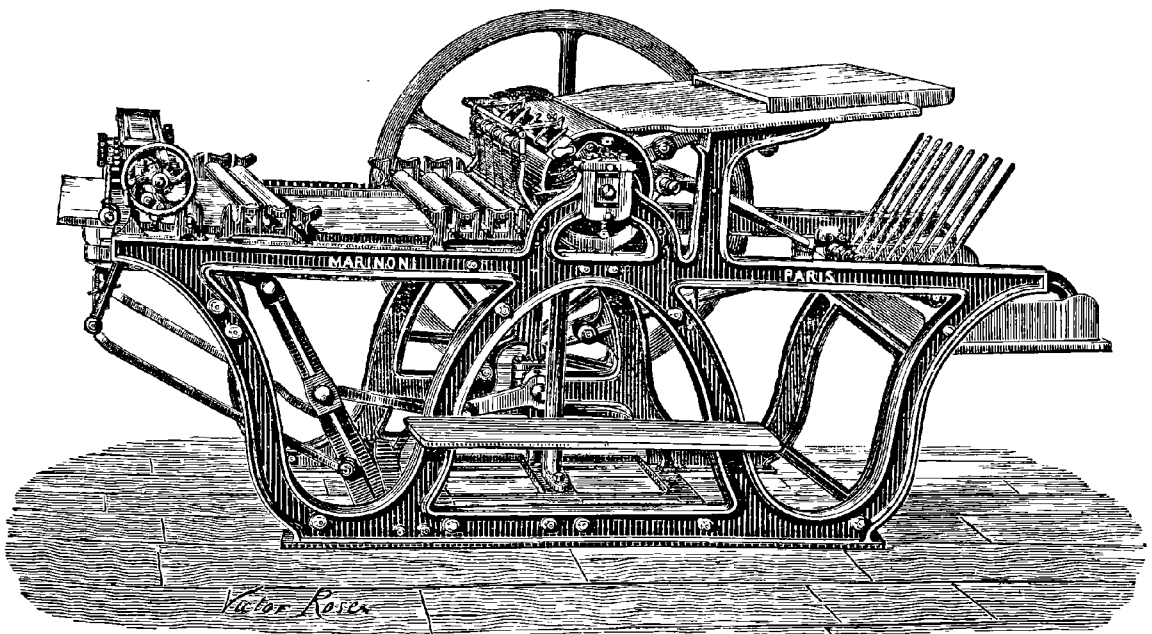


Presse simplifiée de M. Wibart.

éviter ainsi la perte de temps et de cartes inévitable quand on ne voit pas ce qu'on fait; ce qui est le cas dans la plupart des machines spéciales à cartes de visites.

GRANDES PRESSES MÉCANIQUES

Parlons maintenant des presses mécaniques, qui commençaient à se montrer en Angleterre à l'époque où la presse Stanhope



Presse indispensable de M. Marinoni.

arrivait en France, puisque le *Times* s'imprimait, le 24 novembre 1814, sur une machine.

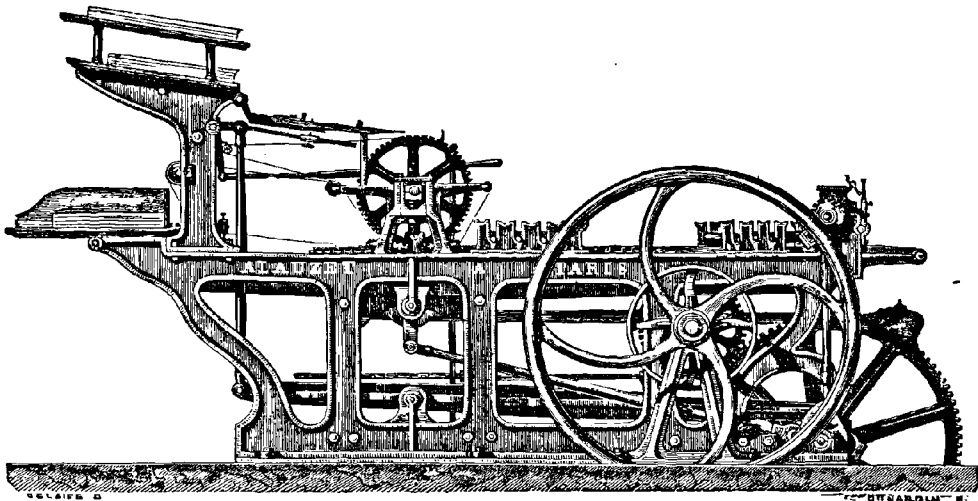
A la vérité, cette machine, inventée par John Walter, éditeur du *Times*, d'après les idées du docteur Nicholson, éditeur du *Journal philosophique*, était encore bien élémentaire et ne pouvait donner que mille exemplaires à l'heure.

C'était une presse en blanc, c'est-à-dire ne pouvant imprimer qu'un seul côté à la fois. Mais l'année d'après, le mécanicien Kœnig trouva la presse à retraition (imprimant les deux côtés à la fois) en réunissant

deux machines en blanc.

Le problème était à peu près résolu, il ne restait plus qu'à perfectionner l'instrument et c'est à quoi s'occupèrent et s'occupent encore les constructeurs qui se sont succédé depuis cette époque, et qui ont apporté tant de modifications à l'invention première, qu'on peut dire qu'il y a autant d'espèces de machines que de fabricants.

Étudier tous les systèmes serait au-dessus de nos forces, et d'ailleurs, peu intéressant pour des lecteurs à qui nous n'avons promis



Presse en blanc perfectionnée à mouvement direct de M. Alauzet.

qu'une notice sur les diverses opérations qui constituent l'imprimerie; nous resterons donc dans notre programme en donnant seulement une idée des types fondamentaux, c'est-à-dire machines en blanc, à retraition, à réaction et rotatives.

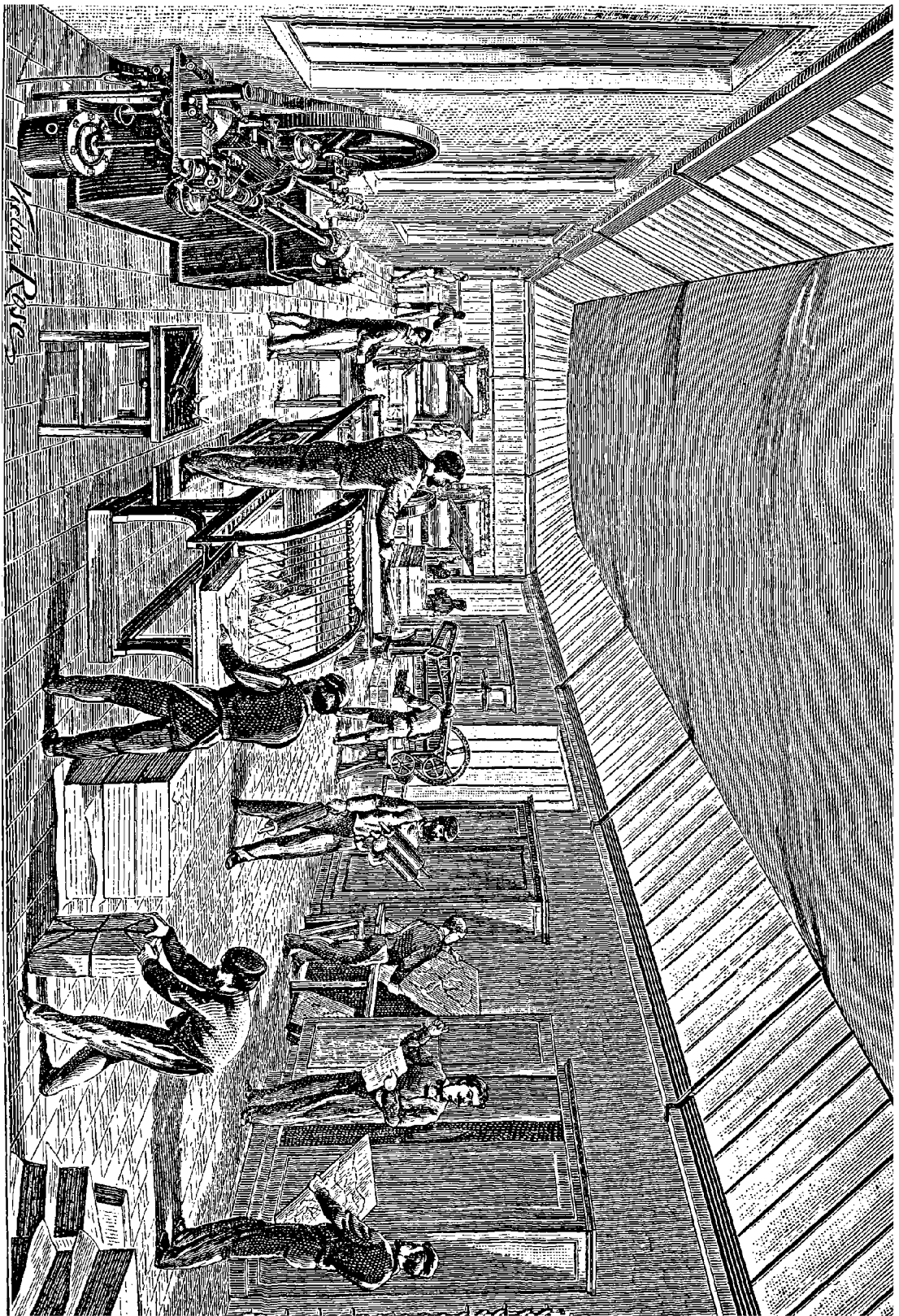
Pour toutes les variétés de ces machines, de quelque atelier qu'elles sortent, sauf pour les rotatives, qui sont, peut-être, le dernier mot de l'art, le mode d'impression est le même: c'est toujours une table horizontale portant, par un mouvement de va-et-vient automatique, les formes à imprimer: d'abord sous les rouleaux en-

creurs, ensuite sous un cylindre qui, tournant sur son axe, a saisi, à l'aide de pinces, une feuille de papier qu'il dépose dessus, en même temps qu'il opère la pression nécessaire.

Mais comme les machines diffèrent par le nombre et la disposition des cylindres, aussi bien que par leur marche, nous suivrons les détails de l'opération en décrivant chaque espèce de machine.

MACHINES EN BLANC

Les machines en blanc sont, comme nous l'avons dit, celles qui ne peuvent imprimer



que d'un côté à la fois et qu'à cause de cela on adopte de préférence pour les tirages de luxe.

Nous en donnerons plusieurs modèles empruntés à nos principaux constructeurs.

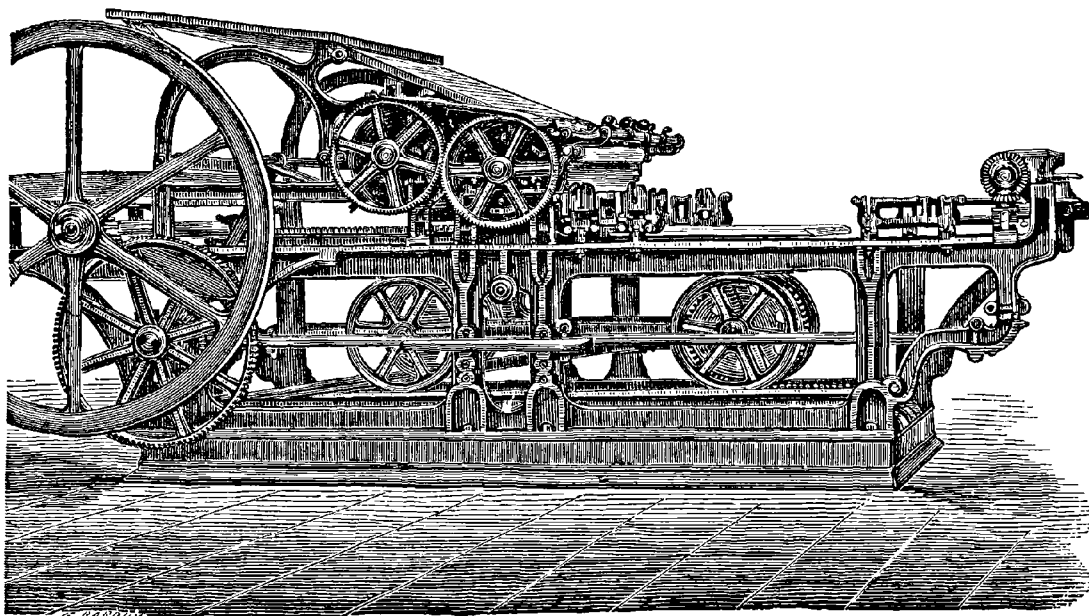
Voici d'abord la *Presse simplifiée*, de M. Wibart, par laquelle nous commençons parce que c'est la plus simple et la moins coûteuse de toutes; elle est d'ailleurs construite en vue des petites imprimeries, qui n'ayant par des travaux permanents ne peu-

vent avoir le personnel qu'exigent les machines ordinaires.

Celle-ci est, dans ce but, réduite à sa plus simple expression.

Si elle fonctionne à la vapeur, ou plus économiquement au moteur à gaz, elle occupe seulement un margeur et peut donner de 1,200 à 1,500 exemplaires à l'heure.

Fonctionnant à bras elle nécessite l'emploi de deux personnes : un homme pour tourner le volant et une femme ou un en-



Presse perfectionnée de M. Wibart avec cylindre de sortie de feuilles.

fant pour marger les feuilles, c'est-à-dire un personnel moindre qu'une presse à bras qui produirait sept à huit fois moins de besogne.

Du reste, n'exigeant aucune fondation et peu sensiblement plus lourde qu'une machine à bras, elle peut s'installer dans tous les ateliers à n'importe quel étage.

Aussi en existe-t-il dans le monde entier et M. Wibart en a expédié en Perse et jusqu'en Abyssinie.

La *Presse indispensable* de M. Marinoni n'est guère plus encombrante, il le fallait

d'ailleurs pour qu'elle répondît à son titre.

Comme la précédente elle se monte sans maçonnerie, et elle est si simple que son usage s'explique presque de lui-même par la gravure.

Elle se compose de la table horizontale qu'on appelle *marbre* (bien qu'elle soit en fonte), sur laquelle on fixe la forme qu'elle entraîne dans son mouvement de va-et-vient sous les rouleaux encreurs, et qu'elle ramène sous le cylindre au moment même où celui-ci a pris à l'aide de ses pin-

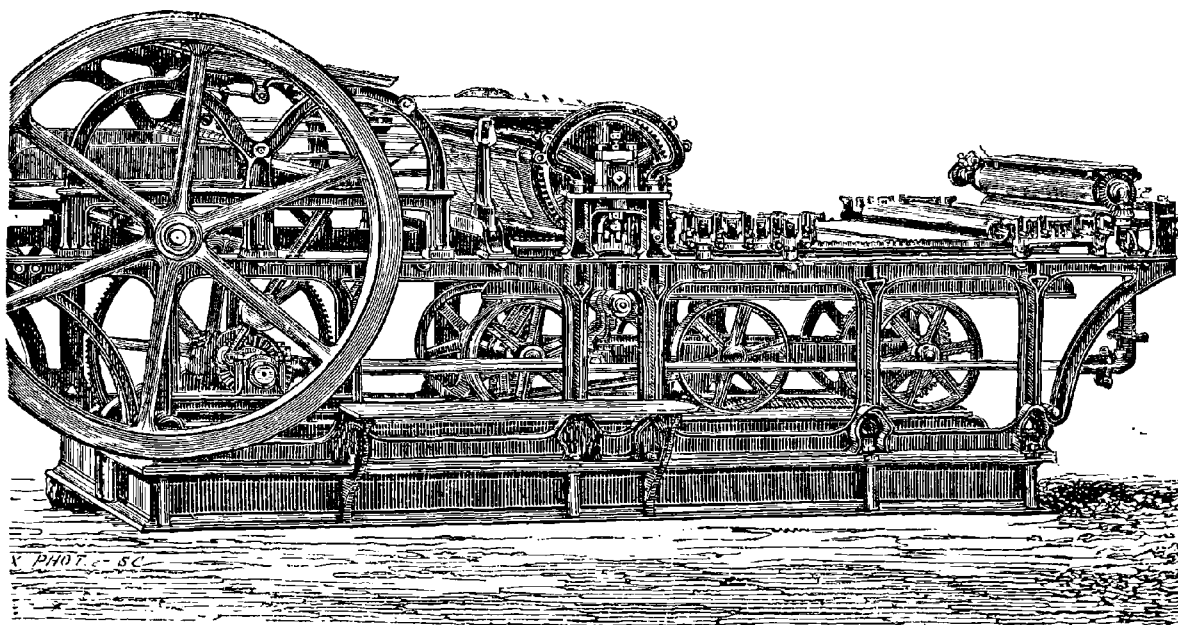
ces la feuille de papier que l'ouvrier, qu'on appelle *margeur*, lui a présentée.

Cette feuille se trouve imprimée par le double effet de la rotation du cylindre et du mouvement de la table, qui, ramenant la forme aux encriers, la dégage et lui permet de glisser sur des cordons, où une espèce de petite claie la soulève, et, basculant sur elle-même, la dépose dans une boîte où l'on n'aura plus qu'à la prendre.

Cette claie, qu'on appelle *receveur* méca-

nique, économise l'emploi du *receveur*, qui est tenu par un apprenti. Elle n'existe pas à toutes les machines, mais on peut l'adapter à la plupart.

C'est aussi le cas de la machine *Express* de M. Alauzet, qu'on peut placer et déplacer aussi facilement qu'une presse à bras; avec cette différence de fonctionnement, qui existe du reste dans presque toutes les presses de M. Alauzet : c'est que le marbre est à mouvement direct; c'est-à-dire qu'il est com-



Presse perfectionnée de M. Wibart.

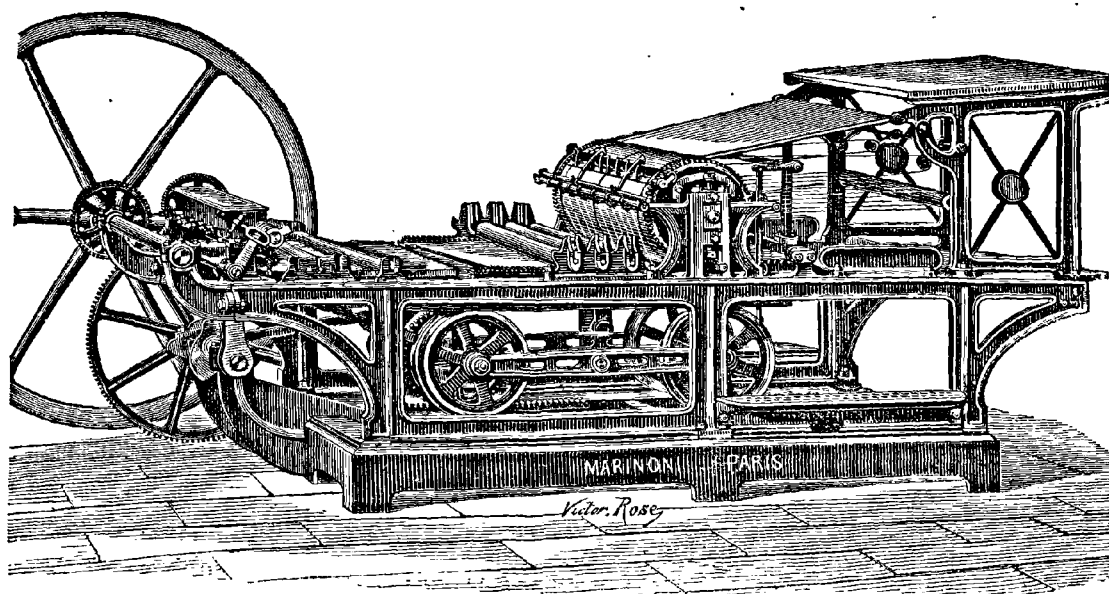
mandé directement par une bielle sans aucun intermédiaire ni de levier ni d'engrenage.

Voilà pour la presse, en quelque sorte élémentaire, mais il va de soi que l'on construit des machines en blanc capables d'un travail plus considérable et plus soigné.

Ainsi chez M. Wibart on trouve des presses perfectionnées de plusieurs types, selon qu'elles sont destinées plus spécialement au tirage des affiches, des labours ou des

travaux de luxe, mais présentant toutes cette facilité que les organes du mouvement sont à l'arrière, ce qui permet au conducteur d'approcher plus aisément du cylindre, du marbre et des rouleaux qui sont complètement dégagés.

Ces machines sont munies aussi d'un nouveau système de position donnant pour la retiration, le repérage le plus parfait; car quelle que soit sa position sur la tige conductrice, la peinture a toujours le même



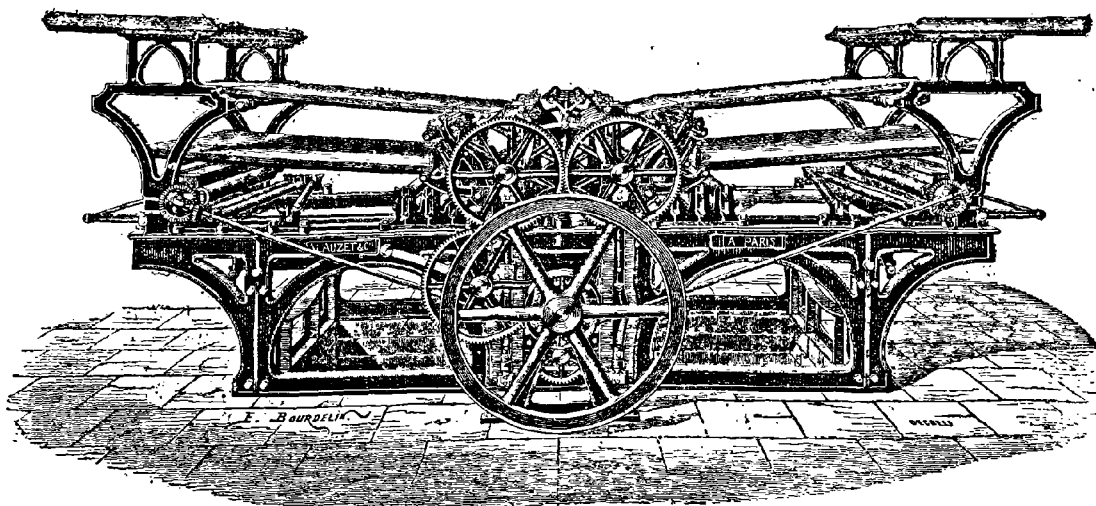
Presse universelle de M. Marinoni.

mouvement rectiligne perpendiculaire à la table à marger, et aussi toujours la même course.

En somme, voici ce qui se produit régulièrement : la feuille étant margée, les pinces se baissent et la fixent sur le cylindre ; les guides se lèvent, la pointure se retire et le cylindre part, emportant la feuille qui,

comme on le voit, n'est jamais abandonnée à elle-même.

Le modèle que représente notre gravure est le type n° 2, le mixte, c'est-à-dire le plus utile, car outre les affiches et labeurs, il peut tirer les vignettes et gravures de luxe et même les aquarelles typographiques (impressions en couleurs), grâce au grand



Presse à retiration de M. Alauzet.

développement du marbre qui permet d'avoir une très grande touche, point essentiel pour obtenir une bonne impression.

A ces presses perfectionnées, quand elles sont destinées plus spécialement au tirage des tableaux pleins et fermés, affiches, et grands à plat, M. Wibart ajoute derrière le cylindre ordinaire, un nouveau cylindre qui a pour but de supprimer et de remplacer les cordons de sortie des feuilles que, dans ces cas spéciaux, on ne peut placer que sur les marges de côté, souvent trop étroites pour que le jeu en soit bien assuré.

Le cylindre de sortie fait plus proprement et plus sûrement leur office, étant armé de pinces qui viennent prendre sur le premier cylindre la feuille imprimée pour l'emporter hors de la machine.

On se rendra du reste facilement compte du fonctionnement en examinant notre gravure.

Les machines en blanc de M. Alauzet portent aussi le nom de *presses perfectionnées*, elles ne diffèrent essentiellement des précédentes que par la disposition des organes du mouvement qui sont à l'avant au lieu d'être à l'arrière, ce qui immobilise tout un côté du marbre, il est vrai, mais dégage complètement la réception.

Les deux systèmes ont d'ailleurs leurs partisans.

M. Alauzet fabrique deux types de machines en blanc : sa presse en blanc perfectionnée à mouvement direct, qui est bonne à tous tirages et qu'il modifie, selon demande, en la munissant d'un cylindre d'un plus grand diamètre.

Et sa grande presse, destinée spécialement au tirage des travaux de luxe et de la chromotypographie et qui fait ses preuves tous les jours à l'*Illustration* et au *Monde illustré*.

Cette machine n'est d'ailleurs qu'un augmentatif de celle que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs, le cylindre est plus gros, il y a plus de rouleaux et l'encrage qui se fait par un système perfectionné en

rend la touche bien plus efficace pour l'impression des gravures.

La presse perfectionnée de M. Marinoni s'appelle l'*Universelle*, c'est assez dire que ce constructeur n'a qu'un modèle, qu'il exécute naturellement pour différents formats et qui est basé sur le même système que son *Indispensable* ; l'impression s'y fait de la même façon, si ce n'est qu'il faut un receveur, puisqu'elle n'a pas de receveur automatique ; mais elle porte un format beaucoup plus grand, et peut imprimer toutes sortes de travaux, même et surtout les ouvrages à gravures ; car elle est munie de rouleaux chargeurs mobiles d'une invention toute récente, qui, répartissant l'encre avec plus de régularité, lui donnent plus de brillant et plus de vigueur, ce qui permet d'obtenir des tirages aussi nets et aussi légers que possible.

MACHINES A RETIRATION

La presse à retraitation, qu'on appelle plus spécialement presse à labours, est une machine mixte, car si elle imprime en blanc, c'est-à-dire d'un seul côté, elle peut aussi imprimer en retraitation, c'est-à-dire des deux côtés et donner couramment de 800 à 1,000 exemplaires à l'heure, selon sa construction, et l'habileté du conducteur.

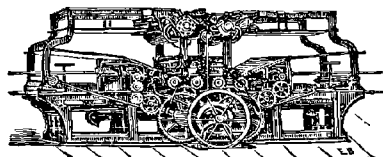
Il est d'ailleurs toujours possible d'imprimer les deux côtés à la fois, il suffit que le marbre soit assez grand pour contenir les deux formes, recto et verso, et l'on ne coupe son papier que de façon à avoir deux exemplaires sur chaque feuille.

Ceci est presque la définition de la machine qui nous occupe, car en général les presses à retraitation, inventées par M. Rousselet, perfectionnées d'abord par M. Normand, et depuis par les constructeurs, qui ont à peu près chacun leur système, ne sont pas autre chose que la réunion de deux machines en blanc.

Elles ne tiennent pas plus de place et n'exigent que le même personnel depuis

que la décharge, jusqu'alors indispensable pour empêcher le maculage, a été supprimée par l'emploi d'un appareil fort ingénieux que nous avons vu fonctionner à la dernière exposition.

Cet appareil, inventé par M. Nelson, imprimeur d'Edimbourg, est adapté aujourd'hui à toutes les machines de M. Marinoni, qui est concessionnaire du brevet pour la France.



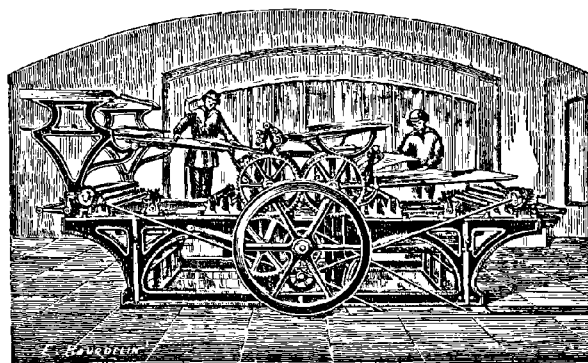
Machine à journaux à 4 cylindres de M. Wibart.

En principe, et sauf les modifications apportées par nos constructeurs modernes, il n'y a que deux sortes de machines à rétiration.

Les presses à gros cylindres, que nous ne décrivons pas, parce qu'on n'en construit plus, et les presses dites à soulèvement, qui sont les plus usitées et qu'on appelle ainsi parce que les deux cylindres y sont

soulevés alternativement par un mouvement, combiné avec le va-et-vient du marbre, pour laisser passer librement les formes qui sont placées de chaque côté de la table, laquelle a naturellement deux encriers et double jeu de rouleaux encreurs.

Voici, du reste, d'après M. Monet, le mouvement général d'une machine à rétiration :
« La prise de la feuille a lieu dans la



Presse à rétiration de M. Marinoni.

partie supérieure du côté de seconde, les pinces sont amenées à cette place par la rotation du cylindre. Au moment où elles y arrivent, le porte-cames s'avance et le galet du secteur rencontrant une came fait ouvrir les pinces, qui ainsi ouvertes passent sous la table de marge. Parvenu à l'extrémité de cette came, le galet se trouve

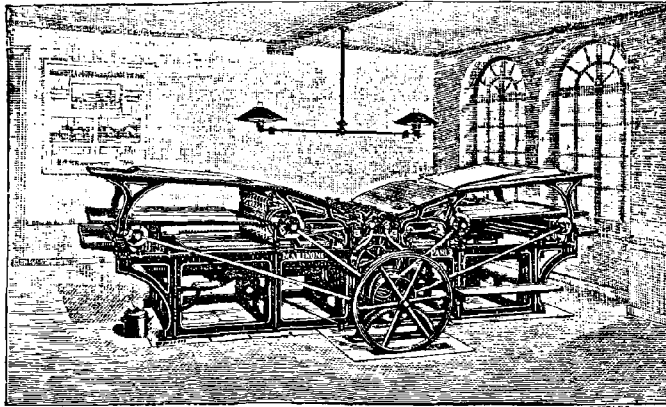
vide et n'a plus d'action sur le secteur, qui reprend sa place, poussé par le ressort dans le sens qui fait tomber les pinces.

« La feuille est alors saisie et entraînée en pression. Le marbre, mis en mouvement par la crémaillère, s'avance à la rencontre du cylindre et lorsque les pinces arrivent en bas, le cylindre s'abaisse, entre en con-

tact avec la forme, qui coïncide ainsi avec la partie étoffée et la mise en train.

« Pendant que ce cylindre opère la pression, celui du côté de première est soulevé pour donner passage à la forme. A

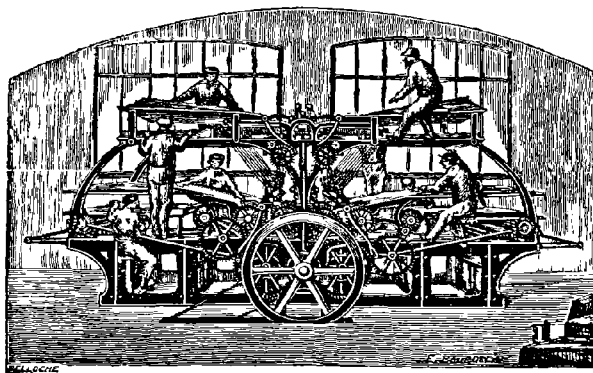
mesure que la feuille passe en pression entraînée par la rotation du cylindre, elle remonte vers la prise, la dépasse et revient au point de rencontre des deux cylindres. A ce moment la manivelle des pinces du



Presse à réaction (Marinoni) à 2 cylindres.

cylindre, côté de première, rencontre une came ; les pinces s'ouvrent graduellement et leur extrémité passe sous les bords de la feuille imprimée, qu'elles saisissent pendant que celles du cylindre, côté de seconde, s'ouvrent de la même manière et l'abandonnent.

« Quand la feuille entre en pression au côté de première, le marbre s'avance, le cylindre de ce côté s'abaisse, et celui du côté de seconde est soulevé à son tour. Le second côté de la feuille imprimé, celle-ci remonte vers la sortie et se présente aux mains du receveur. »



Presse à réaction (Marinoni) à 4 cylindres.

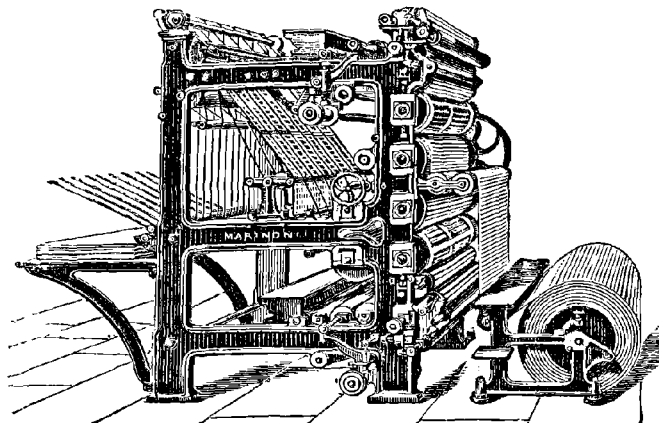
On comprend donc comment s'opère le tirage sur une machine à retiration, mais on doit comprendre aussi que la feuille imprimée au verso présente son côté humide

au second cylindre, qui fera l'impression du recto, et y dépose naturellement toujours un peu d'encre, qui maculera plus ou moins la feuille que ce cylindre pressera ensuite.

C'est pour éviter ce maculage que l'on passe sous la presse, par le même procédé qui prend les feuilles à imprimer, des feuilles de décharge qui, s'interposant entre le côté imprimé et le cylindre, jouent

exactement le même rôle que la feuille de buvard posée sur une page encore humide.

Aucun tirage soigné ne peut être fait sur une presse à retiration si l'on ne tire



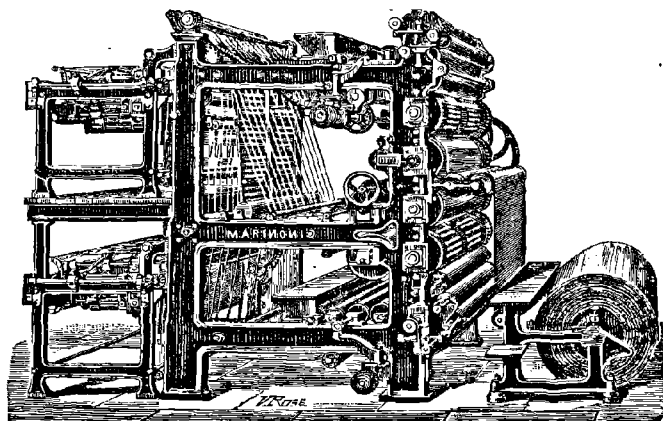
Presse rotative Marinoni.

en décharge, ce qui nécessite un margeur de plus.

Cependant, on peut économiser ce surcroît de main-d'œuvre, en adaptant aux machines l'appareil *Nelson*, qui supprime,

pour les travaux courants, l'emploi des feuilles de décharge.

Fidèle à notre principe de ne rien négliger de ce qui peut éclairer nos lecteurs, nous mettons sous leurs yeux, les machines à



Presse rotative Marinoni avec plieuse.

retiration de nos principaux constructeurs.

Elles diffèrent peu d'ailleurs, et il faut y regarder de bien près pour ne pas les confondre; chacune a cependant sa particularité.

Ainsi, celle de M. Wibart, dont tous les organes sont intentionnellement très robustes, a la partie de ses cylindres qui ne sert pas à imprimer pourvue d'une seconde

gorge, dans laquelle sont placés deux tendeurs de blanchets, disposition qui permet d'employer des étoffes plus minces, de pouvoir tendre ces étoffes séparément en supprimant les épingles et d'éviter que les cylindres ne touchent au retour, au commencement des soulèvements.

Celle de M. Marinoni, pourvue de l'appareil Nelson qui supprime la marge en décharge, l'est aussi, ou peut l'être à volonté, soit d'un receveur mécanique simple, soit d'un receveur mécanique double, l'un recevant la feuille imprimée, l'autre la feuille de décharge, si l'on ne se sert pas de l'appareil Nelson.

Celle de M. Alauzet a plus de développement, les marbres y sont plus étendus, ce qui permet une touche plus complète, et elle possède un système spécial de marge à décharge pour éviter le maculage; elle peut aussi se prêter parfaitement à l'installation d'un receveur mécanique, ce qui, d'ailleurs, n'est impossible dans aucune machine.

MACHINES A RÉACTION

Les presses à réaction, destinées plus spécialement au tirage des journaux, font la besogne encore plus vite que les presses à retraitation, car non seulement elles tirent les deux côtés à la fois, mais elles les tirent d'un seul coup; pour cela il faut un marbre assez grand pour recevoir du même côté recto et verso et tirer sur du papier double, de façon à ce que chaque feuille contienne deux exemplaires.

Voici comment l'opération se produit: les cylindres sont commandés par le marbre et disposés de façon à ce que, suivant son mouvement de va-et-vient, ils tournent alternativement dans les deux sens, d'où le nom de réaction donné à la machine puisque les cylindres réagissent continuellement, ce qui permet à chacun d'imprimer le recto et le verso du même coup.

Pendant que le marbre s'avance vers une

extrémité de la machine, la feuille reçoit la pression de l'autre côte; puis, entraînée par les cordons, elle passe sous un rouleau de bois qu'on nomme *registre* qui la retourne et la ramène en retraitation sous le cylindre au moment même où le marbre, revenant, le fait tourner dans le sens opposé.

Nous disons le cylindre, parce que dans le principe les machines à réaction n'avaient qu'un seul cylindre. Mais on les a vite perfectionnées pour obtenir plus de rapidité dans le tirage des journaux, car les machines à réaction ne sont pas employées pour le labeur.

Les modèles que nous en donnons, empruntés à divers constructeurs, car ces machines ne diffèrent que par les détails, le prouvent du reste.

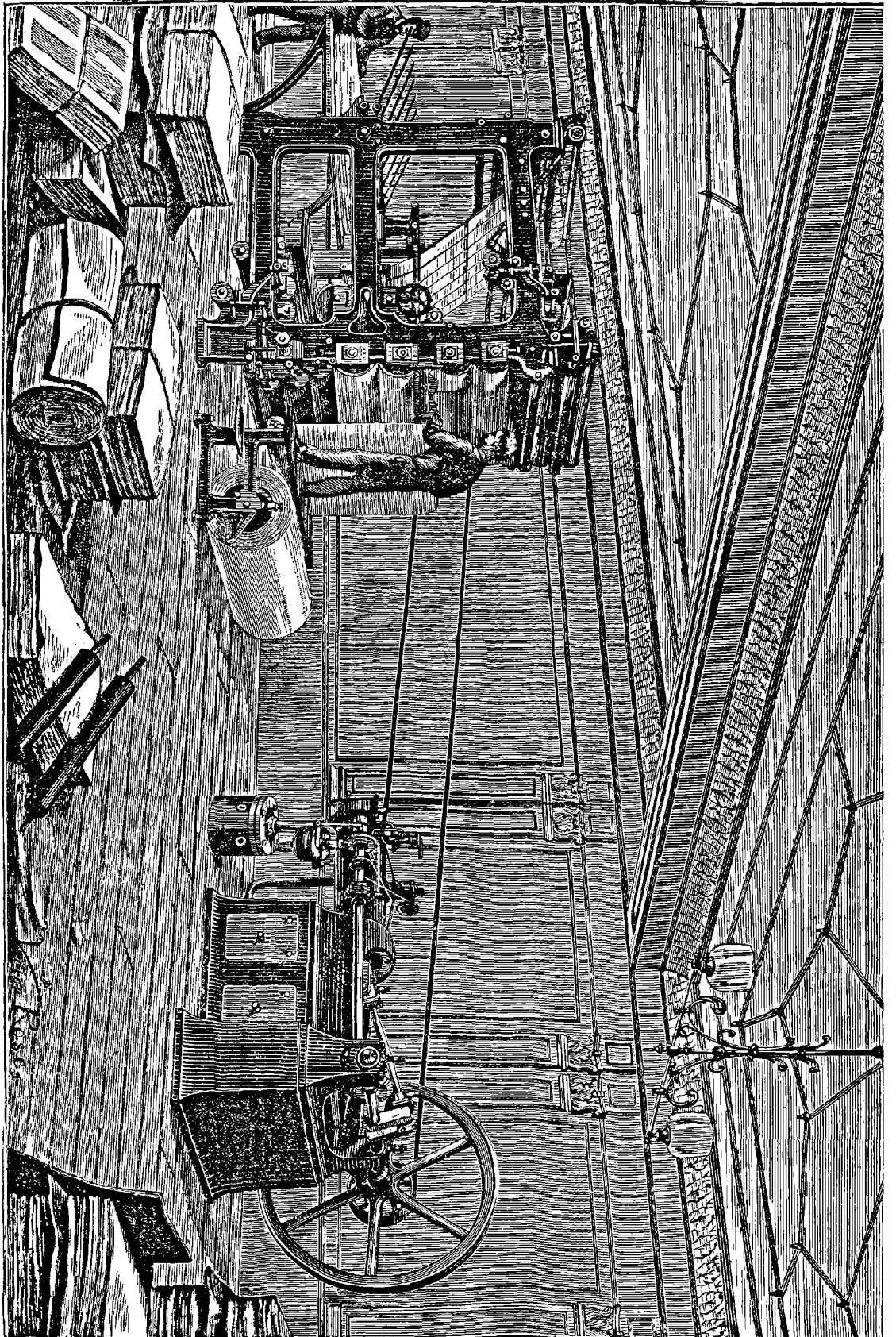
Les premiers sont les presses à deux cylindres qui exigent naturellement chacune deux margeurs et deux receveurs, mais qui, bien conduites, peuvent tirer de 4,000 à 4,500 exemplaires.

Ces machines ont un inconvénient, elles tiennent de la place: ainsi, celle de M. Wibart, si petite sur notre dessin, a 5 mètres 50 de long sur 2 mètres 20 de largeur, et son poids dépasse 5,000 kilogrammes.

Les proportions des autres ne sont pas moindres, celle de M. Alauzet même est plus allongée, d'après le principe de ce constructeur de donner le plus de développement possible à ses marbres.

L'autre type est à quatre cylindres et demande un personnel double, mais elle livre couramment de 6,000 à 7,000 exemplaires à l'heure et ne tient guère plus de place.

Ce tirage était bien quelque chose; intrinsèquement il est énorme, mais relativement il est bien insuffisant pour les journaux qui, ne vivant que d'actualité, ne peuvent pas languir sous presse, et pour les gros tirages on était obligé d'employer plusieurs machines et naturellement de faire autant de clichés, ce qui prenait du



90.

MOEURS A GAZ HORIZONTAL, SYSTEME OTO, DE 8 CHEVAUX DE FORCE,
ACTIONNANT UNE PRESSE ROTATIVE SYSTEME MAHINONI.

temps et de la matière et nécessitait un personnel considérable.

C'est alors que l'on imagina les machines rotatives.

MACHINES ROTATIVES

La machine rotative ne fut pas d'abord ce merveilleux instrument dont se servent aujourd'hui tous les grands journaux quotidiens et qui tire 40,000 exemplaires, dans le format du *Petit Journal*, à l'heure, ou 20,000 du grand format.

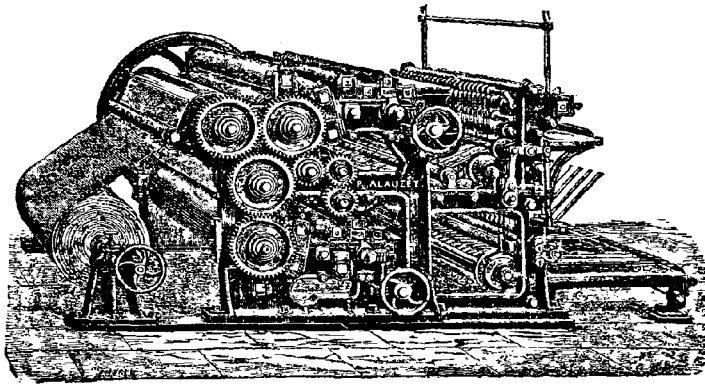
On commença bien par donner à la composition la forme cylindrique, ce qui n'était

pas difficile en faisant des clichés que l'on peut cintrer à volonté selon les moules que l'on emploie, mais on ne pensa pas à placer les cylindres imprimeurs tout autour de la forme, de façon à obtenir, à chaque rotation de celle-ci, autant de feuilles imprimées qu'il y a de cylindres.

On y arriva progressivement, mais alors on ne tirait qu'en blanc, et pour la retiration il fallait marger de nouveau.

Bref on obtenait tout au plus, et avec un assez nombreux personnel, 10,000 exemplaires à l'heure.

En 1867, M. Marinoni construisit une



Une de nos grandes machines pour le tirage à la presse rotative, au format de *Le Petit Journal*, à l'heure, et tirant 40,000 exemplaires.

Presse rotative de M. Alauzet, pour le tirage des grands journaux.

machine rotative à six cylindres qui tirait 36,000 petits journaux à l'heure. Le résultat était beau, mais la machine était encombrante et il fallait six margeurs pour la servir : il est vrai qu'on se passait de receveurs, puisque les feuilles étaient reçues mécaniquement.

La machine rotative d'aujourd'hui tient peu de place, et fonctionne sans personnel ; il ne lui faut ni margeur ni receveur ; elle économise même le trempage du papier, elle fait tout elle-même, jusqu'à compter les feuilles qui sont déposées par cent sur les tables de réception, et cela avec une rapidité vertigineuse.

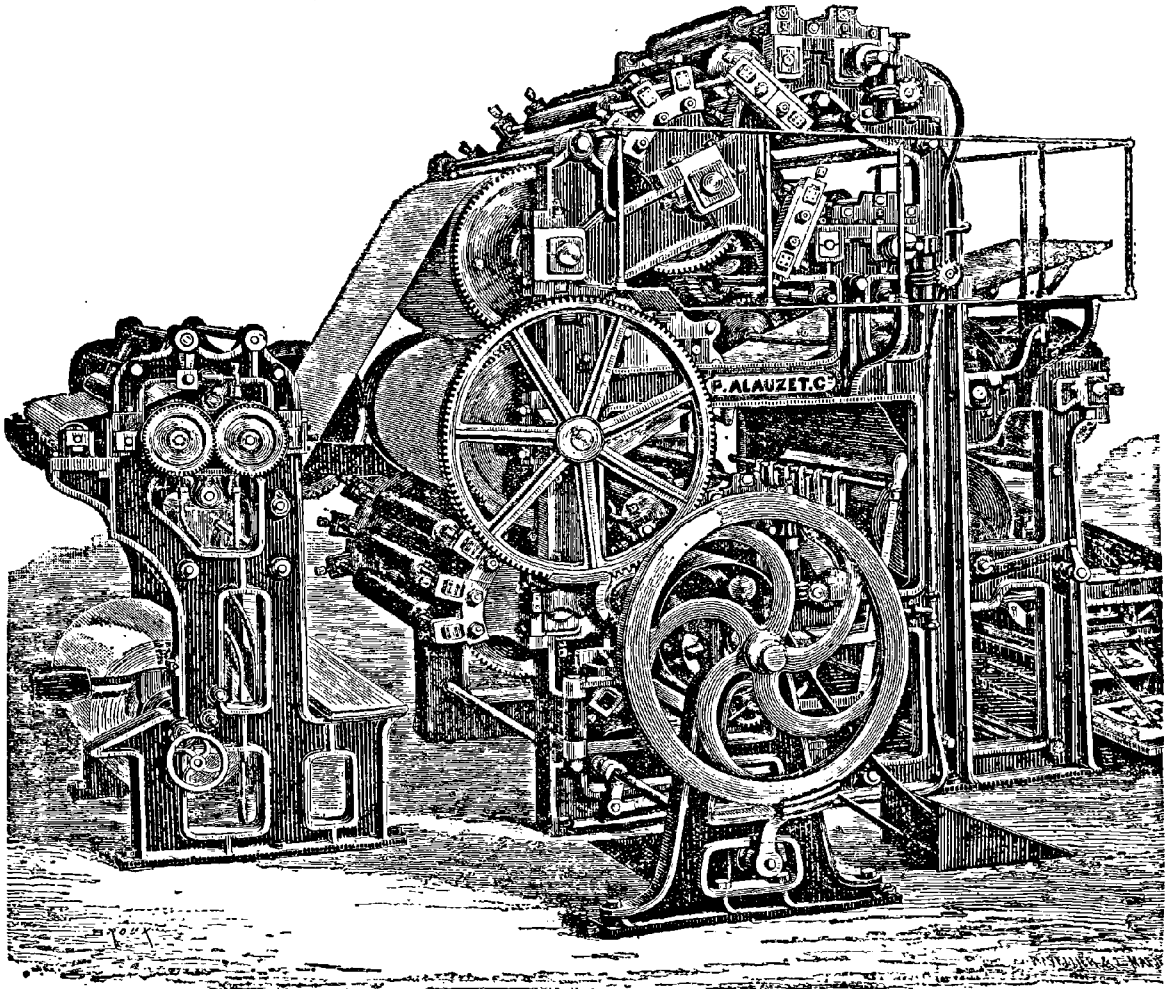
Le papier employé pour le tirage à la machine rotative est du papier continu qui se livre en rouleaux de 4,300 mètres de longueur, fournissant quarante mille grands journaux.

Le rouleau en place et la machine en mouvement, le papier se déroule comme un immense ruban, se trempe, s'imprime, se coupe, se plie même (car on adapte des plieuses aux machines rotatives), sans qu'on ait le temps de voir comment, tant les cylindres tournent vite. Heureusement, je trouve dans le rapport de la délégation ouvrière à l'exposition de Vienne de 1873 une description qui nous permettra de suivre l'opération.

« A l'un des bouts du rouleau de papier est adapté un frein qui le comprime plus ou moins, au moyen de poids, afin d'éviter qu'il se déroule trop vite et de permettre que la feuille parte toujours tendue. Un régulateur est aussi fixé pour attirer ou re-

pousser le rouleau de papier, ce qui permet de régulariser la marge des côtés.

« La feuille, en partant, passe entre deux petits cylindres de cuivre qui ont reçu une certaine humidité d'un autre cylindre en cuivre cannelé, baignant dans un récipient



Presse rotative de M. Alauzet pour le tirage des gravures.

d'eau, un couteau de caoutchouc n'en laissant passer que juste la quantité suffisante. La feuille, en remontant, passe entre deux cylindres de bois et redescend entre deux cylindres en fonte, où se trouve adaptée une scie qui la détache; elle s'imprime immédiatement entre les cylindres de pression et

les formes cylindriques qui sont disposées horizontalement.

« Un séparateur, placé dans la fosse, au milieu et au-dessous des cylindres de pression, envoie la feuille simultanément sur quatre raquettes (deux de chaque côté de la machine) qui la déposent sur les tables à

recevoir; une mollette coupe la feuille dans le milieu de sa largeur, avant son arrivée à la raquette »

Depuis que ces lignes ont été écrites, M. Marinoni a considérablement amélioré sa machine, mais les éléments constitutifs sont restés les mêmes; on y ajoute, entre

autres choses très pratiques, un avertisseur qui, réglé par le compteur automatique qui s'applique, d'ailleurs, aux presses de toutes sortes, fait sonner un timbre sitôt que cent exemplaires sont tirés; ce qui permet au conducteur de livrer ses feuilles par paquets de cent, sans avoir d'autre peine que de les

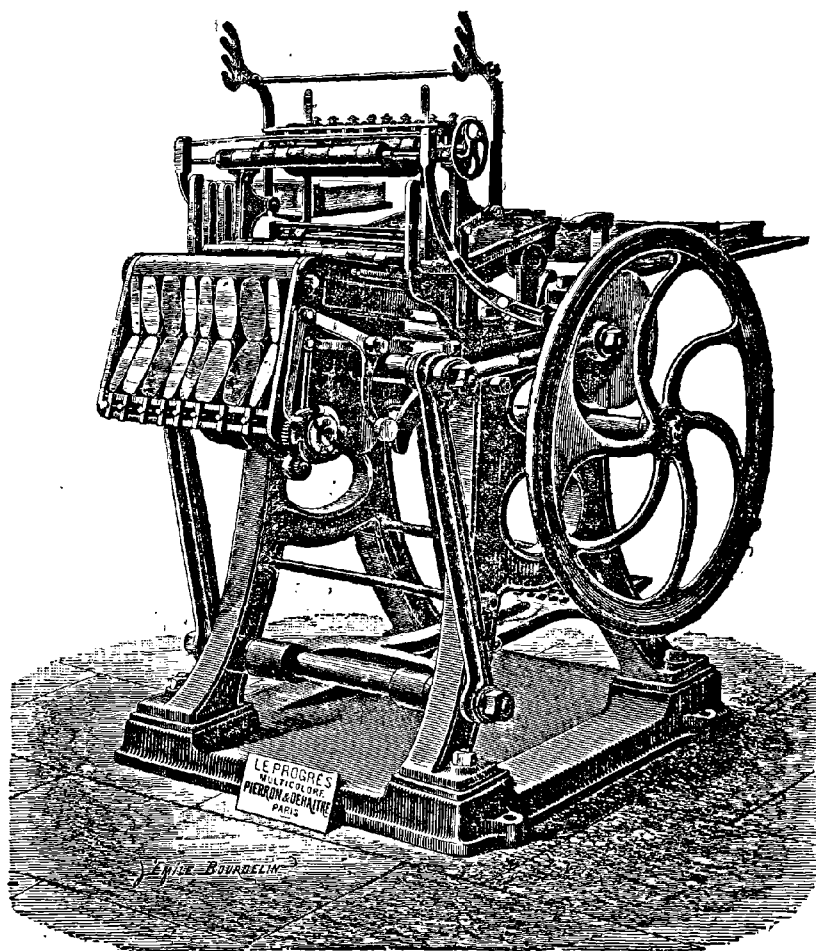


Table Bacon pour le tirage en couleur, adaptée à la machine à pédale de MM. Pierron et Dehaitre.

faire enlever des tables à réception sitôt qu'elles y sont empilées.

Les plieuses adaptées aux presses rotatives, sont une amélioration bien plus appréciable encore pour les journaux; les exemplaires sortant de là tout pliés et prêts à recevoir la bande.

Liv. 99.

Mais ce n'est pas encore tout, l'avenir nous réserve certainement de nouveaux perfectionnements, car nos constructeurs ont tant trouvé depuis vingt ans que la routine elle-même n'oserait leur dire : Tu n'iras pas plus loin.

Du reste M. Marinoni n'est pas seul cons-

99

tructeur de machines rotatives. S'il a établi celles avec lesquelles se tirent journellement le *Petit Journal*, le *Figaro*, la *France*, et beaucoup d'autres feuilles quotidiennes, M. Derriey a construit celles dont se servent entre autres journaux à gros tirage, le *Petit Moniteur*, la *Petite Presse*, l'*Intransigeant*, la *Lanterne*, le *Petit National*, le *Petit Caporal*.

M. Alauzet de son côté n'est pas resté en arrière, et c'est avec une de ses machines que l'on tire tous les jours la *Petite République Française*, à raison de 70,000 exemplaires à l'heure; ce qui est un notable progrès.

C'est du reste la presse rotative qui s'écarte le plus du type adopté généralement: moins élevée, sa machine est plus longue, elle ne tient cependant pas plus de place car le rouleau distributeur de papier est plus rapproché des cylindres, disposés d'ailleurs d'une façon particulière ainsi qu'on le verra par notre gravure.

M. Alauzet construit aussi une machine rotative destinée au tirage des gravures et illustrations.

Cette machine, dont les cylindres sont d'un fort diamètre, est à double touche par sept rouleaux toucheurs pour chaque forme, ce qui permet un encrage très complet.

Elle présente aussi cette particularité qu'on n'y voit pas un seul cordon, le papier suivant sa voie sur les cylindres, jusque et y compris le pliage, par une disposition fort ingénieuse.

Elle fonctionne avec une seule composition, ce qui économise des frais de clichés (toujours assez importants quand il s'agit de gravures) et fait gagner beaucoup de temps pour la mise en train et les découpages, qu'il ne faut faire qu'une fois.

La mise en train, du reste, est rendue très facile par la disposition des cylindres qui sont à découvert et à la portée du conducteur.

Le maculage est évité par une disposition

spéciale permettant de passer une feuille de décharge.

Enfin, au moyen d'un frein solidaire du levier de débrayage, on peut arrêter instantanément la marche de la machine, ce qui est indispensable quand on veut faire un tirage soigné et régulier, les gravures étant toujours susceptibles de s'encrasser.

Comme on le pense bien, la vitesse de cette machine est bien moindre que celle des presses rotatives à petits cylindres qu'on a justement surnommées Express, mais elle est encore très appréciable, puisqu'avec une seule composition on peut obtenir en moyenne 4 000 exemplaires à l'heure du format double jésus; si l'on plaçait deux compositions (la machine peut les recevoir) on obtiendrait naturellement le double de produit, soit 8 000 exemplaires sortant de la presse, imprimés, coupés et pliés.

Grâce à cette machine on peut maintenant fabriquer des journaux illustrés à bon marché, paraissant quotidiennement; et si l'on ne s'y met pas, à cause de la difficulté des gravures, elle trouvera toujours son utilité pour le tirage des ouvrages en livraisons, de ces publications illustrées qu'on aperçoit à peine à Paris, mais qui ne s'en vendent pas moins à des quantités considérables d'exemplaires.

Il le faut bien, du reste, car les publications du genre de celles-ci ne pourraient pas vivre sans un gros tirage.

LES ROULEAUX

Nous avons souvent parlé des rouleaux encreurs, sans avoir eu occasion d'ouvrir une parenthèse, pour dire deux mots de leur fabrication; cela est utile pourtant, car ils se font généralement dans les imprimeries mêmes.

Ces rouleaux, qui n'ont remplacé les tampons et les balles en cuir avec lesquels on étendait l'encre sur les caractères, que depuis 1814, sont de plusieurs sortes.

Il y a les *preneurs*, qui reçoivent l'encre par leur contact avec les boîtes qu'on appelle encriers, et la déposent sur la table.

Il y a là les *distributeurs*, qui étendent la matière grasse sur la table à encrer; et il y a les *toucheurs*, qui s'humectent sur cette table, où l'encre a été répartie également, et passent sur les formes en les touchant suffisamment pour déposer de l'encre sur toutes les parties saillantes.

Tous, du reste, sont de même composition et ne diffèrent que par le calibre.

Cette composition est un mélange de colle forte avec de la mélasse, à laquelle on ajoute soit du miel, de la glycérine en été, de la gélatine ou selon le procédé du fondeur.

Voici comment elle se prépare : On fait tremper la colle pendant 10 heures à froid dans un bain-marie, avec une quantité d'eau suffisante pour la couvrir complètement. Au bout de ce temps la colle est à peu près fondue, et a absorbé son volume d'eau. On chauffe alors pendant une heure, puis on ajoute la mélasse, dont la quantité doit être moindre, mais varie suivant les saisons. Il est aisé de comprendre que plus on met de mélasse plus les rouleaux sont tendres; or, comme en été il faut des rouleaux durs pour résister aux grandes chaleurs, la quantité de colle forte devra être double de celle de mélasse, et en hiver, les quantités devront être à peu près égales. L'on agite ensuite le tout avec une spatule pour que les deux substances s'amalgament parfaitement, puis on verse la matière dans des moules en fonte placés verticalement le long d'un mur, où on la laisse séjourner 12 heures, après quoi on expose les rouleaux à l'air pendant quelques jours pour qu'ils aient le temps d'acquiescer la consistance nécessaire au service qu'on va leur demander. Si l'on veut faire des rouleaux pouvant servir 12 heures après leur sortie du moule, on n'a qu'à remplacer la mélasse par de la glycérine. Les rouleaux s'usent très vite, surtout les

toucheurs, qui s'effritent au contact des caractères, et pour les conserver on est obligé de les remplacer après quelques heures de travail. Cette précaution est, du reste indispensable, si l'on veut obtenir un tirage propre et bien suivi, car au bout de quatre à cinq heures, selon les tirages, les rouleaux sont fatigués et recouverts de l'espèce de duvet que le papier dépose, en plus ou moins grande quantité sur la forme; ce qui leur enlève toute leur élasticité, qu'ils recouvrent, du reste, sitôt qu'ils ont été lavés et asséchés.

Quand ils sont usés, comme la matière ne s'est point avariée, on la refond pour faire des rouleaux neufs, en l'additionnant d'autant de mélasse et de colle forte qu'il en faut pour donner à la pâte la fluidité nécessaire.

Et c'est précisément pour cela que les imprimeurs fondent eux-mêmes leurs rouleaux, dans les moules, que leur ont fournis les constructeurs, au calibre nécessaire aux machines.

TIRAGES EN COULEURS.

Les tirages en couleurs sont de plusieurs sortes.

Les tirages d'une seule couleur ne demandent point d'explication, puisqu'ils ne diffèrent des tirages en noir, que par l'encre que l'on emploie.

Ils ne souffrent aucune difficulté et deviennent de plus en plus fréquents en typographie, pour les couvertures de livraisons, gravures hors texte, etc.

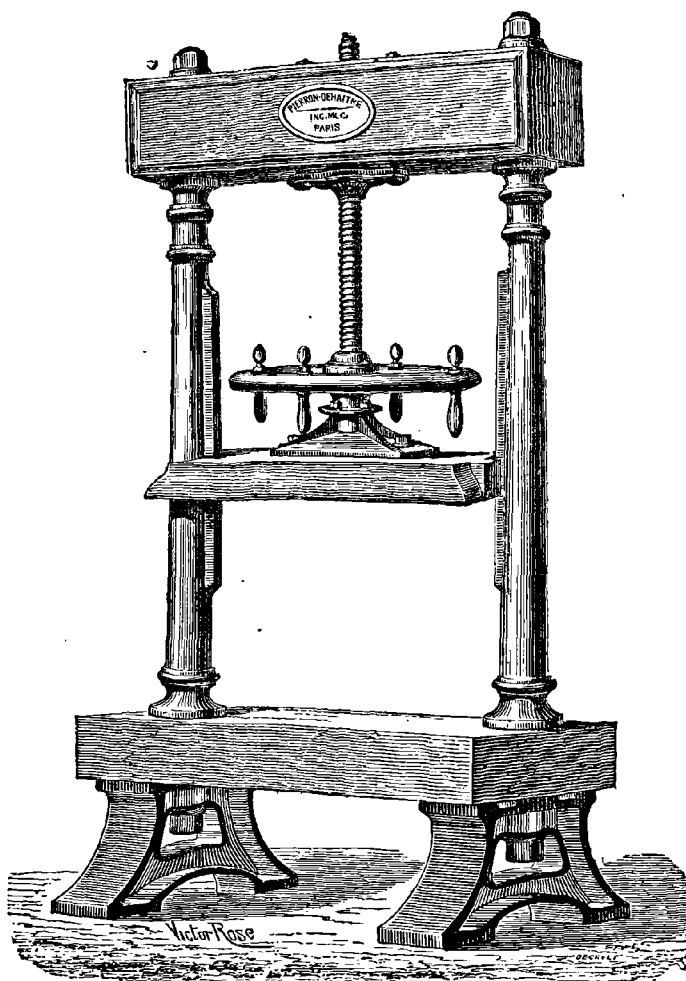
Où la difficulté commence, c'est quand il faut tirer en plusieurs couleurs sur la même feuille.

Ce n'est du reste qu'une question de temps, puisque l'on fait autant de tirages qu'il y a de couleurs à imprimer; on en est quitte, naturellement, pour faire autant de compositions qu'on doit mettre de fois sous presse, en ayant soin de laisser en blanc à chaque tirage toutes les parties qui ne doi-

vent point venir de la couleur que l'on imprime.

C'est ce qui explique pourquoi les chromotypographies, où l'on fait quelquefois dix à douze tirages avec des repèrages très laborieux et qui sont de véritables travaux d'art, coûtent si cher.

Les tirages en couleurs, de travaux de ville, sont infiniment moins difficiles, parce qu'on opère sur des formats très restreints, et qu'avec les machines à pédales, les changements dans la composition, c'est-à-dire le remplacement des lettres et des vignettes à enlever, par des cadrats ou des



Presse à percussion pour le satinsge.

garnitures, peuvent être faits sous presse.

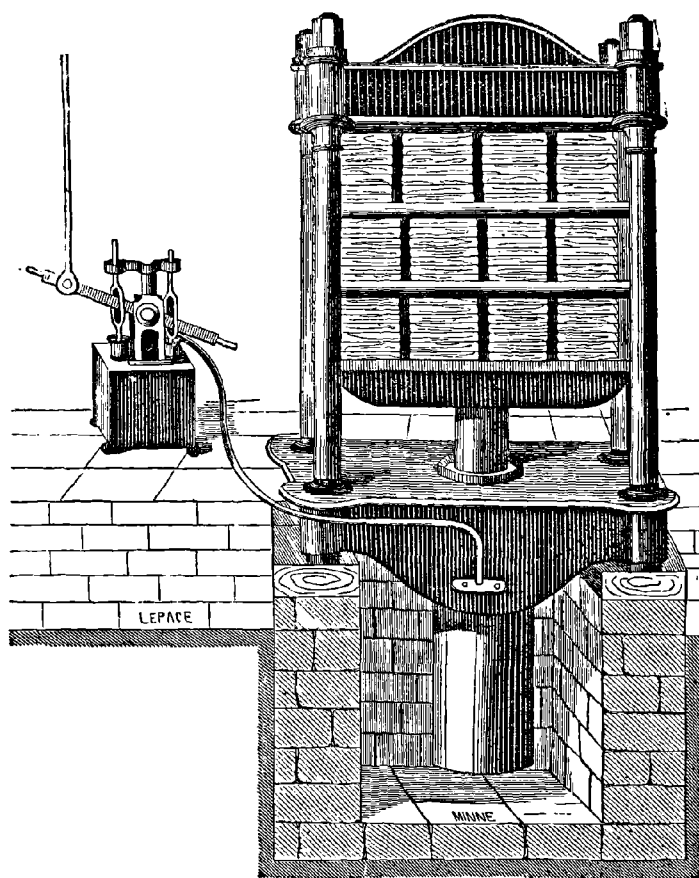
On peut du reste, grâce à l'emploi de la table Bacon, que construisent MM. Pierron et Dehaitre, imprimer à la fois en quatre, cinq et même huit couleurs, à la condition toutefois de tirer par zones, en lignes uniformes;

ce qui est précieux, du reste, pour les prospectus et les affiches.

Deux gravures, représentant des dispositions différentes de ce système, en feront comprendre le fonctionnement, très avantageux et très pratique.

La table Bacon se compose de pièces mobiles, en forme de losange, accouplées deux à deux et qu'un mécanisme spécial force à exécuter un demi-mouvement de rotation, en sens contraire, de sorte que le mouvement exécuté par ces pièces (appelées isolément *diamants*, et par accouplement *éléments*) équivaut à une rotation complète.

La distribution se fait donc sur chaque largeur de ces éléments, aussi uniformément que sur une table tournante. De là pour le tirage, l'avantage inappréciable de pouvoir fournir telle ligne ou telle autre, d'une quantité d'encre voulue et parfaitement distribuée, et de pouvoir tenir compte, dans un tirage multicolore, de la faculté qu'ont cer-



Presse hydraulique de M. Wibart.

taines nuances de fournir peu ou beaucoup.

Les éléments qui composent la table sont de largeurs différentes et on les dispose selon le tirage à obtenir.

A cet effet, on place sur le preneur les pièces séparées du rouleau, de façon qu'elles correspondent aux lignes à encrer, on imprime à la machine un léger mouve-

ment pour que le preneur vienne reposer sur la table, et l'on se guide alors sur les pièces du preneur, pour disposer les éléments en correspondance exacte avec ces pièces ; il suffit pour cela de desserrer les vis et d'opérer les changements d'éléments, selon la largeur des pièces du rouleau preneur.

Il ne reste plus qu'à mettre la machine en mouvement et à régler chaque encrier pour obtenir l'intensité voulue.

On peut se servir d'encriers de tous systèmes, à la condition d'y installer des cloisons mobiles, destinées à séparer les couleurs en compartiments, exactement de mêmes largeurs que les pièces correspondantes des rouleaux preneurs; et qu'il suffit d'ouvrir ou fermer pour obtenir une plus ou moins grande quantité de couleur.

Dans l'application à la machine à pédale le *Progrès*, que représente notre gravure, la table Bacon est disposée pour imprimer en huit couleurs, soit différentes, soit alternées selon les travaux à exécuter.

Si l'on veut s'en servir sur une machine en blanc pour le tirage des affiches, comme on le voit dans notre gravure hors texte, où la table est disposée pour cinq couleurs, on ne se contente pas de grouper les diamants par éléments; on en ajoute autant que la longueur de la table le permet, ce qui donne une meilleure distribution.

C'est avec ce système que l'on tire économiquement ces papiers teintés à trois ou quatre couleurs, sur lesquels on prend l'habitude d'imprimer maintenant les affiches, mais il serait tout aussi facile, sinon plus simple, d'y imprimer les affiches elles-mêmes.

LE SATINAGE

Lorsque le tirage est fait, s'il s'agit de journaux, tout est dit; il n'y a plus qu'à plier ceux qui doivent être expédiés aux abonnés, car les exemplaires destinés à la vente sur la voie publique sont emportés en feuilles de sous la presse.

Mais s'il s'agit de labours ou de publications soignées, il est d'usage de satiner les feuilles pour faire disparaître le relief produit sur la surface du papier par la pression, et qu'on appelle foulage.

L'opération a beaucoup de rapport avec le glaçage; seulement au lieu de plaques de

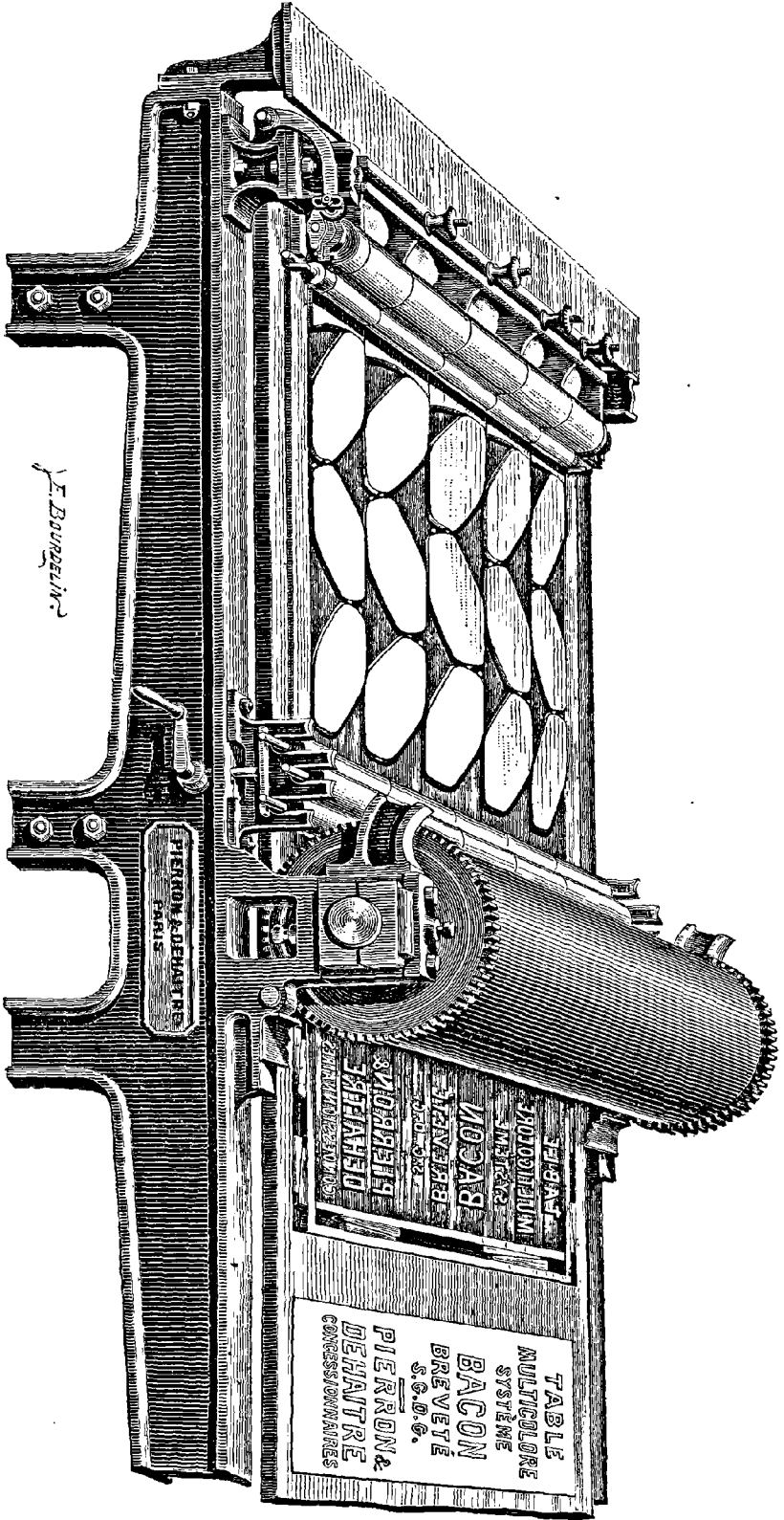
zinc, on se sert de feuilles de carton d'un format naturellement plus grand que les feuilles à satiner, que l'on dispose sous une presse à percussion, une à une entre deux feuilles de carton, en ayant soin, à peu près toutes les cinquante feuilles, de placer un plateau de bois destiné à maintenir la pile et à lui imposer la surface plane.

La pile assez haute, on serre la vis, et l'on maintient les feuilles en pression pendant plusieurs heures; après quoi, les cartons sont retirés de sous presse, et les feuilles satinées enlevées font place à de nouvelles feuilles.

Tel est le système rudimentaire, mais comme le dit M. Paul Dupont dans son *Histoire de l'imprimerie*: « dans les maisons de premier ordre où s'exécutent tous les travaux qui se rapportent à la typographie et où se satinent continuellement d'énormes quantités de papiers, les anciens procédés seraient insuffisants, aussi y a-t-on installé un grand nombre de presses hydrauliques qui économisent les trois quarts du temps exigé par les presses ordinaires. Lorsqu'il est possible de les installer à proximité d'une machine à vapeur, ce moteur peut être utilisé et remplacer le bras de l'homme; une seule pompe peut faire manœuvrer quatre presses. Le transport des papiers encartés se fait au moyen de grands chariots roulant sur de petits chemins de fer; grâce à cet ingénieux système, on peut satiner des centaines de rames tous les jours. »

LE PLIAGE

Les feuilles une fois satinées sont portées au pliage; l'opération est toute simple pour les publications périodiques, les ouvrages qui se vendent en feuilles ou, comme on dit généralement, en *livraisons*; mais pour les livres, elle demande sinon plus de soin, du moins plus d'attention, car il faut que l'ouvrière prenne toujours son papier dans le même sens et le plie de façon à ce que les



100.

TABLE MULTICOLORE BACON POUR LE TIRAGE EN COULEURS.

pages se suivent exactement dans l'ordre de leur foliotage, ce qui amène nécessairement en évidence le chiffre de repère, qu'on appelle *signature*, et que le metteur en pages a placé au bas de la première page de chaque feuille.

Ces chiffres, qui sont quelquefois remplacés par des lettres, placées par ordre alphabétique, servent d'indication au brocheur auquel les feuilles sont livrées sitôt qu'elles sont pliées.

LE BROCHAGE

Le brochage, qui consiste à réunir en un tout les différentes feuilles imprimées qui doivent composer un volume, comprend plusieurs opérations.

La première est *l'assemblage*, que son nom explique suffisamment; il s'agit, en effet, d'assembler dans leur ordre les feuilles à brocher.

Pour cela, elles sont disposées par tas de feuilles semblables, qu'on appelle *formes*, devant l'ouvrier qui prend d'abord la feuille portant la signature 1 ou A, puis la feuille n° 2, la troisième, la quatrième et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ait en main un cahier comprenant l'ouvrage complet.

Le premier cahier terminé, il en fait un second, puis un troisième et ainsi de suite jusqu'à épuisement des formes. Alors, en place des tas, il y a sur l'établi des piles de cahiers posés en croix l'un sur l'autre, pour que le brocheur proprement dit, qui va commencer son travail, ne puisse pas faire d'erreur en les prenant.

Le brocheur prend la feuille 1, la renverse sur un feuillet de papier blanc, sur lequel sera collée la couverture et qu'on appelle *garde*. Le feuillet doit être un peu plus large que le format du livre, de façon à pouvoir se replier sur le petit cahier formé par la première feuille; pour être piqué avec elle par la longue aiguille enfilée, qu'on appelle *broche*, dont l'ouvrier perce d'abord la feuille par dehors, puis à une petite dis-

tance du premier trou, de dedans en dehors, de sorte que son aiguille pourra percer, à la même hauteur la seconde feuille, qui sera mise sur la première et percée à son tour de dedans en dehors, pour se relier par le même entrelacement, qu'on appelle *chaînette*, avec la troisième, qui sera elle-même réunie avec la quatrième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière feuille, doublée comme la première, mais en sens inverse, d'un feuillet de garde.

Cela fait et le fil, arrêté par un nœud, à la dernière feuille comme il l'a été au point de départ, l'ouvrier n'a plus qu'à fixer la couverture du volume, opération toute simple qui s'obtient en enduisant de colle les deux feuillets de gardes et le dos de la brochure et en y faisant adhérer la couverture, sans la froter, pour ne pas maculer le titre.

Puis il laisse sécher à l'air libre, il ébarbe avec des ciseaux spéciaux les feuilles ou parties de feuilles qui dépassent la couverture et le volume terminé peut être livré à l'éditeur.

LA RELIURE

Bien que la reliure soit un art spécial, elle est la suite si naturelle du pliage et même du brochage que nous en dirons ici quelques mots pour compléter notre étude sur l'imprimerie, en suivant le livre jusqu'à sa dernière transformation.

Ce travail qui consiste, comme chacun le sait, à coudre ensemble avec plus de soin qu'on n'en apporte au brochage, les feuilles qui doivent composer un volume, et à les envelopper d'une couverture solide et élégante, comprend plusieurs opérations.

L'assemblage des feuilles est naturellement la première de toutes : si le livre sort de l'imprimerie c'est bien simple, il n'y a qu'à placer les cahiers l'un sur l'autre et à en faire des petits paquets, qu'on appelle *battées*, s'il a déjà été broché on le découd pour le diviser en autant de battées qu'il est nécessaire.

2° Le *battage* consiste à réduire l'épaisseur des cahiers disposés en battées et à leur donner une surface plane.

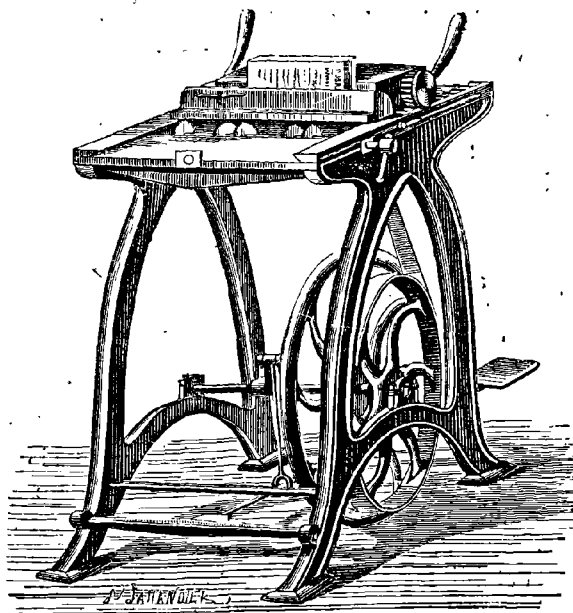
Il s'opère de deux façons, soit au marteau soit au laminoir.

Dans le premier cas l'ouvrier prend ses battées l'une après l'autre, de la main gauche, les pose sur un bloc de pierre ou de fonte très uni, et frappe dessus de la main droite avec un marteau à manche court, pesant 4 à 5 kilogrammes, puis il les met sous presse pour faire disparaître les gondolages.

Dans le second cas, le plus usité maintenant, du reste, on fait passer les battées entre deux feuilles de zinc, sous des laminoirs spéciaux qui ne diffèrent que par la grandeur de ceux dont nous avons déjà parlé.

3° Le *gréçage* a pour objet de tracer sur le dos du volume, un certain nombre d'entailles destinées à loger les cordelettes sur lesquelles les feuilles seront cousues, et qu'on appelle nerfs.

A cet effet on place le volume entre deux planches épaisses nommées *membrares*, qui ne laissent saillir que de quelques milli-



Machine à grecquer de MM. Janiot et Barre.

mètres, son dos, sur lequel on pratique avec unescie, les entailles qu'on appelle *grecques*.

On a pour cela des machines fort ingénieuses qui font la besogne toutes seules et bien plus régulièrement qu'on ne le pourrait à la main. Celle dont nous donnons un dessin est fabriquée par MM. Barre et Janiot, comme tous les outils de relieur, que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs.

Sitôt le *gréçage* terminé on munit le volume de deux bandes de papier blanc, que

l'on appelle *onglets* ou *sauve-garde*; parce qu'en effet, placées au commencement et à la fin du livre, elles sont destinées à protéger les gardes; on les enlève du reste quand le travail est fini.

4° Le *cousage*, exécuté généralement par des femmes et qui doit être beaucoup plus solide que le piquage des brocheurs se fait quelquefois à la main, mais principalement au cousoir, qui est beaucoup plus expéditif.

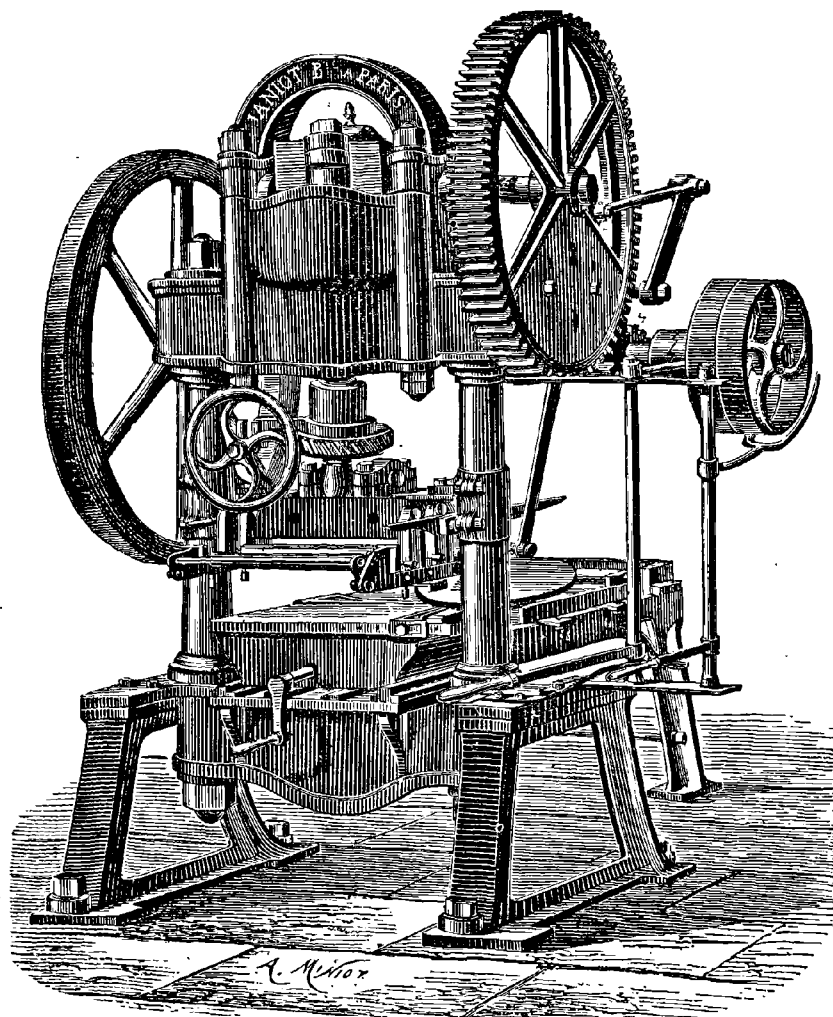
Cet instrument, fort simple d'ailleurs, con-

siste en une table, surmontée d'une traverse horizontale mobile sur deux montants à vis, de façon à pouvoir être haussée ou baissée à volonté, pour tendre verticalement les nerfs, qui doivent passer dans les grecques et qui sont fixés au-dessous de la table, percée d'une fente à cet effet.

Les nerfs tendus, on attache les feuilles après au moyen d'un fil continu, que l'on passe dans le milieu de chaque cahier et qui fait un tour sur chaque nerf.

Il y a deux façons de coudre : au *point devant*, ou au *point arrière*.

Le point devant se fait en sortant l'ai-



Presse au noir et à dorer de MM. Janiot et Barre.

guille en dehors, de l'autre main, à côté de la ficelle, de façon à laisser la ficelle à gauche, on rentre ensuite l'aiguille de dehors en dedans, ce qui fait que le fil n'entoure le nerf que sur la moitié de sa circonférence.

Liv. 100.

Le point arrière, de beaucoup préférable, se fait en piquant son aiguille de manière à laisser le nerf à droite, mais à faire un tour dessus avant de rentrer le fil du dehors en dedans.

On est arrivé à rendre l'opération du

100

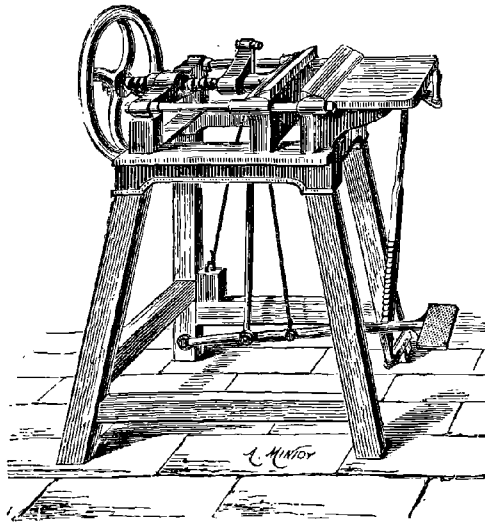
cousage moins longue, en cousant à la fois deux, trois ou quatre cahiers.

Pour coudre à deux cahiers on tend trois ficelles, on entre l'aiguille par le trou de la première ficelle en dedans, de cette façon le fil entoure la ficelle avant d'entrer dans la seconde feuille. On ressort en dehors par le trou de la seconde ficelle, l'aiguille qui rentre alors dans la première feuille après avoir entouré la ficelle et sort par le trou de la chaînette.

L'opération se fait d'ailleurs beaucoup plus vite qu'on ne peut la décrire.

Le cousage fini, on coupe les cordelettes, en les laissant dépasser de deux ou trois centimètres de chaque côté, et l'on fixe les coutures en enduisant le dos du volume d'une couche de colle forte, ou de plusieurs couches successives de colle de pâte, sur lesquelles on applique, quand on veut plus de solidité, une bande de toile ou de parchemin.

5° Le *rognage* a pour but d'égaliser les tranches du volume, besogne très facile avec les machines à rogner que nous avons déjà décrites; puisqu'il suffit de le présenter entre deux ais qui ne laissent saillir que la partie



Étau à endosser de MM. Janiot et Barre.

à rogner, sous le couperet d'un massicot.

6° *L'endossage* consiste à arrondir le dos du livre et en même temps sa tranche, qui est égalisée, et à produire, de chaque côté, cette espèce de saillie destinée à recevoir les cartons de la couverture et qu'on appelle *mors*.

Divers instruments sont employés pour cette besogne, il y a d'abord l'étau à endosser que notre gravure fera bien comprendre, c'est du reste un étau horizontal, dont les mâchoires inclinées de dedans en dehors, ne laissent saillir que le relief nécessaire à former le mors.

Si l'on serre l'étau, en faisant jouer la pédale, qui actionne la vis, le livre se trouve comprimé et ses longs côtés du dos font saillie sur les mâchoires; on les rabat alors d'un coup de marteau et le mors se trouve produit en même temps que la concavité de la tranche, que l'on appelle *gouttière*.

Avec le rouleau à endosser on fait le même travail d'une autre façon, sans se servir du marteau, et en quelque sorte sans s'occuper de rien; car l'opération se fait mécaniquement à l'aide de rouleaux qui, agissant à peu près comme ceux d'un laminoir, obligent le mors à se former et

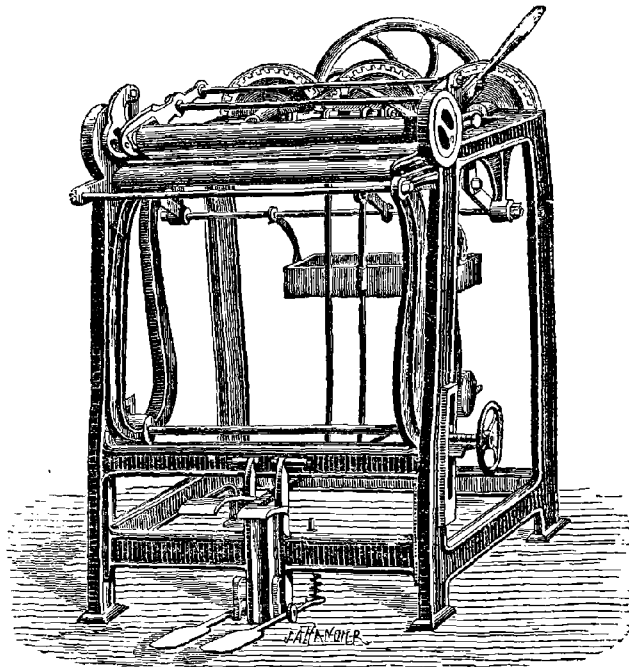
font naturellement la gouttière en même temps.

Il y a même des machines qui font à la fois l'endossage et le rognage, mais leur emploi n'est pas très usité par la raison qu'il faut toujours un massicot dans un atelier de reliure, et qu'on utilise toujours les instruments que l'on a.

Le livre endossé, il n'y a plus qu'à poser la couverture, composée de deux feuilles de cartons taillées à la grandeur convenable,

ce qui est très facile au moyen de la cisaille circulaire que représente notre gravure.

On présente les cartons sur les plats du volume et on les perce au poinçon en face des extrémités des nerfs, en ayant soin de faire le trou incliné et à deux millimètres au moins du bord du carton, on passe alors les ficelles dans les trous, et on les tire en poussant les cartons sur le mors, puis on effiloche les ficelles et on les colle à plat sur



Rouleau à endosser de MM. Janiot et Baire.

l'intérieur des cartons, pour qu'elles ne produisent aucune saillie, on colle par-dessus une feuille de papier que l'on laisse bien sécher.

Le dos du volume se recouvre selon le genre de reliure adopté.

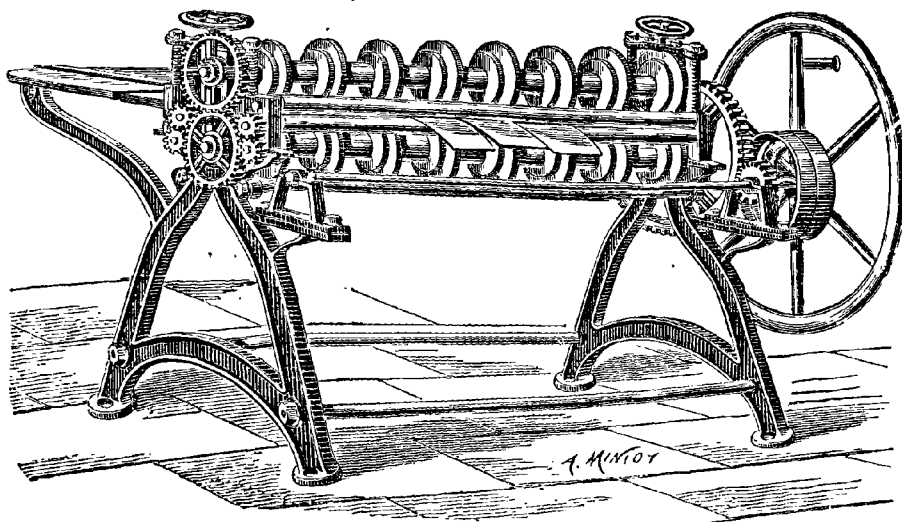
Si l'on fait une reliure pleine, la matière choisie : percaline, parchemin, toile, basane ou marocain, doit être d'un seul morceau sur le dos et les plats.

Si l'on fait une demi-reliure on couvre

seulement le dos du volume en peau et les plats en papier.

Quand le tout est parfaitement séché on n'a plus qu'à faire la tranche et à imprimer les titres.

Nous ne nous appesantirons point sur cette première opération, nous dirons seulement quelques mots de la seconde, qui prend une extension considérable depuis que la reliure en percaline tend si heureusement à remplacer le brochage, et qu'on



Cisaille circulaire pour couper le carton, de MM. Janiot et Barre.

imprime les plats, en or, en couleur et même en noir.

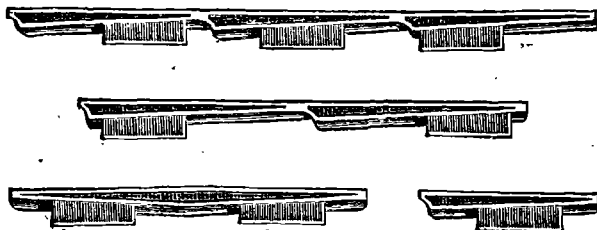
Jadis, on faisait les titres et les ornements qui les accompagnent sur le dos des volumes, avec de l'or au cahier qu'on appliquait sur une couche de blanc d'œuf, et qu'on imprimait avec des poinçons légèrement chauffés, appelés petits fers ; c'était une œuvre de patience, souvent une œuvre d'art.

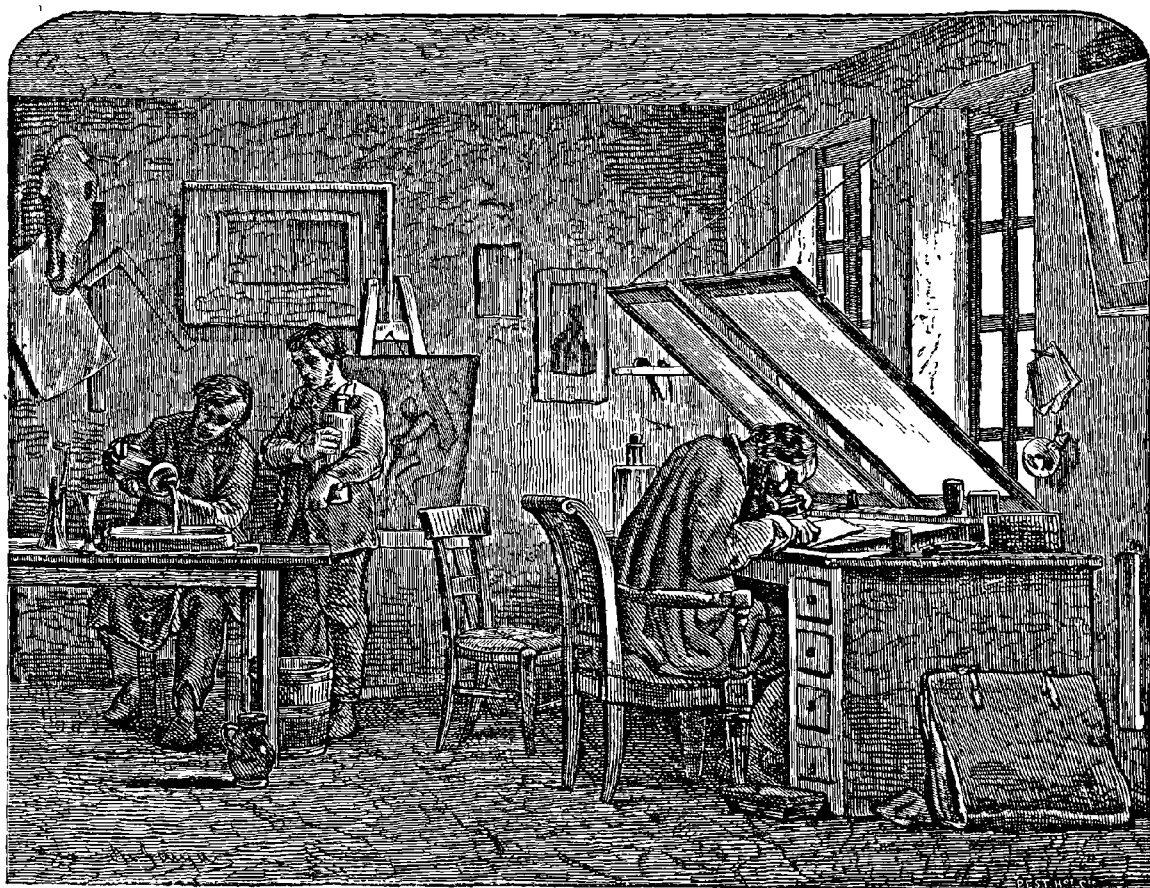
Aujourd'hui, du moins en reliure courante, car on a du goût et du talent comme autrefois — on se sert de balanciers pour la dorure et l'estampage, qui se font plus vite et plus régulièrement, soit avec des caractères ou vignettes mobiles placés dans un composeur, soit avec des plaques gravées, ce qui est indispensable pour les plats.

On se sert même, pour les plats de grande dimension, de machines qui agissent exactement comme les presses à imprimer.

Celle que représente notre gravure et qui est la plus répandue, est à double effet : elle peut servir à la dorure et à l'impression en noir ou en couleur par un système d'encrage très ingénieux et très rapide, puisque l'on peut avec tirer jusqu'à 800 exemplaires à l'heure.

Ici finit notre tâche et nous aurons atteint notre but, si nous avons réussi à expliquer, sinon tous les perfectionnements, toutes les découvertes qui ont fait de l'imprimerie une puissance sans rivale, du moins toutes les opérations qui la rendent aussi bien le plus compliqué de tous les arts, que le plus intelligent des métiers.





LITHOGRAPHIE ET TAILLE-DOUCE

La lithographie, qui ne date que des dernières années du siècle passé, a peut-être deux inventeurs : l'un inspiré par la science et qui ne lui demandait qu'un concours scientifique; l'autre, poussé par l'industrie et qui en espérait des moyens de combattre sa misère.

Le nom de ce dernier, Aloys Senefelder, est seul passé à la postérité, mais il ne faut pas méconnaître qu'à l'époque où il faisait ses premières expériences (1796), peut-être même avant, l'abbé Schmidt, professeur à

l'école des cadets de Munich, tirait déjà des planches de botanique à l'usage de ses élèves.

Il est vrai que ce n'était pas absolument de la lithographie, mais simplement de la gravure sur pierre.

L'abbé Schmidt avait remarqué que la carrière de Solenhofen, près de Munich, fournissait des pierres calcaires au grain fin et serré comme celui du marbre, se divisant très facilement par tranches plates qu'on pouvait aisément aplaquer.

Et c'est sur ces pierres, dont la composition chimique lui était connue, qu'il entreprit de graver mécaniquement ses dessins, qu'il conservait en relief en les traçant avec un corps gras, destiné à les préserver des morsures de l'acide, auquel il soumettait ses pierres.

Ce procédé n'avait rien de neuf, du reste, puisqu'on le connaissait dès le xvi^e siècle, surtout à Munich où l'on voit encore au musée de l'école de dessin, un astrolabe gravé de cette façon, dans de la pierre de Solenhofen, et portant la date de 1580.

Mais on n'avait pas encore eu l'idée de l'appliquer à l'imprimerie et c'est ce qui appartient en propre à l'abbé Schmidt, sans pourtant lui donner de droits à l'invention de la lithographie, car ses gravures sur pierre se tiraient typographiquement exactement comme des gravures sur bois.

Le hasard, la misère peut-être, et probablement les deux ensemble, firent trouver à Senefelder le moyen de se passer d'un imprimeur.

C'était un pauvre diable de comédien, qui faisait à ses moments perdus, des pièces médiocres dont aucun libraire ne voulait risquer les frais d'impression; comme il voulait en appeler à la postérité du mauvais goût de ses contemporains, il résolut de se faire à la fois son imprimeur et son éditeur, ce qui était d'autant plus difficile qu'il n'avait aucunes ressources.

La volonté, qui est le commencement du génie, y suppléa.

Il pensa d'abord à graver des lettres en creux sur un poinçon d'acier, dont il frapperait ensuite les mots en relief, sans se douter qu'il recommençait Gutenberg, mais son ignorance en matière de gravure, l'arrêta bientôt dans cette tentative qui serait restée infructueuse.

Il essaya ensuite de graver à l'eau forte, autant de pages de son livre qu'il en pourrait tenir sur une planche, se promettant de les effacer au fur et à mesure qu'il les

aurait tirées avec une presse improvisée, pour les remplacer par d'autres; mais il ne savait pas le premier mot de l'art de l'aquafortiste et dut renoncer à un apprentissage qui n'aboutissait pas, faute des éléments nécessaires.

C'est alors qu'il pensa à la pierre de Solenhofen, bien plus économique que les planches de cuivre et sur laquelle on pouvait effacer autant qu'on voudrait, sans diminuer sensiblement son épaisseur, et continua là-dessus ses essais d'écriture à rebours, mais sans résultats appréciables; quand un jour (c'est lui-même qui l'a raconté) ayant à écrire la note de sa blanchisseuse, et n'ayant pas de papier blanc sous la main, et peut-être pas d'argent pour en acheter, il l'écrivit sur une pierre qu'il était en train de polir, avec une encre chimique de sa composition, mélange de noir de fumée, de gomme laque, de cire et de savon, se réservant de la recopier plus tard.

Au moment de l'effacer, par une inspiration subite, il versa de l'eau forte sur les caractères pour voir ce qu'il en adviendrait et constata avec bonheur, que la pierre sous l'action de l'acide, baissait de niveau sur tous les points que l'encre n'avait pas touchés et qu'il avait ainsi une écriture en relief.

La question était de savoir si cette écriture s'imprimerait sur du papier et quel tirage elle pourrait subir. Senefelder l'essaya, il prit une planchette en bois, l'entoura de plusieurs épaisseurs d'étoffe qu'il recouvrit d'une encre épaisse composée de noir de fumée et d'huile de lin, la passa légèrement sur sa pierre qui ne se chargea d'encre que dans ses parties en relief. Un simple frottement de la main en donna l'empreinte exacte sur une feuille de papier.

Dès lors le principe de la lithographie était découvert, il ne s'agissait plus que d'en perfectionner les procédés; cela demanda quelques années et ce n'est qu'en 1798, que Senefelder, ayant remarqué sou-

vent dans les impressions de musique qu'il faisait en société avec Gleissner, musicien de la cour de Munich, que l'eau ne restait étalée que sur les parties de la pierre non recouvertes de corps gras, qu'il créa « l'impression chimique » qui est la véritable lithographie ; c'est du reste le nom que porta d'abord l'art nouveau, car ce n'est qu'en 1804, que Mitterer, directeur d'un atelier d'impression sur pierre, annexé à l'école de dessin de Munich, lui donna le nom de lithographie, des deux mots grecs, *graphos* j'écris, et *lithos* pierre.

L'invention nouvelle se répandit vite ; dès l'année 1800, Niedermayer, de Strasbourg, essaya de l'introduire à Paris pour imprimer la musique de l'éditeur Pleyel, mais la tentative était prématurée et l'on ne peut guère dater l'établissement à Paris, que de 1806, époque à laquelle André Offenbach vint y fonder une maison qui, malgré la direction de Senefelder lui-même, ne réussit que médiocrement.

Vraisemblablement l'inventeur ne voulait pas divulguer tous ses procédés, M. de Lasteyrie fut les apprendre en Allemagne, où il s'engagea dans divers ateliers comme simple ouvrier lithographe.

Quand il revint à Paris, en 1814, il fonda un établissement qui, avec l'imprimerie lithographique que créèrent deux ans plus tard, M. Engelmann, de Mulhouse, et son beau-frère M. Pierre Thierry, servirent d'écoles et de modèles à tous ceux qui s'installèrent ensuite, non seulement en France mais en Angleterre, en Belgique et dans toute l'Europe, car l'art de Senefelder était tellement perfectionné, dépassé, que ce n'était plus à Munich qu'on pouvait aller l'apprendre.

D'autant que l'inventeur n'avait pas vu le véritable beau côté de sa découverte, son application au dessin, à laquelle se prêtèrent avec émulation nos plus grands artistes français : Girodet, les Vernet, Prudhon, Géricault, et tant d'autres.

Nous citerons ici l'opinion de M. Charles Blanc, car elle nous appuie dans cette quasi-revendication.

« Bien qu'un Allemand l'ait inventée, dit-il, la lithographie est un art français, français par les qualités qu'il exige et qui sont nôtres.

« Tout ce qu'il faut, nous le possédons, l'observation prompte, la facilité, l'esprit, l'habitude d'un langage preste et vif, qui, de peur d'ennuyer s'abstient de tout dire, enfin une manière superficielle d'exprimer des choses quelquefois profondes.

« Au début de la lithographie s'est révélé un artiste qui en a deviné la vraie destination, un artiste de génie, Charlet ; le premier il emploie ce genre de gravure cursive à improviser l'expression des sentiments populaires, il inaugure le journalisme de l'art. Par elle, Charlet sait nous montrer quelquefois grotesques, mais toujours intéressants, les « anciens du camp de la lune » les grognards qui s'attardent au cabaret pour oublier les hontes de l'invasion, l'intrépide Lefèvre qui traverse l'estampe comme un ouragan, le conscrit qui est aujourd'hui ridicule et qui sera demain un brave, le gamin qui veut emboîter le pas des tambours et les hussards qui guettent la poule du fermier, après s'être battus à outrance pour défendre la ferme.

« L'avantage de la lithographie, c'est de se prêter mieux peut-être que tout autre procédé, et avec plus de souplesse, à mettre en lumière le genre, le caractère et le tempérament de chaque maître, par la raison qu'elle ne demande l'intervention d'aucune main étrangère. Que Prudhon y touche un moment et aussitôt une exquise douceur succède aux touches franches de Charlet, aux rudesses de Géricault. Le crayon caresse la pierre et s'y attendrit. Si Ingres, à son tour, dessine sur la pierre une odalisque, il y met l'empreinte du style. Son crayon, conduit par une volonté émue et contenue tout ensemble, précise, non la volupté des

chairs, mais la volupté des formes, et il les modèle discrètement d'un grain serré, ferme et pur.

« La lithographie est donc susceptible de prendre les physionomies les plus diverses. Elle a sous la main de Bonnington la consistance et les glacés d'une peinture profonde; sous la main de Gigoux, elle est vivante dans ces beaux portraits de Gérard,

d'Eugène Delacroix et des frères Johannot, qui semblent formulés dans un rayon de soleil; elle est carrée, empâtée et comme pétrie avec de la lumière dans les estampes de Decamps; elle est d'une pâleur austère et solennelle dans la sainte frise de Flandrin. Seule aussi elle peut rendre les fantômes passionnés qui traversent l'imagination d'Eugène Delacroix quand il commente le



Fac-simile d'une lithographie de Charlet.

Faust de Gœthe, *l'Hamlet* de Shakespeare.»

Cet éloge, juste du reste, de la lithographie appliquée à l'art pourrait faire croire qu'elle a détrôné complètement l'ancienne gravure en taille-douce. Il n'en est rien pourtant. Si la gravure de second ordre disparut peu à peu, si l'on abandonna l'acier et le cuivre pour les portraits, l'architecture et la grande gravure, la gravure historique n'en fut pas même touchée, au contraire elle y gagna, se piquant d'émulation, elle acquit

une chaleur qui lui manquait jusqu'alors et, tout en conservant ses qualités essentielles : la force, la précision, la netteté, elle devint aussi coloriste que la gravure sur pierre.

La lithographie ne fit non plus aucun tort à l'eau forte qui n'a jamais été plus prospère et plus habile que de nos jours.

Du reste, art d'improvisation, s'il en fut, la lithographie tout en produisant encore des inspirés comme Célestin Nanteuil, des habiles comme Julien, Pigal et autres, se

mit surtout au service de l'esprit et les Gavarni, Grandville, Traviès, Daumier, Cham, Grévin, Gill, etc., lui ont fait dire, au jour le jour, des choses si amusantes qu'elle

paraît plus particulièrement vouée à la caricature.

Malheureusement, les procédés de transformation de dessins lithographiques, en



Fac-simile d'une lithographie de Julien (portrait de M^{me} Emile de Girardin).

clichés typographiques, qui se tirent plus économiquement, et l'application, tous les jours perfectionnée, de la photographie à la gravure, ont fait abandonner à peu près la

Liv. 101.

lithographie proprement dite pour le tirage des dessins, mais elle a ses dérivés dont nous parlerons en temps et lieu.

Et du reste, la musique, les impressions

101

industrielles suffiraient à assurer sa prospérité.

Nous allons nous occuper méthodiquement de toutes les opérations qui constituent la lithographie, aussi bien que ses dérivés : autographie, chromolithographie, lithotypographie, photolithographie et zincographie ; mais il nous paraît utile, au point de vue chronologique, d'étudier d'abord l'impression en taille-douce.

ORIGINE DE LA TAILLE-DOUCE

L'impression en taille-douce remonte au milieu du xv^e siècle.

Elle est due au hasard, comme la plupart des grandes découvertes, et ce qu'il y a de particulier c'est qu'il se trouve encore une blanchisseuse dans ce hasard-là, mais elle joue un rôle plus actif que dans l'invention de la lithographie. Voici, du reste, la légende, d'après les Italiens, car les Allemands revendiquent aussi la découverte de la taille-douce, comme nous le dirons tout à l'heure.

Un orfèvre de Florence, nommé Maso Finiguerra, venait de terminer pour les confrères de l'Eglise Saint-Jean, une patène qu'il avait, suivant l'usage, enrichie de fines ciselures. Pour mieux juger de l'effet de son ouvrage, représentant le *couronnement de la Vierge*, il remplit les tailles creusées par son burin, de noir de fumée délayé dans de l'huile et, comme il voulait laisser sécher le mélange, il recouvrit le tout d'une feuille de papier pour le préserver de la poussière.

Survint une blanchisseuse, qui posa un paquet de linge humide sur la plaque. Le papier, humecté par ce contact, se trouva propre à l'impression, favorisé du reste par le poids du paquet qui faisait presse ; si bien que les traits gravés en creux sur la plaque se reproduisirent en noir sur la feuille de papier.

Telle est la tradition, d'autant plus vraisemblable que la patène, qui porte la date de 1482, existe encore dans un des musées de Florence et que notre Bibliothèque natio-

nale possède l'unique épreuve qu'on en connaisse.

Du reste, ce travail n'avait point été fait pour la gravure et Finiguerra n'avait aucune prétention au titre de faiseur d'estampes, mais ce résultat obtenu donna l'idée à Mantegna, de faire un art de ce qui n'avait été qu'un effet du hasard, et de créer la gravure au burin, pour la reproduction de ses tableaux.

La version allemande ne renverse point du tout celle-ci, elle pêche même par la base, puisqu'elle repose sur ce fait : qu'on avait trouvé des gravures très anciennes, signées Von Bocholt ; ce nom d'artiste étant inconnu, on en conclut que ce devait être l'inventeur de l'impression en taille-douce, et on en fit un simple berger.

Malheureusement on finit par s'apercevoir que ce prétendu berger était le nom du village où était né le célèbre orfèvre graveur Israël Mecheln, qui à cause de cela avait quelquefois signé ses œuvres I. von Bocholt et quelquefois aussi, rien qu'en initiales. I. V. B. (ce qui fait en notre langue Israël de Bocholt), et il fallut se rendre à l'évidence quand on découvrit un certain nombre de pièces, signées tout au long ; Israël Mecheln von Bocholt.

Dès lors, on abandonna la légende du berger, mais les Allemands qui tenaient à leur revendication en trouvèrent une autre, beaucoup plus vraisemblable, par laquelle ils attribuent l'invention à Martin Schœn, qui est d'ailleurs le plus ancien des peintres graveurs allemands qui ait tiré des épreuves de ses ouvrages ; ils s'appuient pour cela, sur ce qu'une estampe datée de 1440, qui représente au premier plan une sibylle montrant à Auguste l'image de la Vierge dans les airs, a comme lointain la ville de Culmbach, qui est précisément la patrie de Martin Schœn.

La raison est un peu spécieuse, d'autant qu'à cette époque l'artiste avait à peine 20 ans, mais la gravure existe, et s'il n'y a pas

fraude dans la date elle prouve que l'invention allemande est antérieure à l'invention italienne.

Ce qu'il y a de plus certain, c'est que l'impression de la gravure en taille-douce était connue vers la moitié du xv^e siècle; ce qui n'a rien d'extraordinaire (le contraire même serait étonnant) puisqu'on connaissait déjà l'impression tabellaire, qui se faisait alors, au froton, de sorte qu'on pouvait opérer de la même façon et même avec plus de sécurité, la gravure étant en creux au lieu d'être en relief, ce qui était d'ailleurs d'une exécution plus facile.

C'est même ce qui explique pourquoi la gravure sur métaux fit de si rapides progrès pendant que la gravure sur bois restait stationnaire.

La part faite à l'histoire, examinons maintenant au point de vue pratique les différents genres de gravures qui se tirent en taille-douce savoir : gravure au burin, à l'eau-forte, à la manière noire, à l'aquatinte, en touches, au pointillé, à la roulette et gravure mécanique.

GRAVURE AU BURIN

La gravure au burin, ainsi nommée de l'instrument qui sert à l'exécuter, est le genre le plus élevé, et aussi le plus difficile de la gravure en creux. On l'appelle communément gravure en taille-douce parce qu'elle produit des effets beaucoup plus doux que la gravure sur bois.

La technologie a deux noms pour la désigner : *chalcographie* quand il s'agit de gravure sur cuivre et *sidéographie*, pour la gravure sur acier.

Le cuivre rouge est généralement le métal le plus employé et pour cela il doit subir une préparation très longue et très minutieuse, qui est le travail du planeur.

Mais si l'on veut faire des tirages considérables il faut employer des planches d'acier, qui peuvent donner jusqu'à 20,000 épreu-

ves, tandis que le cuivre n'en peut guère fournir plus de 4,000.

Dans l'un ou l'autre cas, le travail du graveur est le même : sur la plaque qui lui est fournie toute dressée et polie par le planeur, il commence par tracer son dessin, à l'envers, de façon qu'à l'impression il vienne dans son véritable sens.

Pour le faire plus facilement il enduit sa planche d'un vernis spécial, qu'il étend également en faisant chauffer la planche, et dont il noircit ensuite la surface avec la fumée d'un flambeau de suif ou de résine.

Le dessin qu'il s'agit de graver, tracé au préalable, dans son sens véritable, sur un papier à calquer quelconque, est alors décalqué sur la planche, en passant une pointe d'ivoire sur tous les traits du dessin; c'est le moyen le plus sûr et le plus facile de l'obtenir à rebours et un immense progrès sur le faire des anciens graveurs, qui étaient obligés de dessiner l'estampe à reproduire en la faisant réfléchir dans une glace.

Il y avait plus d'art, c'est vrai, mais nous traitons maintenant la question au point de vue du métier, qui d'ailleurs, n'exclut point l'art, car il en faut et beaucoup pour faire une bonne gravure.

Le dessin reporté sur la surface de la planche, et d'autant plus visible que cette surface est noire, le graveur en creuse légèrement tous les contours à la pointe, instrument composé d'un poinçon en forme d'aiguille, emmanché d'une poignée qui permet de le tenir facilement à la main.

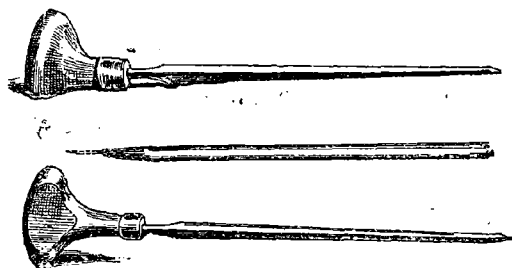
Quand ce travail est fait et qu'on s'est assuré qu'aucun détail n'a été oublié, que les contours sont bien nets, que les places des ombres et des lumières principales sont bien indiquées, on dévernit la planche : soit si l'on a employé du vernis sec, en la frottant toujours dans le même sens avec un charbon de bois de saule, trempé dans l'eau.

Soit, si l'on s'est servi d'un des vernis mous, beaucoup plus usités, du reste, et qu'on

distingue sous les noms de vernis de Florence, vernis de Rembrandt, vernis de Callot, vernis de Bosse, etc., en faisant chauffer la planche, recouverte d'une légère couche

d'huile d'olive et en l'essuyant avec des chiffons.

Il y a du reste un moyen beaucoup plus simple, c'est l'essence de térébenthine qui



Burins et pointe.

enlève parfaitement le vernis, sans qu'il soit besoin de faire chauffer la planche.

Cela fait, il ne reste plus sur la plaque que le tracé fait à la pointe et qui doit être aussi léger que possible.

Ce tracé disparaîtra, d'ailleurs, sous le travail du burin qui est tout dans la gravure et quasi le seul outil de l'artiste.

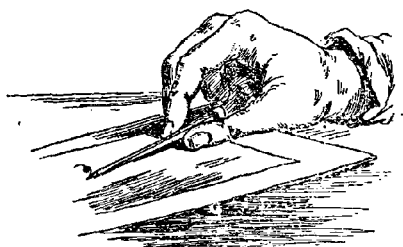
C'est une petite barre d'acier trempé, dont l'extrémité est taillée soit en biseau, soit en carré, soit en losange, selon la direction des traits qu'il s'agit de produire, et que l'on monte dans un petit manche en forme de champignon, dont un côté est abattu pour faciliter l'inclinaison de l'outil.

Tenant ce manche dans la paume de la

main, le graveur dirige son burin entre le pouce et l'index et coupe le métal en poussant en avant comme avec un rabot ou une gouge, pour creuser des traits qu'on appelle *tailles*.

Ces tailles multipliées, les unes près des autres, forment, suivant leur disposition, leur grosseur et leur rapprochement, des teintes plus ou moins vigoureuses, dont l'ensemble constitue la gravure.

Généralement les premières tailles sont serrées et nourries, mais elles ne produisent guère que des demi-teintes. Pour obtenir des noirs ardents on les creuse de nouveau et on les croise par d'autres traits plus ou moins écartés, plus ou moins déliés qu'on appelle



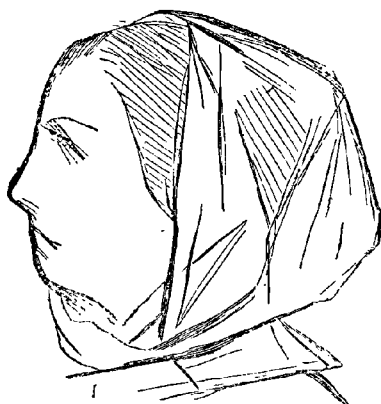
Travail au burin.

des *contre-tailles*, et qu'on surcharge encore quelquefois de troisièmes et de quatrièmes tailles quand on veut rendre les détails moins sensibles et produire des fonds presque noirs.

Du reste, chaque graveur a ses procédés pour obtenir les effets qu'il cherche, et rendre les chairs, les terrains, les feuillages, les pierres, l'architecture avec des dispositions de taille qu'il improvise souvent, car, si

nos graveurs modernes ne sont pas absolument obligés d'être de très bons dessinateurs, il faut qu'il soient de grands coloristes pour ne pas produire de médiocrités.

Il y a cependant des règles que M. Levesque a résumées ainsi, d'après ses études approfondies sur le faire des anciens maîtres, qui sont toujours des modèles.



Premières tailles de la gravure.



Secondes tailles.

« La taille principale doit être taillée dans le sens du muscle, si ce sont des chairs que l'on grave; suivre la marche des plis, si ce sont des draperies; être horizontale, inclinée, perpendiculaire suivant les différentes

inégalités du terrain, si l'on a des terrains à graver.

« La taille perpendiculaire est préférable à la taille concave dans les colonnes.

« Lorsqu'un pli est long et étroit, la



Contre-tailles.



Gravure terminée.

taille principale doit suivre la longueur du pli en se resserrant à son origine; elle doit tendre à la perpendiculaire dans les plis tombants et suivre la largeur dans eux qui sont amples. »

A ces principes généraux, il y a naturellement des exceptions, car il ne suffit pas dans la gravure de reproduire fidèlement les contours tracés dans le tableau que l'on copie, il faut aussi reproduire la couleur du maître,

sa manière, l'esprit de son dessin, en un mot effacer sa personnalité devant celle de l'artiste qu'on traduit; c'est le moyen d'ailleurs de faire de bon travail.

A l'appui de ce dire, M. Levesque cite Rubens qui faisait graver ses tableaux sous ses yeux par ses élèves.

« Il ne leur enseignait pas seulement à rendre les dégradations de l'ombre au clair; mais il leur faisait faire la plus grande attention à cette partie du clair-obscur qui lui était si familière, par laquelle les couleurs propres aident à étendre la masse des lumières et des ombres, parce que certaines couleurs par leur éclat tiennent de la nature de la lumière, et d'autres tiennent de la nature de l'ombre par leur obscurité.

« Aussi, dans les estampes de ces graveurs, tout ce qui est obscur, tout ce qui est clair, n'est pas toujours de l'ombre ou de la lumière, mais fort souvent la valeur de la couleur propre des objets représentés.

« C'est pourquoi leurs estampes sont des tableaux, tant ils ont conservé la valeur des couleurs employées. »

Citons encore Cochin qui s'est assez distingué dans la pratique pour pouvoir émettre une bonne théorie.

C'est d'ailleurs un excellent guide et le meilleur commentaire que nous puissions donner de nos dessins ci-contre, représentant les quatre états successifs d'une gravure.

« La gravure diffère du dessin, en ce que dans celui-ci on commence par préparer des ombres douces et frapper ensuite les touches par-dessus; au lieu que dans la gravure on met les touches d'abord; après quoi on les accompagne d'ombres, parce qu'on ne rentre point les tailles sur le vernis qui n'a pas assez de résistance pour assurer la pointe et faire qu'elle ne sorte pas des traits déjà faits.

« Il n'est pas nécessaire de dessiner partout à la pointe le trait de ce qu'on veut graver, avant de l'ombrer, parce qu'il pourrait se trouver dans la suite de l'ouvrage

qu'on aurait tracé des endroits où il n'était pas à propos de le faire; on trace donc par petites parties, à mesure qu'il en est besoin, pour y placer les ombres, en marquant les principales touches, et ensuite dessiner le côté du jour avec une pointe très fine ou même avec des petits points, si ce sont des chairs, ne formant de traits que dans les endroits qui doivent être un peu plus ressortis, il faut aussi accompagner ces traits de quelques points, si c'est de la chair; soit de quelques tailles ou hachures, si ce sont des draperies, afin qu'ils ne soient point maigres et secs étant tout seuls.

« La gravure n'est déjà que trop sèche par elle-même, à cause de la nécessité où l'on est de laisser du blanc entre les tailles: c'est pourquoi il faut avoir toujours dans l'esprit de chercher la manière la plus grasse qu'il est possible.

« Comme on ne peut faire un trait gras et épais qui ne soit en même temps très noir, pour imiter le moelleux du pinceau ou du crayon qui les fait larges et néanmoins tendres, on est obligé de se servir de plusieurs traits légers, l'un à côté de l'autre, ou de points tendres pour accompagner ce qui est tracé, d'une petite épaisseur d'ombre qui l'adoucisce.

« Il faut observer les mêmes choses dans les touches des ombres et avoir soin que les tailles du milieu d'une touche soient plus appuyées que celles des extrémités; on gravera ensuite les ombres par des hachures rangées avec égalité.

« La gravure pouvant être regardée comme une façon de peindre ou de dessiner avec des hachures, la meilleure manière et la plus naturelle de diriger les tailles est d'imiter les touches du pinceau, si c'est un tableau que l'on copie. Si c'est un dessin il faut les diriger du sens dont on hacherait si on le copiait au crayon.

« Ceci est seulement pour la première taille; à l'égard de la seconde, il faut la passer par-dessus de manière qu'elle assure

bien les formes, conjointement avec la première et par son secours, fortifier les ombres et en arrêter les bords d'une manière un peu méplate, c'est-à-dire un peu tranchée et sans adoucissement. »

Voilà des principes qui peuvent être mis à profit par des commençants; car Cochin est une autorité considérable dans la matière, mais il faut aussi étudier le faire des maîtres dans les parties où ils excellent: ainsi pour les chairs Houbraken, Ficquet, Corneille Vischer; pour les draperies, Bolswert, Masson; pour les cheveux, le fouillé, Drevet; pour les paysages et surtout les lointains, Audran, etc., etc.

Pour revenir au métier, qui est surtout ce qui doit nous occuper dans cette étude, nous dirons qu'un graveur en taille-douce — dont le travail est long, minutieux, à ce point que certaines estampes n'ont été terminées qu'après dix et vingt ans d'un labeur assidu — a le droit de se tromper, car il peut corriger ses fautes.

A-t-il fait des faux traits: s'ils sont légers, il les efface en frottant sa planche avec un brunissoir d'acier; s'ils sont profonds, il les fait disparaître en creusant le cuivre avec un grattoir, de façon à pouvoir regraver à nouveau dessus, quand il aura repoussé le métal, qui n'est plus de niveau, en le rebattant au marteau, sur une petite enclume d'acier.

Malgré ces accommodements, sur lesquels on ne peut pas trop compter, la gravure en taille-douce est d'une difficulté extrême, et les grands praticiens — si nombreux aux xvii^e et xviii^e siècles, mais qui deviennent de plus en plus rares — qui se sont fait un nom dans cette branche de l'art n'ont pas escamoté leur réputation.

GRAVURE A L'EAU-FORTE

La gravure à l'eau-forte, ainsi nommée parce que l'on y produit les traits du dessin en les faisant ronger par l'acide azotique

étendu d'eau est presque aussi ancienne que la gravure au burin.

Les Italiens en revendiquent l'invention pour François Mazzuoli, peintre célèbre plus connu sous le nom du Parmesan, parce qu'il était de Parme.

Les Allemands l'attribuent à Albert Durer, peintre non moins célèbre, mais aucune de ces versions n'est admissible depuis qu'on a trouvé des eaux-fortes de Wencelas d'Olmütz, datant de 1496, tandis que la première d'Albert Durer est de 1502, époque à laquelle le Parmesan n'était pas encore né.

C'est donc Wencelas d'Olmütz qui reste l'inventeur de l'eau-forte, à moins qu'on ne découvre encore des estampes plus anciennes.

Ce genre de gravure est plus facile, et surtout plus expéditif que la gravure au burin, dont il est quelquefois le préliminaire; car il y a deux sortes d'eau-forte.

L'eau-forte des graveurs, qui consiste à tracer par l'effet de l'acide les contours et les lignes principales du dessin, est un travail préparatoire qui sera terminé ensuite au burin sur le cuivre nu.

Et l'eau-forte des peintres, que les artistes emploient surtout pour les sujets familiers, les croquis, les improvisations; ce qui n'empêche pas certains spécialistes de produire des estampes très finies et surtout de grand effet.

C'est un travail complet qui n'est soumis à aucune règle, car il est presque toujours tout de caprice et d'inspiration, et qui ne diffère du dessin ordinaire qu'en ce qu'il est exécuté avec une pointe au lieu de l'être avec un crayon.

Dans l'un ou l'autre cas, d'ailleurs, les procédés de gravure sont les mêmes.

On commence par enduire une planche — quelquefois de zinc, le plus souvent de cuivre rouge, ou d'acier si l'on doit faire de grands tirages — avec un vernis dont la composition est très variable: il y entre

généralement de la cire vierge, de l'asphalte, de la poix noire et de la poix de Bourgogne, l'essentiel est qu'il résiste à l'action des acides.

Si le vernis employé est liquide, on l'étend sur la planche avec un large pinceau à vernir après l'avoir mélangé de noir de fumée, qui lui enlève sa transparence.

S'il est à l'état plus ou moins solide on en dépose sur la planche, que l'on met chauffer sur un fourneau, une quantité suffisante que l'on étale ensuite au fur et à mesure

qu'elle fond, avec un large tampon de soie garni de ouate.

Quand la planche est refroidie et le vernis solide, on en noircit la surface en la passant au-dessus d'une torche qui produit beaucoup de fumée, de la résine par exemple.

Cela fait, s'il s'agit d'une eau-forte de graveur on transporte le dessin sur le vernis au moyen d'un décalque, comme nous l'avons dit déjà pour la gravure au burin, et s'il s'agit d'une eau-forte de



Aspect de la planche gravée.



Épreuve de la planche tirée.

Eaux-fortes.

peintre, on dessine son sujet avec une pointe d'ivoire.

On prend ensuite la pointe d'acier avec laquelle on enlève le vernis sur tous les traits du dessin, que l'on continue exactement comme si l'on dessinait sur du papier avec un crayon dur, avec cette différence pourtant que le crayon produit des traits noirs sur le papier, tandis que la pointe, enlevant le vernis aux endroits où elle passe, découvre la planche et laisse apercevoir des traits clairs sur le fond noir du vernis.

Ce travail demande nécessairement une

grande habileté, car si l'on ne dessine pas à rebours, on dessine à l'envers ce qui est tout aussi incommode et il faut s'arranger pour produire le contraire de l'effet qu'on veut obtenir, puisque ainsi qu'on s'en rendra mieux compte par nos dessins, tout ce qui est en blanc sur la planche doit venir noir sur l'épreuve et vice versa. Il est vrai qu'on peut toujours corriger ses effets, réparer ses erreurs, en remettant du vernis aux endroits à recommencer.

Le dessin terminé, on l'examine à la loupe pour s'assurer qu'il n'y a ni écorchures accidentelles à réparer, ni faux traits, à cor

riger, puis on place sa planche sur une table horizontale, on l'entoure avec de la cire à modeler, de façon à former avec une espèce de cuvette capable de conserver, sur deux ou trois centimètres d'épaisseur, le mélange d'acide azotique et d'eau que l'on verse dedans et qui ayant la propriété de

décomposer le métal, ne le ronge qu'aux endroits mis à nu par la pointe.

Après un délai variable, selon la force du mordant et la résistance du métal, le genre du travail et même l'élévation plus ou moins grande de la température, mais qui n'est souvent que de quelques minutes,



Spécimen de gravure en manière noire, d'après la sainte Cécile de Dominiquin.

toutes les lignes tracées dans le vernis sont creusées et l'on a une gravure, que des mois de travail patient au burin n'auraient pas donnée.

Alors on détruit la bordure de cire, pour laisser écouler l'acide; on lave la planche avec de l'essence de térébenthine et quand elle est sèche on tire une épreuve, car ce genre de gravure, très amusant même pour

Liv. 102.

les amateurs, a l'avantage d'être perfectible.

Si l'on ne trouve pas que la planche soit assez creusée dans les endroits qui doivent venir très noirs, on en est quitte pour recommencer l'opération en cachant avec du vernis les parties suffisamment gravées; cela permet d'obtenir ces grands effets d'opposition, si recherchés dans l'eau-forte.

Quelquefois même on termine à la pointe

102

sèche, ou par des procédés mécaniques dont nous parlerons plus loin.

Mais le travail à la pointe sèche est beaucoup plus artistique.

Ce qu'on appelle ainsi, est une pointe courte et forte avec laquelle on trace dans le cuivre nu des incisions, plus ou moins profondes, en appuyant selon l'importance qu'on veut leur donner.

Ces coupures produisent des boursofflures, des bavures, que l'on appelle *rebarbes* et qu'on abat avec une sorte de couteau à lame courte, nommé *ébarboir*, la taille imite alors le travail du burin.

Rembrandt usait beaucoup de ce moyen pour terminer ses eaux-fortes, seulement il n'ébarbait qu'à demi, quelquefois pas du tout ses traits de pointe sèche, et c'est en grande partie à cette négligence calculée que ses compositions doivent leurs tons veloutés et mystérieux, car les *rebarbes* retenaient sur la planche une surabondance de noir, qui s'écrasait sur l'épreuve au moment de la pression, et se fondait en grands partis. Tels sont en général les procédés de la gravure à l'eau-forte, mais quand on emploie une planche d'acier, il faut les modifier un peu, sinon dans l'exécution, du moins dans la préparation du métal qui doit d'abord être désaciéré en partie, par une exposition plus ou moins prolongée à un feu soutenu.

Cette opération a pour objet de faciliter l'action du mordant, dont la composition est aussi modifiée, en ce sens, qu'on ajoute à l'acide azotique étendu d'eau, un peu d'acide acétique, du sublimé corrosif et de l'alcool, dans des proportions que l'on ne connaît bien que par la pratique. Il en est du reste ainsi dans tous les arts.

GRAVURE AU POINTILLÉ

Ce genre de gravure, inventé à la fin du xvii^e siècle par Marin et Boulanger, et qui a été très à la mode pendant tout le xviii^e n'est plus guère employé aujourd'hui

qu'en Angleterre, où on l'applique surtout aux portraits de petite dimension.

Il consiste, ce qui est une grande difficulté, à exécuter un sujet sur le cuivre nu, sans traits ni tailles, mais exclusivement avec des points plus ou moins gros, différemment rapprochés, selon les effets d'ombre ou de lumière qu'il s'agit de produire.

On prépare la planche, comme pour la gravure au burin, faisant ou décalquant son dessin, sur un vernis, qu'on enlève ensuite, puis à l'aide de poinçons de différents calibres qu'on appuie avec la main, ou même que l'on frappe avec un marteau, on grave toutes les parties du sujet en ayant soin d'enlever à l'ébarboir toutes les boursofflures produites par l'effet des poinçons.

Quelquefois on commence le travail à l'eau forte et l'on supplée au poinçon par l'emploi plus ou moins discret de la roulette, instrument dont nous parlerons plus loin, mais qui doit être sobrement employé, car il ne produit pas les mêmes effets que le pointillé, auquel on peut reprocher d'être un peu froid, quelquefois mou, mais qui ne manque point de mérite quand il est exécuté avec habileté.

On en jugera par le portrait que nous en donnons à titre de spécimen.

GRAVURE A LA MANIÈRE NOIRE

La gravure à la manière noire, appelée aussi *mezzo tinto*, diffère des autres genres de gravure en taille-douce, en ce qu'au lieu de mettre en saillie des noirs sur du clair, elle cherche ses effets en produisant des lumières sur du noir, ce qui limite presque son emploi aux effets de nuit, à l'exécution des portraits sur des fonds noirs, et à la reproduction des fruits et des fleurs.

L'inventeur de ce procédé est, dit-on, un lieutenant-colonel de Hesse-Cassel, nommé Sieghen, qui grava ainsi, en 1643, le buste de la landgravine Amélie-Elisabeth.

Il fut bientôt connu dans les Pays-Bas, où le peintre flamand Wolerau-Vaillant le

mit à la mode, mais c'est surtout en Angleterre qu'il fut employé avec succès, notamment par Smith et G. Withe qui gravèrent ainsi un grand nombre de portraits, et surtout par Reynolds qui a véritablement illustré ce genre de gravure.

Voici d'ailleurs en quoi il consiste : prenant une planche de cuivre rouge, planée, polie, comme pour toute espèce de gravure en taille-douce, le graveur promène dessus, dans tous les sens et aussi uniformément que possible, un instrument qu'on appelle *berceau*, à cause du mouvement que lui imprime la main, et qui est en effet, celui que l'on fait pour bercer un enfant.

Cet outil est une espèce de ciseau, assez large, dont la partie tranchante est convexe, taillée en biseau et gravée, à peu près comme une lime, de tailles très rapprochées ce qui donne au tranchant un grand nombre de pointes très aiguës, qui produisent sur la planche, quand on a bercé l'instrument horizontalement, verticalement et diagonalement, des hachures très fines et très rapprochées donnant à l'impression un noir velouté.

La planche ainsi préparée, et elle peut l'être maintenant mécaniquement, à l'aide d'un instrument inventé assez récemment par M. Saulnier, qui fait l'opération d'une façon plus satisfaisante puisqu'il donne un grain plus égal — la planche préparée, on décalque dessus le dessin que l'on veut graver, et pour que les traits ne s'effacent pas, pendant le travail on les repasse au pinceau, soit à l'encre de Chine soit avec une couleur à l'huile.

Alors on commence à enlever avec un grattoir les lumières vives, qu'on creuse d'autant plus profondément qu'on veut les obtenir plus blanches, et que l'on polit avec un brunissoir, puis les lumières ordinaires, et enfin les clairs-obscurs; se servant de grattoirs de formes et de dimensions appropriées, mais rarement de pointes ou de burins sinon pour quelques traits perdus, car on procède surtout par grands partis.

Ce système, peu difficile en somme pour un artiste exercé, puisqu'il ne s'agit que de travailler comme si l'on dessinait au crayon blanc sur une feuille de papier de couleur; produit de très jolis effets, malheureusement il manque de hardiesse et de fermeté précisément à cause du flou, du velouté que produit le fond; ce qui, comme nous l'avons dit déjà, rend son emploi très limité.

De plus, il ne permet que des tirages très restreints, car après trois cents exemplaires la planche s'empâte et ne peut plus donner d'épreuves satisfaisantes.

AQUA-TINTE

L'aqua-tinte, qu'on appelle aussi gravure au lavis, donne à peu près les mêmes effets que la manière noire, mais on opère d'une toute autre façon, puisqu'on lave sur le cuivre à l'aide de l'eau forte, comme on fait un lavis sur le papier avec de l'encre de Chine ou de la sépia, ce qui permet d'obtenir des estampes qui ont toute la valeur des dessins originaux.

Jean Baptiste Leprince, un bon peintre du XVIII^e siècle, est le premier qui ait tiré excellemment parti de ce système dont on ne connaît point l'inventeur et qu'on étendit bientôt à la reproduction en couleur des aquarelles, il ne fallait pour cela que multiplier les planches en en gravant autant qu'il y avait de tons différents à tirer, c'est ce que firent, avec le plus grand succès, Descourtis, Janinet et Debucourt, mais leurs imitateurs n'ayant produit que des choses au-dessous du médiocre, on ne tarda pas à abandonner l'aqua-tinte en couleur, que l'on a d'autant moins cherché à faire revivre de nos jours qu'on avait la chromolithographie, infiniment préférable.

Mais nous n'avons à nous occuper maintenant que des procédés de la gravure au lavis.

Nous ne les décrirons pas tous, car bien que ne différant pas d'une manière sensible,

ils sont très nombreux. Nous parlerons d'abord du procédé français, celui qu'employèrent Jazet et Provost, les seuls de nos artistes contemporains qui aient produit

des œuvres remarquables dans ce genre de gravure, a peu près abandonné aujourd'hui.

On commence par tracer à l'eau-forte les



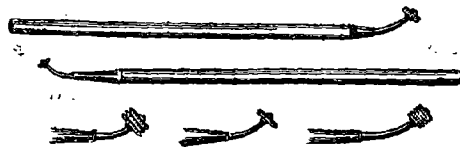
Noircissage de la plaque.

contours du dessin que l'on veut graver, puis la planche nettoyée, asséchée, subit une préparation assez minutieuse dans un instrument spécial qu'on appelle boîte à aqua-tinte.

C'est du reste une boîte d'assez grande dimension, montée sur quatre pieds et mu-

nie d'une porte à charnières horizontales, qui permet de l'ouvrir pour y poser la planche sur deux tringles transversales, placées à peu près de niveau avec l'ouverture de la porte.

La base de cette boîte, qui se termine en pyramide, contient en assez grande quan-



Roulettes.

tité de la résine pulvérisée que l'on met en suspension dans l'intérieur de la boîte au moyen d'un fort soufflet, qui y communique par un conduit.

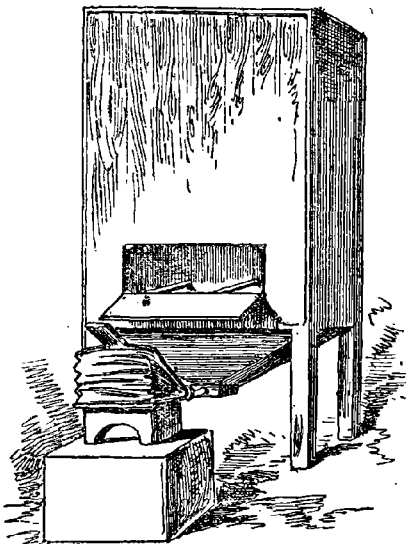
Ceci disposé, et la planche posée, la face en l'air, sur les tringles on ferme la boîte et l'on met en jeu la soufflerie, les parties les plus fines de la poudre montent au sommet

de la boîte et retombent sur la planche où elles forment bientôt une couche mince et égale.

Quand on juge qu'elle est suffisamment couverte, on retire la planche et on la pose

soit sur un réchaud à feu très doux, soit en suspension sur des baguettes pour passer dessous un flambeau de papier; l'essentiel est de faire fondre la résine.

Comme la couche en est très mince, la



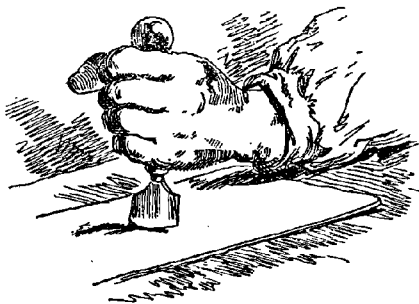
Boîte à aqua-tinte.

chaleur la fait crisper en une multitude de points, laissant entre eux de petits espaces qui permettront à l'acide de ronger le métal. Ce pointillé mécanique est ce qu'on appelle *poser un grain*.

En effet, la planche se trouve grainée uni-

formément et le grain devient plus ou moins fin, plus ou moins serré, selon l'épaisseur de la couche de résine et le degré de chaleur qu'on lui a fait subir.

Mordu par l'acide, il donne quelquefois un travail imperceptible à l'œil. C'est du



Le berceau.

reste le but qu'on se propose, puisqu'il s'agit d'imiter un lavis.

Mais avant de soumettre la planche, à l'eau-forte, il faut d'abord terminer le dessin

qui n'est qu'esquissé et en reprendre les contours, en enlevant à la pointe les parties de résine qui les couvrent; puis on procède comme pour la manière noire, mais en sens

inverse, car au lieu de creuser les parties qui doivent rester blanches on les couvre, aussi bien que les marges de la planche, avec du vernis mêlé de noir de fumée, qu'on étend au pinceau comme si l'on dessinait, et en somme c'est cela puisqu'on fait de l'aquatinte à rebours.

Le dessin fini, on borde la planche avec de la cire, et on la fait mordre comme pour l'eau-forte, mais en répétant plus souvent son opération, car il s'agit surtout d'obtenir des teintes.

Lorsque la teinte la plus faible est obtenue, on lave la planche à l'eau et on la laisse sécher; on couvre de vernis les parties suffisamment creusées et on fait mordre à nouveau les autres, en recommençant autant de fois qu'il est nécessaire pour que la gravure ait atteint le degré de coloration qu'on veut lui donner.

Ce qui n'empêche pas de la terminer au grattoir, au brunissoir, quelquefois même au burin ou à la roulette, qui est un burin mécanique, dont nous allons parler tout à l'heure.

Un mot maintenant des autres procédés, dont les plus connus sont : le procédé anglais, le procédé au sel, le procédé au soufre.

Dans le procédé anglais, — nous l'appelons ainsi, parce qu'on l'emploie surtout en Angleterre, mais il a été inventé en France par l'abbé Saint-Non, et c'est celui dont Leprince se servait, — la planche est d'abord enduite de vernis, sur ce vernis, on recouvre au pinceau, avec un mélange de noir de fumée, d'huile d'olive et d'essence de térébenthine, toutes les parties où l'on veut produire un grain.

Cette mixture a la propriété de dissoudre le vernis, aussi, quand on l'enlève au bout de quelques instants avec un linge mou, le vernis vient avec et laisse le cuivre à nu; l'important est d'opérer avec soin pour que le vernis qui reste ne laisse pas de traces de déchirures, et qu'il ne reste pas d'impuretés sur les parties dénudées.

Sur ces parties, on pose un grain, comme nous l'avons dit tout à l'heure, avec la poussière de résine, et l'on fait mordre de la même manière.

Ce n'est qu'une variante, mais le procédé au sel est plus radical et plus expéditif en ce qu'il évite la boîte et le jeu de la soufflerie.

On recouvre d'abord la planche avec un vernis, séchant moins vite que le vernis ordinaire et qu'on trouve tout préparé chez les marchands de couleurs. Pour qu'il conserve l'apparence d'une couche d'huile, on maintient le cuivre au-dessus d'un réchaud à feu doux, puis on saupoudre avec du sel marin, pulvérisé aussi fin que possible, que l'on aura fait sécher au préalable, sur des cendres chaudes, dans un vase de terre non vernissé.

Le sel s'attache au vernis, qui devient moins liquide parce qu'on aura retiré la planche de sur le fourneau, et pénètre jusqu'au cuivre; on secoue alors pour débarrasser la plaque de l'excédent de sel, et on la remet sur le feu pour faire recuire un peu le vernis; puis sans attendre qu'elle soit refroidie, on plonge la planche dans l'eau, à la température de l'appartement, et on renouvelle cette opération jusqu'à ce que tout le sel soit fondu.

Mais il a marqué sa place et partout où il y avait un granule de sel, il y a maintenant un petit trou qui laisse le cuivre à nu et permet à l'eau-forte de produire un grain, dont on peut varier les colorations, par parties, en renouvelant les morsures autant de fois qu'on le juge nécessaire, après avoir recouvert au vernis de Venise, les portions suffisamment attaquées.

Le procédé au soufre est surtout employé quand on veut obtenir un grain d'une grande finesse : voici en quoi il consiste.

Les parties que l'on veut grainer ayant été mises à nu par le moyen que nous avons indiqué tout à l'heure, on les recouvre avec de l'huile que l'on saupoudre de fleur de

soufre, soit au moyen d'un tamis très fin, soit à travers un morceau de mousseline tendu sur un châssis, de façon à en former une couche assez épaisse, mais très égale, que l'on laisse sécher.

Un moyen plus sûr peut-être, est d'appliquer ce mordant au pinceau. Il faut naturellement, au préalable, délayer la fleur de soufre dans l'huile, cela permet de l'étendre plus inégalement, au point de vue de l'effet à obtenir, et de se réserver du premier coup des tons plus ou moins colorés.

Ce même mordant peut être employé pour les retouches, pour lesquelles on a toujours les mêmes ressources que pour l'eau-forte.

On se sert aussi d'une autre mixture composée de blanc ordinaire, de thériaque et de sucre délayés dans de l'eau, et qu'on applique au pinceau sur la planche exactement comme si l'on voulait faire des rehauts à l'encre de Chine sur un dessin.

Un autre procédé plus récent, de préparer les planches, revient à la résine, mais il l'emploie d'une manière différente.

La poudre de résine est délayée dans de l'alcool, ou dans de l'éther, on en étend au pinceau une couche sur la planche, ce qui permet de ménager en réserve les parties qu'on ne veut pas grener et l'on fait chauffer un peu la planche.

Sous l'influence de cette chaleur, le liquide très volatil, s'évapore et il ne reste plus sur la planche qu'un dépôt solide de matière résineuse, dont la granulation est plus ou moins fine, selon le genre de résine que l'on a choisie, en vue des travaux à exécuter.

Voilà les procédés généraux, mais il est bien entendu que chaque artiste les modifie selon ses idées particulières et les expériences qu'il en a faites.

GRAVURE AU LAVIS.

Bien que l'aqua-tinte soit appelée aussi gravure au lavis, il y a la gravure au lavis

proprement dite, qui donne des épreuves tout à fait semblables au lavis à l'encre de Chine, ou à la sépia.

On procède du reste de la même façon que si l'on faisait un lavis, seulement on se sert d'acides au lieu d'encre.

Le tracé du dessin, décalqué sur cuivre, est d'abord gravé comme une eau-forte, puis quand on a déverni et nettoyé la planche, on applique au pinceau du vernis de Venise sur toutes les parties qui devant venir blanches à l'impression, sont suffisamment gravées par la morsure de l'eau-forte, et l'on fait baigner la planche dans une cuvette remplie d'acide faible.

Cet acide ronge légèrement toutes les parties nues de la planche et il n'y a qu'à répéter l'opération en recouvrant à chaque fois de vernis de Venise, les parties venues à point pour obtenir une série de tons variés nécessaire au coloris de la gravure; car on comprend du reste qu'un endroit mordu quatre fois, trois fois, viendra plus noir que celui qui ne l'aura été que deux ou une.

Le seul défaut de ce système, très amusant d'ailleurs, et à la portée des amateurs les plus inexpérimentés; c'est d'accuser parfois les lignes de démarcation des morsures successives, mais il y a des moyens de remédier à cet inconvénient.

L'artiste n'est pas embarrassé, avec un pinceau trempé dans l'acide, plus ou moins étendu d'eau, et passé rapidement sur les parties qui tranchent; il fait des raccords dont il peut arrêter l'effet au moment opportun en plongeant sa planche dans l'eau fraîche, qui arrête immédiatement la morsure de l'acide.

Et puis il y a des mordants que l'on trouve tout composés chez les marchands de couleurs, sans compter ceux que l'on peut faire soi-même.

Le nitrate d'argent, atténué avec de la gomme arabique, donne des noirs très vifs que l'on plaque au pinceau en ayant soin d'enlever avec une petite éponge un peu

humide, les parcelles d'argent qui se sont déposées sur le cuivre après la réaction produite.

Mais le mordant le plus économique est celui à base de miel, composé de sel marin, de chlorhydrate d'ammoniaque et de vert-de-

gris broyés sur une glace avec du miel.

On se sert de cette mixtion, dans laquelle on peut, au besoin remplacer le miel par de l'eau-forte étendue d'eau gommée, comme d'une couleur dont on proportionne l'épaisseur aux effets à obtenir.



Fac-simile d'une gravure au pointillé (portrait de M^{lle} Leverd par Isabcy).

Malgré cela, quelques bonnes retouches à la pointe ou au burin ne sont point à dédaigner.

GRAVURE EN TOUCHES.

La gravure en touches, est une variété de l'aqua-tinte, elle peut difficilement, à

moins d'une très grande habileté, donner les mêmes effets, mais elle est plus facile.

On commence par poser un grain comme nous l'avons dit tout à l'heure mais sans avoir au préalable tracé son dessin à l'eau-forte, car ce dessin, on le fait au pinceau sur la planche refroidie, avec une encre

d'une composition particulière, dans la- | quelle il entre du sucre, de la gomme ara-



Fac-simile d'une aqua-tinte de Jazet.

bique, du blanc d'Espagne, et naturellement | du noir de fumée, le tout broyé ensem-
Liv. 103.

ble et délayé dans de l'eau gommée.

Cette encre, une fois couverte de vernis, a la propriété de s'imprégner d'une humidité qui la fait gonfler et s'enlever, emportant avec elle le vernis qui la recouvre et laissant alors à nu tout ce qui constitue le dessin, c'est-à-dire tout ce qui doit être mordu par l'acide.

On comprend le reste ; le dessin terminé on vernit la planche puis, quand le vernis est sec et que l'encre a produit son effet dessus, on borde de cire et l'on verse l'eau-forte, qui grave en clair les parties dessinées et en teintes, dont on varie les colorations en répétant l'opération, le grain qu'on avait posé sur la planche.

On obtient ainsi une gravure qui imite parfaitement un dessin lavé au pinceau, mais qui n'est pas toujours irréprochable, car il est bien difficile de diriger le travail chimique de l'encre et d'empêcher les bavures de nuire à la précision du dessin.

Aussi ce genre de gravure, peu usité d'ailleurs, n'est-il guère employé que pour la reproduction des marines, des paysages, des sujets enfin où le flou n'est pas un défaut.

GRAVURE AU VERNIS MOU.

Ce système — qu'on appelle généralement calcographie, — est celui dont l'exécution présente le moins de difficultés.

C'est une simplification de l'eau-forte, que l'on connaît d'ailleurs depuis très longtemps, car il existe en grand nombre des estampes anciennes, exécutées par ce procédé et notamment un recueil considérable dont les gravures faites par Cottmann, artiste anglais, sont très remarquables, et que l'on peut citer comme ce qu'il y a de plus parfait en ce genre de gravure.

Voici comment on opère :

D'abord, on mélange le vernis dont on doit se servir pour enduire la planche, avec une certaine quantité de graisse de porc, un quart environ, qui l'empêche de se soli-

difier complètement en se refroidissant, ce qui explique le nom de vernis mou, donné à ce procédé.

La planche préparée comme pour l'eau-forte, on prend une feuille de papier très mince et d'un grain très fin, du papier pelure par exemple, ou ce papier spécial dont on se sert pour protéger les gravures en taille-douce, reliées dans les ouvrages de luxe, et on l'applique sur le vernis, aussi exactement que possible, pour qu'il ne fasse aucun pli, aucune boursoufflure.

Alors on dessine sur le papier, avec un crayon de mine de plomb assez dur, exactement comme si l'on faisait un dessin ordinaire qui se trouve immédiatement décalqué sur la planche, car lorsqu'on enlève la feuille de papier, partout où l'on a passé le crayon le vernis adhère après, laissant le métal plus ou moins à nu selon qu'on a plus ou moins appuyé.

Il ne reste plus qu'à entourer la planche de cire à modeler et à verser l'acide dessus, exactement comme si l'on faisait une eau-forte, en ayant soin de terminer à la pointe si l'on veut obtenir de grandes vigueurs, car quelque soin que l'on prenne, il se produit presque toujours des indécisions ou des manques dans le vernis mou.

Le plus sage, du reste, est de repasser à la pointe les parties accentuées de son dessin, avant de le soumettre à la morsure de l'acide.

Ce procédé, peu difficile en somme, demande cependant de grandes précautions car il ne faut pas que les doigts s'appuient sur le papier, autrement leur empreinte ferait trou dans le vernis ; pour éviter cela on protège le cuivre par une planchette de bois portant sur deux supports, en un mot, une sorte de pupitre non fermé, sur lequel on appuie sa main pour dessiner à son aise.

Ce moyen est du reste employé aussi par les dessinateurs lithographes qui ne peuvent pas non plus mettre leurs mains en contact

avec leur pierre, sous peine de produire des taches à l'impression.

Quelques artistes anglais, car c'est surtout outre-Manche qu'on emploie ce procédé, dessinent avec une pointe d'ivoire sur n'importe quel papier, à la condition qu'il soit léger et assez transparent pour que le trait apparaisse en gris.

Ce système a ce bon côté qu'il permet de décalquer un dessin, déjà fait sur le papier ordinaire, sans qu'on soit obligé de le couvrir par de nouveaux traits de crayon.

Mais pour dessiner librement, à moins d'être très exercé, il a cet inconvénient qu'on voit à peine son travail et qu'on ne peut pas juger d'avance des effets qu'on se propose d'obtenir.

GRAVURE IMITANT LE CRAYON

Ce genre de gravure, inventé en 1740 par François, et qui jusqu'à l'apparition de la lithographie fut employé pour produire des modèles de dessin, a pour but, comme son nom l'indique, de reproduire les objets avec les apparences du dessin ; c'est-à-dire en imitant les hachures que produit le crayon sur la surface grenée du papier.

Divers procédés permettent d'obtenir ce résultat, les meilleurs sont : la méthode au sable, et la gravure à la roulette.

Par la méthode sablée, on peut opérer comme pour poser le grain de l'aqua-tinte, c'est-à-dire avec le même instrument, car il faut que la planche soit préalablement vernie avant de répandre dessus une mince couche de sable très fin que l'on fait adhérer au vernis en chauffant légèrement.

La planche ainsi préparée (quelquefois même on passe un rouleau dessus pour faire pénétrer le sable jusqu'au métal), on décalque son dessin et l'on en repasse tous les traits avec des pointes obtuses puis on soumet la planche à l'action de l'eau-forte et l'on obtient, même en répétant les opérations, une gravure assez imparfaite, à cause des

grains de sable qui ont pu rouler dans les parties claires du dessin, mais que l'on retouche facilement, avec des petites aiguilles de pierre ponce ou même de pierre à aiguiser, ce qui n'empêche pas, si l'on veut, de donner le dernier fini au burin ou à la pointe.

Par la méthode à la roulette, on exécute en quelque sorte une gravure mécanique, puisqu'à tout prendre la roulette est un burin mécanique.

C'est une petite roue d'acier, emmanchée comme la molette d'un éperon, dont la circonférence est armée de pointes régulièrement sculptées et qu'on promène sur le métal nu, selon la valeur qu'il s'agit de donner au ton.

D'où plusieurs sortes de roulettes : depuis les roulettes simples qui n'ont qu'un rang de pointes jusqu'aux roulettes combinées qui ont trois, quatre, cinq, et jusqu'à dix et douze entailles pour produire des effets différents.

Avec un bon choix d'outils, on arrive donc à graver une planche assez vite et surtout très régulièrement.

Bien qu'on ne fasse plus que par caprice de la gravure imitant le crayon, la roulette est encore aujourd'hui très employée ; on s'en sert avec plus ou moins de dissimulation pour terminer les eaux-fortes, pour l'aqua-tinte, la manière noire, le pointillé, et même pour certaines parties de la gravure au burin.

On l'emploie aussi, et presque exclusivement, pour l'exécution des dessins d'anatomie et de botanique.

GRAVURE GÉOGRAPHIQUE

La gravure géographique et topographique, connue seulement depuis le milieu du xvi^e siècle — car les premières cartes dignes de ce nom datent de 1560 — se fait maintenant sur des planches de laiton, d'étain ou de zinc, par des procédés mécaniques dans le

genre de la roulette, seulement les instruments sont plus variés.

Ainsi, lorsque la planche est préparée et le tracé décalqué, sur vernis noir, on commence par faire à l'eau-forte les sinuosités des côtes et des rivières, l'ébauche des montagnes.

Quand ce travail est obtenu, on coupe à

la pointe sèche tout ce qui peut être tracé à la règle en lignes parallèles, comme les mers, les lacs, les étangs, et l'on se sert du burin pour creuser les routes, les chemins de fer, les canaux.

Pour les signes conventionnels, les cercles plus ou moins compliqués qui représentent les villes, fortifiées ou non, les bourgs



Fac-simile d'une gravure imitant le crayon.

et les villages, on les frappe avec une série de poinçons qu'on appelle pétitionnaires.

Les noms de villes, de province, ce qu'on appelle la lettre, qui est faite presque toujours par un ouvrier spécial, s'obtient de la même manière avec des poinçons d'acier sur lesquels les lettres sont gravées en relief.

GRAVURE DE LA MUSIQUE

La gravure de la musique est également toute mécanique

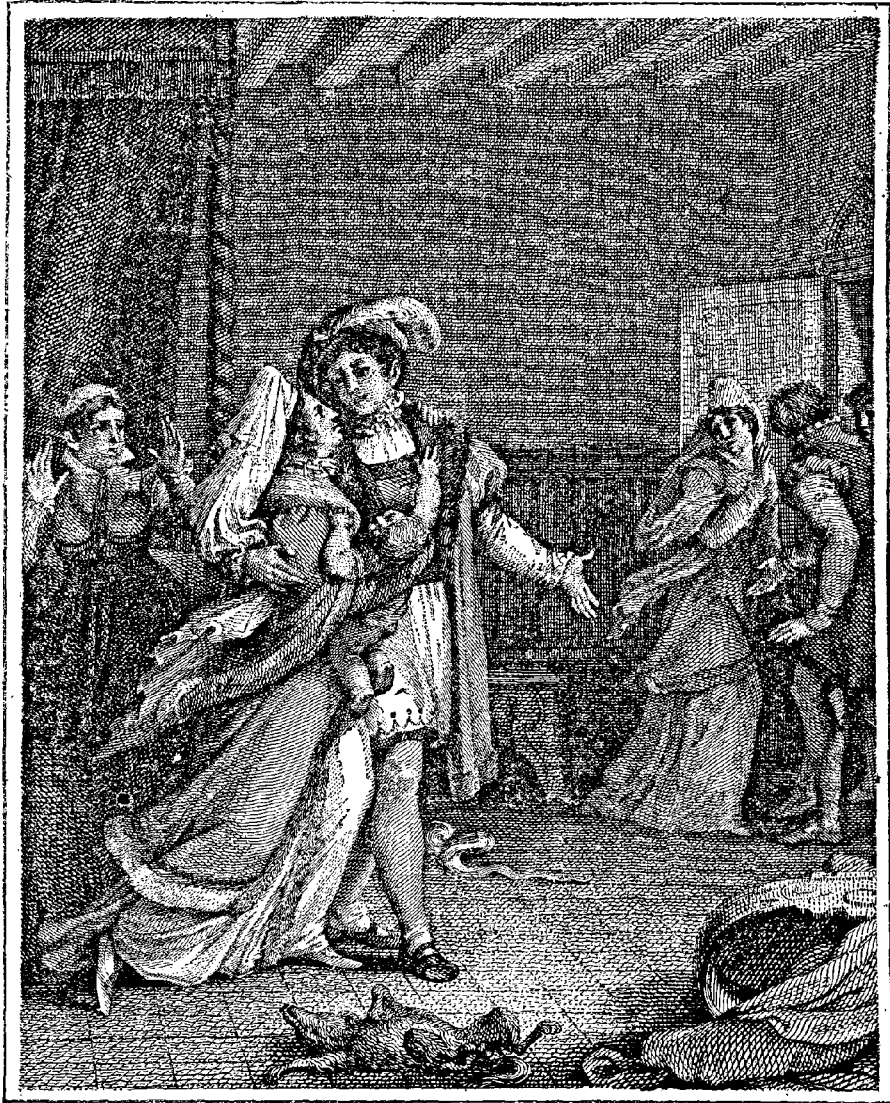
Elle se fait sur des planches d'étain qui n'ont pas besoin d'autre préparation que celle du planage, car on opère à nu sur le métal.

Après avoir calculé l'emplacement des portées et des paroles à écrire dessous quand il y en a, le graveur commence par tracer les portées, avec un instrument appelé couteau mais qui est plutôt une fourchette à cinq doigts, car il règle à la fois les cinq lignes parallèles de la portée.

Les clefs, les notes, les dièzes, les bémols, les soupirs, tous les signes conventionnels, sont gravés sur des poinçons qu'on enfonce dans le métal, en frappant sur le manche avec un marteau.

C'est de la même façon que se gravent les paroles.

Quant aux divisions de mesure, elles sont faites au burin aussi bien que les queues des noires et des blanches, et les barres



Spécimen de gravure sur acier. — Reproduction agrandie d'une gravure de Moreau.

simples, doubles, ou triples qui réunissent les croches.

Un burin spécial qu'on nomme *échoppe* sert à tracer les panses, les demi-cer-

cles appelés liaisons, et les accolades.

Bref, le travail se fait très vite et il le faut, du reste, car il n'est pas payé cher.

GRAVURE HÉLIOGRAPHIQUE

Nous déjà parlé de la gravure photographique, appliquée au tirage typographique, nous y reviendrons encore, quand il s'agira de la photo-lithographie, de la photoglyptie et de la phototypie ; pour le moment nous ne nous occupons que l'héliogravure, c'est-à-dire des procédés qui permettent de transformer des épreuves photographiques en planches capables d'être tirées comme les eaux-fortes et les tailles-douces.

Bien que ne donnant de résultats parfaits que depuis peu d'années, l'invention est aussi ancienne que celle de la photographie, car Nicéphore Niepce, le collaborateur et en cela même le précurseur de Daguerre, l'avait trouvée dès 1826, il est vrai qu'il n'utilisait pas encore d'épreuves photographiques.

Sur une plaque de cuivre recouverte d'une couche de bitume de Judée, il plaçait un dessin sur papier, qu'il soumettait à l'action de la lumière solaire.

Les parties non impressionnées, c'est-à-dire tout le tracé du dessin, restant seules solubles, il n'y avait qu'à plonger la planche dans un bain d'huile de lavande, et le cuivre apparaissait à nu dans les parties correspondantes et pouvait être gravé comme une eau-forte ordinaire.

Sitôt le daguerréotype connu, Dauné essaya de transformer les plaques en gravure à l'eau-forte ; il réussit en principe, en faisant mordre à plusieurs reprises avec de l'acide chlorhydrique, mais son procédé était trop imparfait pour entrer dans la pratique puisqu'on ne pouvait guère tirer au delà de 50 épreuves, sans que la gravure fût déformée.

Fizeau reprit cette idée et commença par attaquer les parties noires de la plaque, formées par le sel d'argent impressionné, avec un acide faible, en réservant les parties blanches ; puis il enduisit sa planche d'une huile grasse qui se fixait seulement dans les creux et répandit dessus, par le

procédé galvanoplastique, une couche d'or qui ne se déposait que sur les parties saillantes ; ce qui les augmentait d'autant et suppléait au défaut de creux existant dans les parties noires, défaut qu'il palliait encore en faisant mordre à nouveau comme dans l'eau-forte ordinaire.

Mais ce système était trop compliqué, trop coûteux pour être mis en pratique et l'invention de la photographie sur papier qui permettait de multiplier les épreuves en nombre presque indéterminé, détourna les esprits de nouveaux essais en ce genre.

Poitevin en fit pourtant et en 1847, il était arrivé à transformer les plaques daguerriennes en clichés en relief, ou en gravure en creux, par des procédés très lents, qui nous ne décrirons pas ici, parce que nous aurons occasion d'en parler à propos de la photolithographie à laquelle ils se rapportent plus directement, aussi bien que des essais de Mungo Ponton, Edmond Becquerel et Talbot qui furent les commencements de la photoglyptie, à laquelle nous consacrons aussi un chapitre.

Restons à l'héliogravure proprement dite, qui si elle doit beaucoup à Poitevin, à Talbot, à Niepce de Saint-Victor, n'est cependant devenue, en quelque sorte, industrielle qu'avec les procédés de M. Baldus.

En 1852, Talbot eut l'idée de transporter sur cuivre, non plus une plaque daguerrienne, mais l'empreinte d'un cliché sur verre, ce qu'on appelle un négatif photographique, mais il ne réussit qu'à prouver que c'était possible et ne put obtenir que des silhouettes d'objets laissant tamiser la lumière, sans pouvoir reproduire les ombres ni les parties opaques.

L'année d'après, Niepce de Saint-Victor reprit, en l'appliquant à la photographie, le système de son oncle, légèrement modifié.

Prenant une plaque d'acier enduite de bitume de Judée, dissous dans l'essence de lavande, il plaçait dessus une épreuve positive obtenue sur verre, et l'exposait à l'ac-

tion de la lumière solaire et obtenait ainsi une contre-épreuve sur le vernis, qu'il enlevait alors en lavant la plaque avec un mélange de trois parties d'huile de naphte et d'une partie de benzine.

Ce mélange, n'ayant d'action que sur les parties non impressionnées, le dessin restait en traits de bitume sur la plaque, qu'il ne s'agissait plus que de faire mordre par les procédés ordinaires de l'eau-forte.

Mais les résultats furent encore insuffisants; car il fallait retoucher les planches au burin.

Cependant la route était tracée, et c'est à l'aide de ce point de départ que MM. Nègre et Baldus trouvèrent leurs procédés, à peu près simultanément, c'est-à-dire vers 1856.

Le procédé de M. Ch. Nègre n'a pas été divulgué par l'inventeur; il n'a pourtant gardé le secret que de la composition des agents chimiques qu'il employait; car on sait qu'il se servait aussi de bitume de Judée, mais seulement pour ménager sur sa plaque une réserve transitoire, permettant de dorer par la galvanoplastie toutes les parties qui ne doivent pas être enlevées par les acides, ce qui est le procédé de Fizeau.

La dorure faite, on lave la planche à l'absence de térébenthine, qui dissout le bitume, et il ne reste plus qu'une sorte de plaque damasquinée dans laquelle les parties dorées représentent les lumières et les blancs, tandis que les parties mises à nu seront rongées par les acides.

Le premier système de M. Baldus, qui remonte à 1854, partait du même principe mais les moyens différaient un peu: il impressionnait une plaque de cuivre, enduite de bitume de Judée, au moyen d'un cliché négatif qui se reproduisait en positif, mais n'apparaissait sur la planche que par l'effet d'un dissolvant.

Il renforçait cette contre-épreuve, trop délicate pour résister à l'action des liquides, en l'exposant pendant plusieurs jours à la lumière diffuse, après quoi, il mettait la

plaque dans un bain galvanoplastique de sulfate de cuivre.

Ce système permettait de produire à volonté une gravure en relief ou une gravure en creux, car si la plaque est attachée au pôle négatif, le dépôt de cuivre galvanique se fait sur les parties non défendues par l'enduit résineux, tandis que si elle est fixée au pôle positif c'est le contraire qui se produit.

Malgré ces avantages, M. Baldus a complètement abandonné la galvanoplastie, son procédé nouveau est infiniment plus prompt puisqu'il peut produire en quelques minutes une planche propre au tirage en taille-douce.

Ce procédé, également à deux fins, consiste à rendre la planche de cuivre impressionnable au moyen d'un sel de chrome; sur cette planche, on applique le cliché photographique et quand il a été reproduit par l'action de la lumière, on immerge la plaque dans un bain de perchlore de fer qui attaque le cuivre dans toutes les parties non impressionnées, et l'on obtient ainsi un premier relief que l'on renforce en répétant l'opération, après avoir eu soin de passer sur la plaque un rouleau chargé d'encre d'imprimerie, qui se dépose sur le relief et le préserve des morsures du perchlore.

On comprend qu'avec ce système on peut obtenir à volonté un cliché en creux ou en relief. Pour le premier cas, il suffit de faire usage d'un négatif photographique, car ce sont les blancs qui se trouveront en relief, — pour le second c'est un cliché positif que l'on met en contact avec la plaque impressionnée.

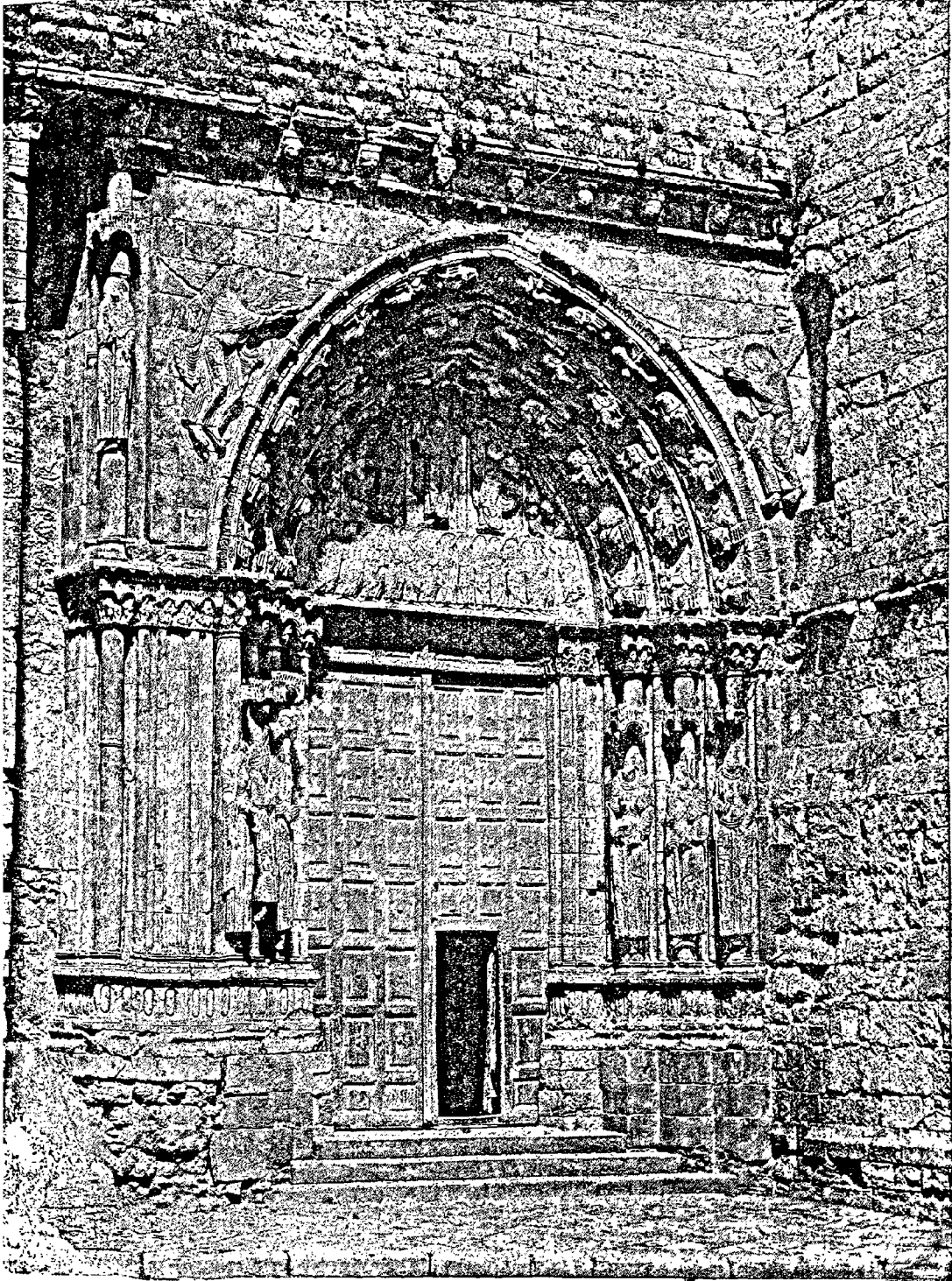
Il y a maintenant d'autres procédés, que nous allons étudier succinctement.

Le procédé Garnier qui a valu à son auteur le grand prix pour la photographie à l'exposition universelle de 1867 (ce qui ne l'empêche pas de remonter à 1855...), est ainsi décrit par M. Monckhoven :

« Une planche de laiton est exposée dans l'obscurité aux vapeurs de l'iode, soumise à



Reproduction d'un dessin à la sanguine. — Héliogravure de C. Petit.



LIV. 104.

Reproduction d'un cliché photographique. — Héliogravure de C. Petit.

l'action lumineuse derrière un négatif, et frottée avec un tampon de coton imbibé de mercure.

« Cette lame, soumise au rouleau d'encre grasse, repousse l'encre par ses parties amalgamées, mais y adhère par ses parties libres. Celles-ci forment alors la réserve et la couche, traitée par le nitrate d'argent, donne une planche en taille-douce après qu'on a enlevé l'encre grasse.

« Mais si l'on n'enlève jamais l'encre grasse et qu'après la première morsure au nitrate d'argent on fasse sur la lame un dépôt de fer galvanique, celui-ci se dépose sur les parties amalgamées, et l'encre enlevée laisse à nu le laiton iodé.

« On attaque de nouveau la planche par le mercure, qui n'adhère pas au fer; soumise au rouleau d'encre grasse, celle-ci, de nouveau ne prend pas sur le mercure, mais sur le fer.

« Si l'on veut une planche typographique, au lieu d'opérer un dépôt de fer, on dépose de l'or, puis on creuse les parties non dorées par un acide jusqu'à relief suffisant.

Le procédé Drivet est plus ambitieux, car il ne se contente pas de reproduire des eaux-fortes, des gravures, des dessins, tels qu'ils sont à l'original, il a la prétention, justifiée jusqu'à un certain point, d'obtenir une gravure en taille-douce avec un cliché photographique, difficulté considérable qui n'est pas encore complètement vaincue, dans le sens artistique du mot, bien que le procédé ait donné des résultats appréciables.

Il s'agissait de donner un grain à l'héliogravure et voici comment l'inventeur a résolu ce problème.

Au lieu de sensibiliser seulement la planche métallique au moyen du sel de chrome, on ajoute à ce sel une matière soluble, soit mucilagineuse ou gommeuse, destinée à produire le grain nécessaire pour retenir l'encre sur la planche gravée, et que l'épreuve photographique reçoit en même temps que l'image de l'objet.

Ensuite on fait dissoudre à l'eau chaude les parties non impressionnées par l'effet de la lumière; on plombagine la planche et on la soumet au bain galvanique pour la couvrir de cuivre, ce qui permet selon qu'on s'est servi d'un cliché photographique négatif ou positif, d'obtenir une gravure en taille-douce ou en relief.

Le procédé Tessié du Motay est trop compliqué et permet un tirage trop restreint (75 exemplaires au plus) pour être entré dans la pratique, nous en dirons néanmoins quelques mots.

Il consiste à impressionner au sel de chrome, une plaque quelconque recouverte d'un mélange de colle de poisson, de gélatine et de gomme, mais pour que cette plaque reçoive l'effet de la lumière qui doit rendre insolubles les parties touchées par les rayons lumineux, il faut qu'elle ait été maintenue pendant plusieurs heures, dans une étuve, à la température de 50 degrés.

Quand elle est impressionnée, on la soumet à un lavage prolongé et on la fait sécher à l'air libre, ou, ce qui va plus vite, à l'étuve, et l'on obtient ainsi une planche qui ressemble assez d'aspect à une plaque d'aqua-tinte, d'autant qu'elle est sans grain.

Le grain s'obtient, paraît-il, à l'impression, car l'eau contenue dans les pores de la couche non insolée, éloigne les corps gras des blancs restés à nu.

Mais, comme nous l'avons dit, l'impression est très limitée; pour remédier à cet inconvénient on fait des clichés ou des reports, ce qui rentre alors tout à fait dans la lithographie.

Il y a aussi le procédé Scamoni, de Saint-Pétersbourg, qui repose sur cette observation: qu'un négatif photographique n'est pas une surface plane, comme on le croyait d'abord, mais présente, au contraire, un certain relief qu'il suffirait de renforcer pour obtenir une taille-douce.

M. Scamoni en a trouvé le moyen à l'aide de dépôts successifs d'argent, le métal

n'étant, comme on le sait, attiré et retenu que par des surfaces impressionnées. Il parvient ainsi à donner au négatif des profondeurs aussi grandes que celles d'un cuivre gravé, et par la galvanoplastie il en fait un cliché en cuivre que l'on peut tirer par les procédés ordinaires.

Nul doute que nos héliographeurs d'aujourd'hui, comme M. Dujardin qui fait surtout de la taille-douce, MM. Gillot, Lefmann, Yves et Barret, Petit, Michelet, Fernique et autres qui s'occupent plus spécialement de clichés typographiques et font ce qu'on appelle généralement de la photogravure, n'aient aussi leurs procédés particuliers; mais ces procédés sont des secrets d'ateliers qu'il ne nous appartient point de divulguer, nous contentant de les apprécier par les résultats qu'ils donnent.

Ces résultats sont généralement excellents, lorsque les opérations sont faites dans de bonnes conditions de temps et de soin, il reste pourtant toujours une difficulté à vaincre, la reproduction en vigueur des photographies d'après nature.

Car, s'il est très facile de reproduire une gravure dont les tailles forment un grain, il est déjà plus difficile de rendre un dessin dont les derniers plans n'offrent aucun relief, et l'on se heurte au véritable obstacle quand on se trouve en présence d'une photographie d'après nature, qui n'a ni relief ni grain et dont les ciels sont toujours tout blancs.

On y arrive pourtant, surtout pour l'architecture, et M. Petit, notamment, a trouvé le moyen de grener assez sensiblement ses clichés photographiques pour que l'encre grasse y adhère suffisamment, et que le tirage en soit possible.

On en jugera, du reste, par le spécimen que nous en donnons aussi bien que deux autres spécimens, l'un, d'une gravure en taille-douce, à peine creusée, l'autre d'un dessin original, qui représentent autant de difficultés.

M. Petit avait déjà fait ses preuves devant nos lecteurs, car les reproductions de lithographies et d'aqua-tinte, que nous leur avons mises sous les yeux, dans le courant de cet article, étaient également très difficiles.

GRAVURE MÉCANIQUE

La gravure mécanique, d'invention assez récente, ce qui ne l'empêche pas, bien au contraire, d'être extrêmement répandue, a pour objet de suppléer à la main de l'artiste, pour les parties qui ne demandent absolument que de la patience; tels que les lignes parallèles des fonds et des ciels, qui d'ailleurs peuvent être faits avec beaucoup plus de sûreté et de régularité (sans parler de la rapidité) par des machines à graver, que par des graveurs, même d'une grande habileté.

La machine à graver les lignes parallèles a été inventée en 1803, par Conté, à la fois peintre, chimiste et mécanicien, et dont on a dit avec justesse « qu'il avait toutes les sciences dans la tête et tous les arts dans la main. »

Elle a servi d'abord pour la gravure des planches du grand ouvrage de la commission d'Égypte, instituée par le général Bonaparte le 20 août 1798, et qui ne fut publiée par l'Imprimerie Nationale que de 1809 à 1818.

Depuis elle a été modifiée et perfectionnée par Turret, Petitpierre, Gallet et autres, mais elle repose toujours sur le principe de l'instrument connu depuis des siècles par les dessinateurs de tous pays, sous le nom de *règle à parallèles*, et se compose d'un certain nombre de tire-lignes à pointe de diamant, fixés sur une sorte de règle plate, qui, pressée par un ressort, ou par un poids, selon les systèmes, trace les lignes sur le cuivre ou l'acier de la planche, avec une profondeur et un écartement d'une régularité mathématique.

On obtient ainsi, non seulement les lignes

droites, mais encore des lignes courbes ou ondulées, voire même des lignes renflées sur une partie quelconque de leur longueur, puisqu'il suffit pour cela de faire agir le ressort afin de creuser davantage aux endroits désignés.

On ne peut néanmoins se servir de ces machines que pour terminer les gravures, et voici comment on opère le plus généralement, en prenant pour exemple une eau-forte, parce que c'est le cas où le travail est le plus compliqué.

On dispose sur la planche une eau-forte très simplement faite, que l'on fait mordre par les procédés ordinaires après l'avoir dévernée et asséchée, on la revernit à nouveau pour la faire passer sous la machine qui la couvre de lignes parallèles et équidistantes, que l'on soumet à l'action de l'acide.

Pour les gravures au burin c'est beaucoup plus simple puisqu'on opère sur le métal nu, on n'a qu'une seule précaution à prendre, c'est de couvrir par des décou-



Gravure mécanique. — Eau-forte non terminée.

pages en papier, les parties de la planche ne devant pas être touchées par la machine, qui donnerait une teinte uniforme partout, si l'on ne faisait pas de réserves.

Il existe depuis 1834, une machine beaucoup plus intelligente encore, car elle ne se contente pas de faire des lignes, elle dessine et avec une régularité mathématique ; c'est la machine Collas, destinée particulièrement à la reproduction des objets en bas-relief, comme les médailles, les monnaies, les sceaux.

Basée sur le principe du pantographe, elle

se compose d'une pointe fine et émoussée qui suit toutes les sinuosités de l'original en lignes droites et parallèles, et d'une seconde pointe suffisamment tranchante pour attaquer le métal nu, si l'on ne veut pas se contenter de dessiner sur le vernis, pour graver ensuite à l'eau-forte.

Cette pointe répète mécaniquement tous les mouvements de la première et trace les mêmes lignes, mais non plus droites ni parallèles, mais ondulées ou espacées diversement, suivant les saillies et les creux de l'objet que l'on copie.

Quand on a passé la pointe émoussée sur toutes les parties du modèle, la gravure est finie, il y a même des machines qui en font cinq à la fois, dont les dimensions peuvent être variées.

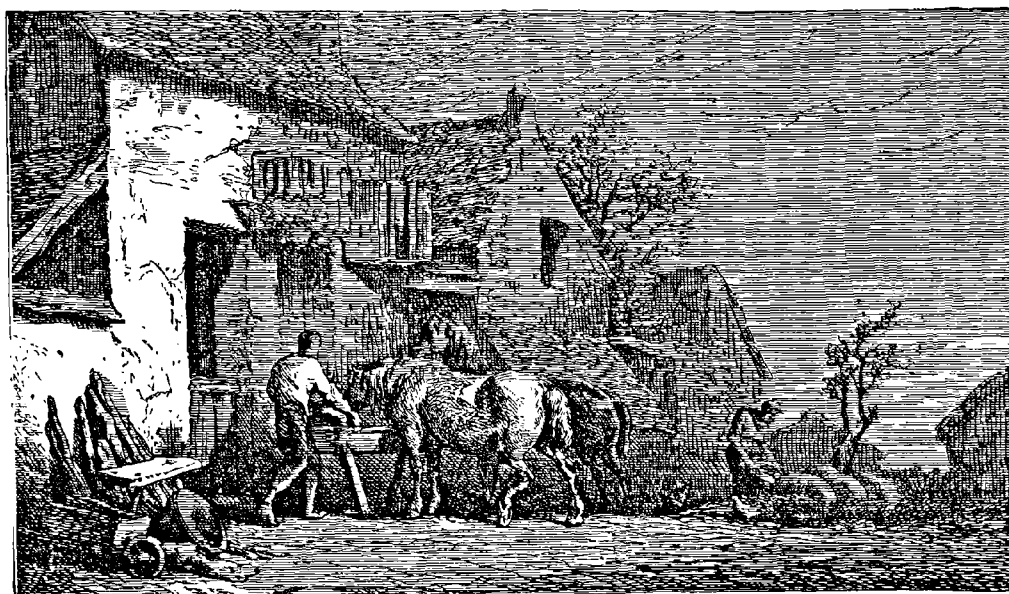
Nous venons de passer en revue tous les genres de gravure en taille-douce, et ce n'est point par oubli que nous n'avons parlé ni de la gravure en couleurs, ni de la gravure en camaïeu ; car ce ne sont pas à proprement parler des manières de graver, mais des procédés d'impression poly-

chrome, avec lesquels on obtient des estampes coloriées, imitant l'aquarelle, la gouache, ou même la peinture à l'huile.

Nous en avons suffisamment parlé, en nous occupant de la gravure au lavis, pour qu'il soit utile d'y revenir et nous passerons maintenant à l'impression des tailles-douces.

TIRAGE EN TAILLE-DOUCE.

Tous les genres de gravure dont nous venons de parler se tirent en taille-douce,



N. LAMBERT SC.

Gravure mécanique — Eau-forte terminée par la machine.

façon d'imprimer toute spéciale et pour laquelle il faut que le papier, préalablement humecté, comme pour toutes sortes d'impressions, du reste, reçoive une pression considérable, puisque tout ce qui doit apparaître sur l'épreuve, se trouve en creux dans la gravure.

Il est probable que les premières tailles-douces étaient imprimées avec un frotton spécial, peut-être même, et plus vraisemblablement, par la simple pression de la paume de la main, mais il n'est pas douteux, à voir les magnifiques épreuves des

gravures de Lucas de Leyde et d'Albert Dürer, qu'on se servait de presse dès la fin du xv^e siècle.

Cette presse n'était évidemment pas celle d'aujourd'hui, mais le procédé de tirage était le même ; voici en quoi il consiste :

L'imprimeur commence par faire chauffer la planche en la posant sur un instrument appelé *boîte* et qui est du reste une véritable boîte — non fermée par le devant pour permettre l'introduction d'un réchaud nommé *poêle*, rempli de poussier de char-

bon de bois — et couverte par une plaque de tôle.

Lorsque la planche a un degré de chaleur suffisant, on l'enduit au moyen d'un tampon, d'une encre spéciale composée de noir de fumée broyé avec une huile très épaisse, mais qui se liquéfie légèrement à la chaleur et, poussée par un chiffon de grosse mousseline, entre dans tous les creux de la gravure.

Le superflu est enlevé d'abord avec ce chiffon et ensuite avec la paume de la main, qui est encore ce qu'il y a de meilleur, pour effacer de sur la planche ce qui reste en dehors des tailles et salit la superficie.

La gravure est ensuite placée sur un ais de noyer, on la recouvre d'une feuille de papier non collé, mais glacé, satiné et trempé par les moyens de l'imprimerie ordinaire; puis sur cette feuille de papier on pose ce qu'on appelle les étoffes: c'est-à-dire quatre ou cinq morceaux de feutre, qui vont faire l'office de blanchets, et l'on place le tout sur la presse.

Une presse en taille-douce se compose essentiellement de deux rouleaux de noyer, de gaïac ou même d'acier, tournant en sens contraire et entre lesquels passe une table.

C'est sur cette table que l'on pose la planche encrée, couverte comme nous l'avons dit, et l'on comprend que la pression considérable — exercée par les rouleaux, mis en mouvement par une manivelle ou des bras en croix, fixés aux extrémités de l'axe de l'un d'eux, — soit suffisante pour obliger le papier humecté à entrer dans les tailles de la planche et à s'appropriier tout le noir qui s'y trouve.

Comme on le voit, l'opération dépend surtout de l'encrage, or comme il faut la répéter pour chaque épreuve, le tirage est relativement long, ce qui explique, outre l'établissement de la planche, le prix assez élevé des gravures en taille-douce.

Il est vrai que ce n'est pas ainsi qu'on imprime les cartes géographiques, la mu-

sique, et certaines eaux-fortes dont on veut avoir un grand nombre d'exemplaires.

Dans ce cas, on en fait soigneusement une épreuve sur papier de chine, que l'on imprime sur une pierre lithographique ou sur une feuille de zinc, et c'est en lithographie ou en zincographie que le tirage se fait, comme nous l'expliquerons tout à l'heure.

LITHOGRAPHIE

On sait déjà, d'après ce que nous en avons dit, dans l'historique de l'invention, en quoi consiste la lithographie.

Toute la théorie se réduit en ceci :

1° Tracer sur la pierre avec une matière grasse, encre ou crayon d'une composition spéciale, le dessin ou l'écriture qu'il s'agit de multiplier et qui y adhère d'autant plus facilement que la pierre choisie est plus favorable.

2° Décaper cette matière grasse avec un mélange d'eau acidulée et de gomme, pour que les traits du dessin ou de la composition qui ressortent un peu en relief sur la pierre, puissent se couvrir au contact d'un rouleau chargé d'encre.

La pierre ayant été mouillée au préalable avec une éponge humide, il s'établit, entre le corps gras du dessus et celui du rouleau, une adhérence qui permet l'impression, tandis que les parties humides de la pierre repoussant l'encre du rouleau, viendront blanches au tirage.

D'où, cinq opérations fondamentales que nous allons décrire séparément : la préparation des pierres, l'exécution du dessin ou de la composition écrite, l'acidulation, le gommage et le tirage.

PRÉPARATION DES PIERRES

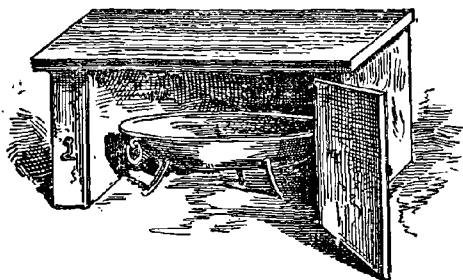
La pierre propre à la lithographie, et qu'on appelle à cause de cela pierre lithographique; est un calcaire d'un grain fin, qui renferme de 95 à 97 pour cent de carbonate de chaux et des quantités minimales de silice

d'alumine et d'oxyde de fer, ce qui lui permet d'absorber l'eau et les corps gras, et d'être facilement dissoluble par les acides.

Pour entrer dans le commerce courant, elles doivent être débitées en plaques bien

dressés, ayant les deux grandes surfaces parfaitement planes et d'une épaisseur suffisante pour résister à une pression assez considérable.

Elle ne doivent avoir ni veines, ni fibres,

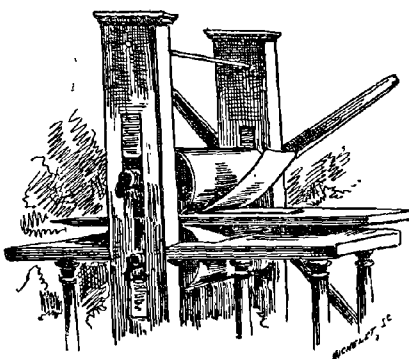


Boite à taille-douce.

ni taches, et être assez dures pour ne se laisser que difficilement rayer par une pointe d'acier.

Les pierres remplissant toutes ces conditions, deviendront vraisemblablement rares, car on en use considérablement, mais bien que d'un prix considérablement élevé, elles ne le sont pas encore. On en tire de grandes quantités des environs de Pappenheim, en Bavière, on prétend généralement que les meilleures viennent des carrières de Solen-

hofen, et des localités voisines, mais c'est un restant de tradition, car on en trouve ailleurs et surtout en France de tout aussi bonnes et qui ont l'avantage d'être beaucoup plus grandes; ainsi, tandis que les grandes pierres de Bavière atteignent à peine 1 mètre ou 1^m, 20 de hauteur sur 90 cent. de large, on en extrait assez couramment d'Avèze, dans le département du Gard, et de Château-roux dans l'Indre qui ont une hauteur de 2 mètres et plus sur 1^m, 40.



Presse à taille-douce.

Il est vrai que dans ces proportions la pierre est d'un tel poids qu'elle n'est pas d'un usage facile et d'ailleurs, en dehors des cartes géographiques que l'on tire quelquefois en report, il se fait peu de travaux

lithographiques qui demandent des pierres aussi grandes.

Mais qui peut le plus peut le moins et maintenant qu'on tire beaucoup, en couleur, d'affiches format double colombier, les

pierres bavaroises seraient absolument insuffisantes.

Pour recevoir de l'écriture, la pierre doit être polie, pour recevoir du dessin il faut qu'elle soit en outre grenée.

Le polissage, qui a pour but, outre le parfait nivellement de la pierre, d'effacer la composition dont on n'a plus besoin, se fait en en frottant la surface avec un morceau de pierre ponce uni à la lime et que l'on mouille de temps en temps dans un vase plein d'eau; cette précaution a pour but de le débarrasser des petits fragments qui s'en détachent et de rendre le frottement plus doux.

Le grenage se fait avec du sable plus ou moins fin, selon la grosseur du grain qu'on veut donner à la pierre en raison du genre de dessin qu'elle doit recevoir.

Ce sable, semé sur la surface de la pierre à grener est parfaitement humecté, on pose dessus une autre pierre de même qualité à laquelle on imprime un mouvement de va-et-vient légèrement rotatif, en ayant soin que pendant ce mouvement elle ne dépasse pas la pierre inférieure.

On renouvelle la provision de sable deux ou trois fois et l'on y tient le dernier plus longtemps, de façon qu'à la fin, il ne forme plus qu'une bouillie très fine entre les deux pierres, puis on lave à grande eau, et l'on met sécher à l'abri de la poussière.

Cette opération, très fatigante, quand un ouvrier doit la répéter souvent, se fait généralement à la main, mais on peut l'accomplir mécaniquement grâce à un appareil fort ingénieux que construisent M. Pierron et Dehaître, et qu'on a que la peine de conduire, car il peut à la rigueur être mu par le moteur de l'établissement, bien qu'il exige peu de force motrice.

Celui que représente notre gravure est fait pour être tourné à bras; au moyen d'une manivelle qui, à l'aide d'un pignon d'engrenage, imprime un mouvement circulaire à l'axe vertical, terminé par un plateau, qui

frotte également sur la surface de la pierre, laquelle peut naturellement avancer ou reculer sur le bâti qui la porte.

Ce plateau, muni d'une plaque en acier très dur, en quelque sorte inusable, fait à lui seul la besogne de dix hommes et ponce les pierres avec une rectitude mathématique.

On peut d'ailleurs le soulever à volonté, pour juger de l'état du travail, au moyen d'un levier à contre-poids qui permet encore de régler à volonté la pression du plateau rotatif.

L'examen de notre gravure fera d'ailleurs parfaitement comprendre le fonctionnement de la machine.

EXÉCUTION DU DESSIN

Ceci est la partie artistique de la lithographie et non seulement à cet égard, la plus importante, car tout le succès de l'impression dépend de la façon dont le dessin est fixé sur la pierre.

Il y a pour cela plusieurs moyens, soit au crayon, soit à la plume ou au pinceau, mais naturellement il faut employer de l'encre ou des crayons spéciaux.

Les crayons lithographiques (on en fait de plusieurs numéros, comme les crayons ordinaires, durs, demi durs et tendres) sont un composé de savon, de cire et de suif mêlés en proportions variables, selon le numéro, avec suffisamment de noir de fumée pour communiquer au mélange une teinte noire.

Cette composition a sa raison d'être pour le but qu'on se propose, car lorsqu'elle touche la pierre, il se produit entre l'oléate et le stéarate du savon et le carbonate calcique de la pierre, une double décomposition qui donne naissance à de l'oléate et à du stéarate calcique, à du carbonate de sodium qui sont insolubles dans l'eau aussi bien que dans les huiles fines et volatiles.

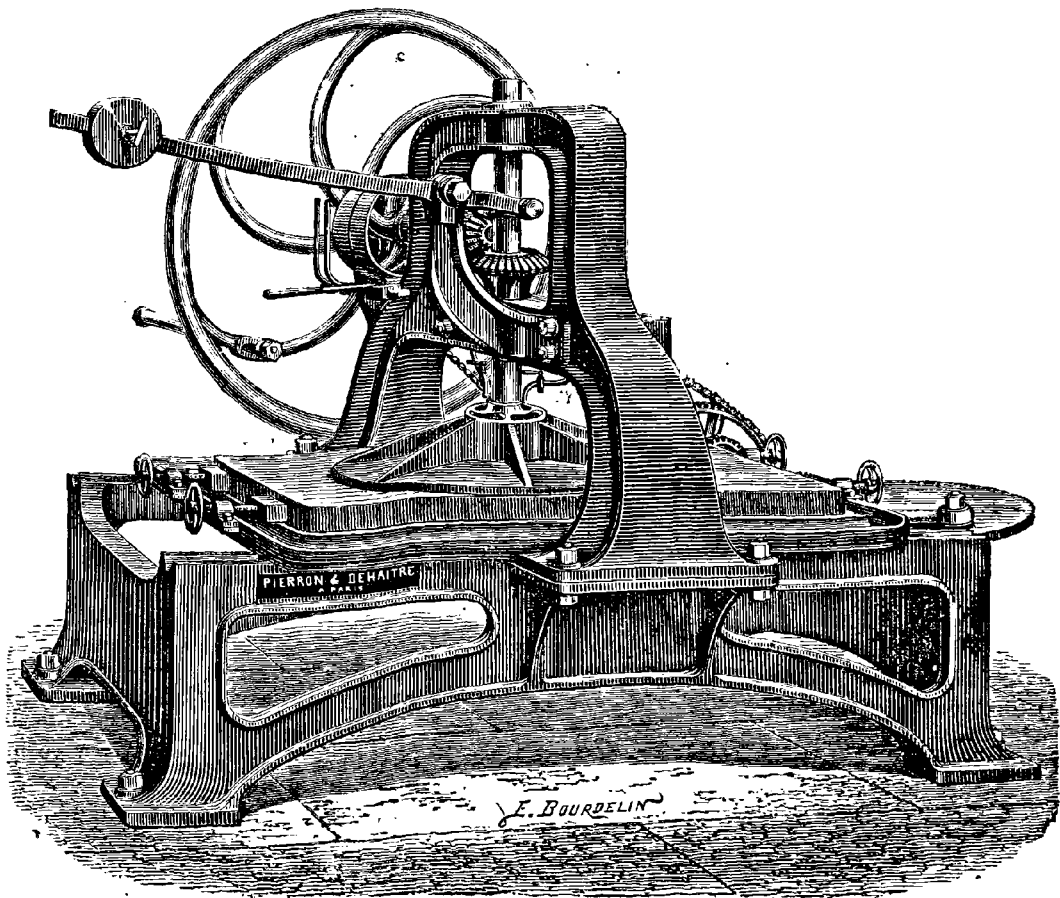
Le dessin ainsi tracé, ne s'effacera donc ni au contact de l'eau qu'il faut passer sur

la pierre, ni à celui de l'encre d'impression.

L'encre lithographique, — qui se fait en tablettes et qu'on délaye dans l'eau pour s'en servir : soit avec la plume, soit avec un pinceau si l'on a de grandes parties de noir à produire — est une composition à peu près analogue à celle du crayon.

Il y a aussi une encre liquide, mais on l'emploie plus spécialement pour l'autographie, nous en parlerons en temps et lieu.

Pour l'exécution du dessin, il n'y a aucune règle théorique tout est soumis au talent et au goût de l'artiste. Le praticien



Machine à poncer les pierres, de MM. Pierron et Dehaitre.

doit savoir qu'il ne doit pas travailler dans un appartement à température trop élevée, sous peine de produire des tons gras et empâtés, par l'effet de la chaleur de la pierre et du ramollissement du crayon.

Il emploie, selon les effets qu'il veut produire, tantôt le crayon tendre, tantôt le crayon dur quelquefois même il rehausse

certaines traits à la plume et il ne dédaigne pas de plaquer des noirs au pinceau pour donner des touches vigoureuses, et de faire éclater de vives lumières à coups de grattoir ou de pointe sèche sur la pierre.

En somme, le dessin, soit à la plume soit au crayon, se fait exactement comme sur le papier, à cette différence près qu'il faut dis-

poser ses effets à rebours, puisque le dessin doit être fait à l'envers pour venir dans son sens véritable à l'impression.

Au point de vue du métier, il faut surtout une très grande propreté et beaucoup de soin, car le moindre contact sur la surface grenée de la pierre produit une tache et l'empreinte des doigts est quelquefois inéffaçable.

Pour cela, le lithographe garnit le plus souvent les bords de sa pierre avec des bandes de papier qu'il fixe avec de la colle à bouche et il se sert pour appuyer sa main, de la planchette pupitre dont nous avons déjà parlé à propos de la gravure au vernis mou.

La lithographie industrielle, la branche la plus importante de ce genre d'impression, se fait à la plume par des ouvriers spéciaux qu'on appelle écrivains et qui ont une habileté extraordinaire à former les caractères à l'envers.

D'autant que les caractères sont très variés, notamment dans les travaux de ville, factures, mandats, têtes de lettres et autres.

Il est vrai que dans ce cas on a recours au graveur lithographique, car les vignettes, médailles, et presque tous les dessins des travaux de ville sont gravés sur la pierre, quelquefois même sur du verre.

Nous allons donner quelques détails sur ces deux genres de gravure.

GRAVURE SUR PIERRE

La pierre lithographique n'est remise au graveur que lorsqu'elle a subi certaines préparations : on la ponce d'abord, naturellement pour lui donner le meilleur poli, puis on l'enduit d'un mélange de gomme et d'acide azotique, qui la rend non attractive aux corps gras.

Lorsque cet enduit est bien sec, on étend dessus, au moyen d'une éponge fine, un vernis assez épais composé de gomme arabique avec laquelle on a fait dissoudre du noir de fumée ou de la sanguine, le but

de ce vernis étant tout simplement de permettre au graveur de juger de l'effet de son travail, qui se détachera en blanc sur fond coloré.

La pierre ainsi préparée, le graveur décalque dessus le dessin, le plan, la carte ou les attributs qu'il doit reproduire, et en creuse ensuite tous les traits, soit avec une aiguille dure, une pointe de diamant, ou même un burin, exactement comme s'il gravait sur métal.

Quand le travail est terminé, on passe une éponge imbibée d'huile sur toutes les parties qui se détachent en blanc sur la pierre, puis on les encre au rouleau, avec l'encre lithographique, de façon à ce que toutes les tailles soient bien remplies. Car cette encre a pour but de les protéger pendant le lavage qu'on fera de la pierre pour la débarrasser du double vernis dont elle est couverte, et après lequel la gravure est bonne à tirer.

Il n'est cependant pas d'usage de tirer sur la pierre, d'autant que presque toutes les gravures industrielles s'intercalent dans d'autres compositions ; on procède alors par voie de report, que nous expliquerons plus loin.

GRAVURE SUR VERRE

Cette gravure qu'on appelle aussi *hyalographie*, est une espèce de gravure à l'eau-forte, seulement le mordant et les vernis sont différents.

La feuille de verre est d'abord enduite d'un mélange de blanc de baleine et de bitume de Judée, dissous dans l'essence de térébenthine. Ce vernis bien sec, on décalque son dessin dessus, et l'on en trace à la pointe tous les traits, que l'on fait mordre ensuite à l'acide fluorhydrique étendu d'eau, en ayant soin de chauffer légèrement le verre.

Les retouches se font avec des pointes de diamant : qui permettent de creuser assez profondément le verre pour produire des parties fortement ombrées.

On tire quelquefois les gravures sur verre, directement en lithographie en les incrustant dans une planche de bois dur, qui leur permet de supporter l'effort de la presse ; mais plus communément on les tire par reports ou l'on en fait des clichés galvanoplastiques si l'on veut les transformer à l'usage de la typographie.

On a trouvé récemment, en Amérique, un procédé pour graver mécaniquement le verre, la pierre et au besoin les métaux ; c'est ce qu'on appelle la gravure au sable.

L'inventeur, M. Tilghmann, de Philadelphie, ayant remarqué que les carreaux de fenêtres exposés au vent de la mer se dépolissaient très vite, est parti de là pour imaginer un appareil à graver artificiellement le verre, en faisant projeter dessus du sable par un fort courant d'air.

Cet appareil est à peu près comme la boîte à aqua-tinte, seulement la soufflerie est plus puissante et on peut l'augmenter encore en remplaçant le courant d'air par la vapeur.

La plaque ou la pierre, enduite d'un vernis qui la protège contre les effets du sable, il s'ensuit que tous les traits du dessin qu'on a tracé dans ce vernis et qui laissent la plaque à nu, se trouvent gravés à une certaine profondeur au bout d'un temps relativement court.

Ce procédé, très ingénieux, n'est pas encore entré absolument dans le domaine de la pratique, mais on en tirera quand on voudra un très grand parti car, pouvant s'appliquer aux métaux, il peut se substituer à l'eau-forte sur laquelle il a le grand avantage d'agir en profondeur avec une netteté parfaite.

ACIDULATION DE LA PIERRE

La troisième opération de la lithographie qui est la première concernant directement l'imprimeur, est l'acidulation de la pierre.

Cette opération en comporte deux, car il y a aussi le gommage ; il est vrai qu'on les

fait en même temps, le plus ordinairement, car ce n'est que lorsqu'un dessin demande une préparation plus énergique qu'on les exécute séparément.

Dans le premier cas, on étend avec un pinceau, sur la surface de la pierre, un mélange d'acide azotique faible et d'eau gommée.

Dans le second cas, on commence par mouiller abondamment la pierre avec de l'eau acidulée, puis on laisse sécher et, au bout d'un certain temps, on étend par-dessus la dissolution de gomme ; mais, d'une façon comme de l'autre, le même effet chimique se produit, c'est-à-dire que l'acide azotique dissout les parties blanches du calcaire et les rend plus hygrométriques en élargissant leurs pores. Il attaquerait aussi les parties écrites ou dessinées si la gomme n'était là pour modérer et diriger son action ; il les attaque du reste un peu, puisqu'il leur enlève leur alcali, ce qui permet à la partie savonneuse du crayon de rester seule dans la pierre, qui acquiert par là plus d'adhérence au noir d'impression.

La gomme a encore une autre mission, c'est, en se combinant avec la pierre, de rendre celle-ci insensible à l'action des corps huileux composant l'encre lithographique ; c'est pourquoi lorsque la pierre a été acidulée, on la regomme à nouveau, mais cette fois sans mélange d'acide, puis on laisse sécher et, quelques heures après, on enlève la couche gommeuse, en lavant la pierre avec de l'eau bien propre.

Quand il s'agit d'un dessin très chargé on fait suivre cette opération d'un nouveau lavage à l'essence de térébenthine qui enlève l'excès de graisse que peut contenir le dessin, en le faisant même disparaître complètement ; ce qui semblerait inquiétant à un non initié suivant l'opération, mais n'a aucun inconvénient, au contraire, car le dessin est maintenant engravé dans la pierre ; du reste il réapparaît aussitôt, quand après avoir mouillé la pierre à l'eau, on passe dessus un rouleau imprégné d'encre li-

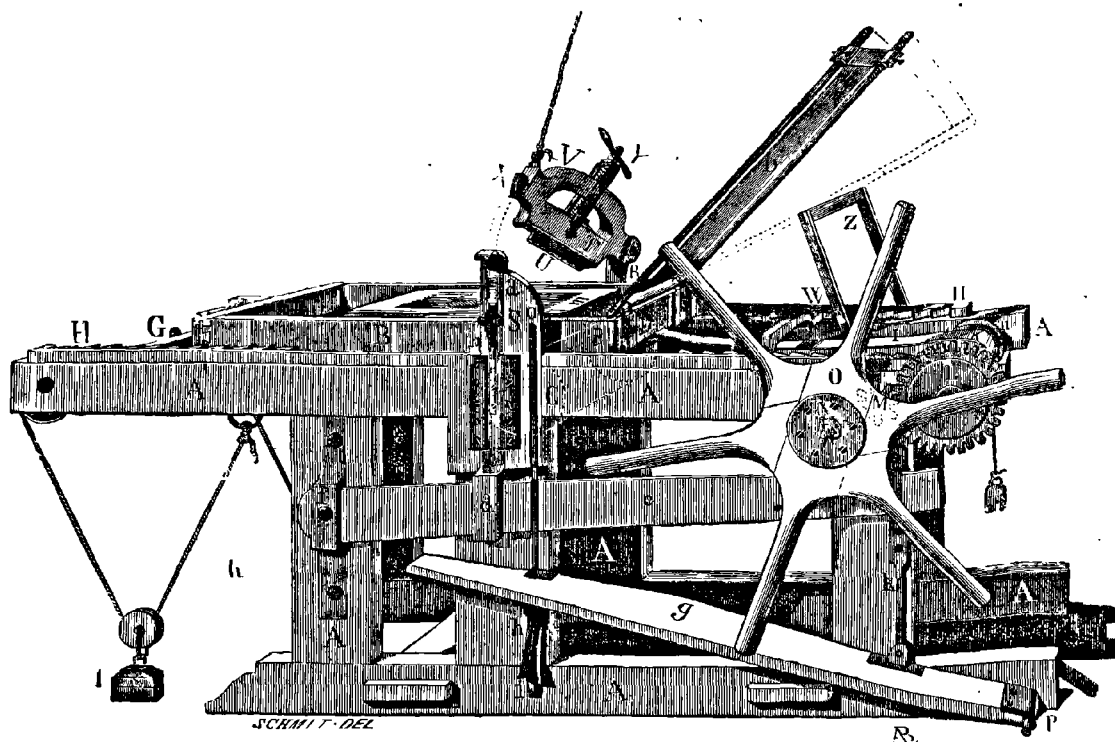
thographique pour commencer le tirage.

LE TIRAGE

Les tirages lithographiques, qui se font aujourd'hui communément sur des presses mécaniques, s'exécutaient naguère encore sur des presses à bras.

Il y en a de deux sortes : presse à râteau et presse à cylindre, mais reposant sur le même principe, c'est-à-dire se composant de deux parties essentielles quelques modifications qu'on apporte à leur structure.

La partie mobile, qu'on appelle le *chariot*, et sur laquelle on place la pierre.



Presse lithographique (ancien système).

Et la partie fixe consistant soit en un râteau, soit en un cylindre qui donne la pression, au moyen d'un mécanisme que nous allons expliquer le plus clairement possible, en décrivant, pièce par pièce, la machine à râteau dont nous donnons une gravure.

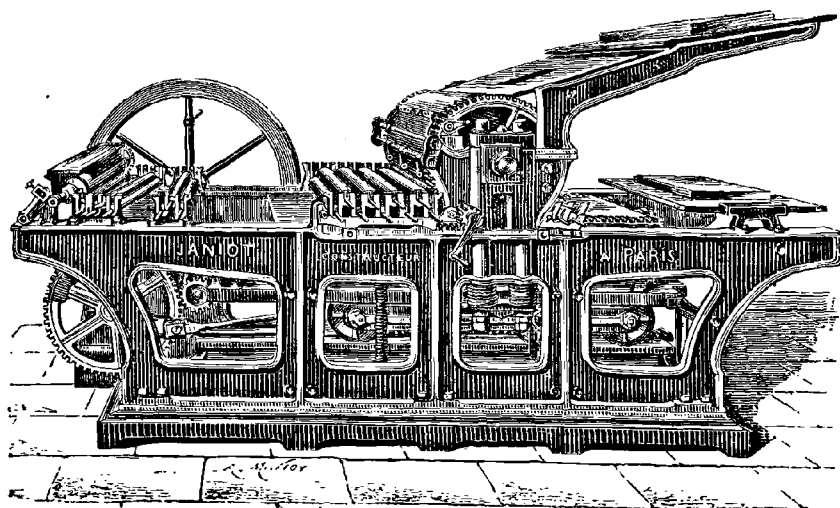
Les lettres A A A A A indiquent les différentes parties du bâtis en bois qui supporte tout l'appareil.

B est le chariot destiné à recevoir la pierre *m*, qu'il s'agit d'imprimer, et à la faire passer sous le râteau U.

C est le rouleau en fonte supportant le chariot.

D est un châssis en fer, s'élevant ou s'abaissant à volonté par le moyen de l'un de ses côtés qui sert d'axe, et ajusté à la partie antérieure E du chariot par deux agrafes retenues dans des entailles allongées au moyen d'écrous; ce qui permet de les hausser ou de les baisser selon le besoin, de façon que la peau d'âne ou le cuir de veau, tendu au milieu du châssis, soit toujours, lorsque ledit châssis est rabattu sur le chariot, à la juste hauteur de la surface supérieure de la pierre.

F. Traverse coulante en cuir, fixée par des viroles, et sur laquelle se tend la peau



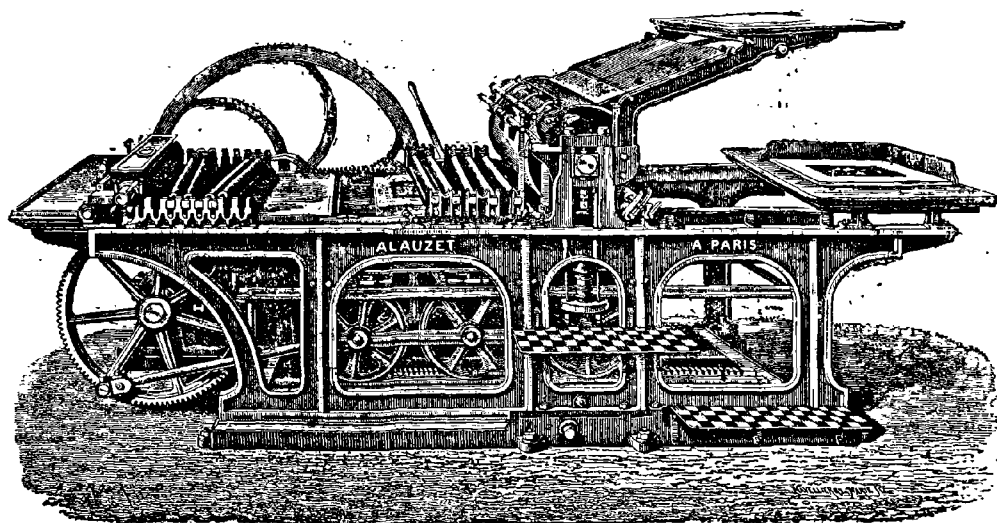
Presse lithographique de MM. Janiot et Barre.

d'âne; les houlons qu'on voit de chaque côté servent à régler pour cette seconde extrémité le niveau du châssis, lorsqu'il est abattu.

H H. Crémaillères fixées sur les grands côtés du bâti et dans lesquelles se placent, selon le besoin, les traverses G et W, destinées à régler la longueur de la marche du chariot.

I. Courroie de rappel en cuir fort, qui s'enroule sur le manchon K, fixé sur un arbre *n*, que l'on ne peut voir dans le dessin parce qu'il est caché par la roue dentée L, placée à son extrémité, et qui s'engrène avec un pignon M que fait tourner le moulinet O; ce qui fait avancer le chariot.

R. Support dans lequel est engagé, par un axe de rotation, le porte-râteau V.



Presse lithographique de M. Alauzet.

T. Traverse dans laquelle s'insère le râteau U.

X. Vis de pression appuyant sur une autre pièce transversale à laquelle s'ajuste le râteau. Cette vis règle sa hauteur et par conséquent le degré de pression qu'il doit exercer sur la peau d'âne du châssis quand celui-ci est abattu sur le chariot et recouvert par le porte-râteau.

C'est du plus ou moins de justesse de cette pression que dépend la beauté du tirage.

X. Pène qui vient s'engager dans le créneau *a* du montant mobile à étrier *cd*. Ce montant est brisé par une charnière *s* pour recevoir ce pène quand le porte-râteau s'abat, et est repoussé à l'instant par un ressort *b*.

Z. Chevalet destiné à supporter le châssis quand on le relève.

d. Étrier par lequel passe le levier *e* pivotant sur le boulon *f*, et mu à son autre extrémité par le tirant *k*, lorsqu'on abaisse la pédale *g*, fixée au patin du bâti par l'axe P. L'effet de ce levier consiste, en agissant sur *dc*, glissant dans sa coulisse, à forcer la pression du râteau U.

o h i. Tige de fer mobile pourvue à sa base d'un ressort qui s'agrafe à la pédale lorsque celle-ci s'abaisse et l'empêche de remonter à contre-temps.

m. La pierre destinée à l'impression : elle est posée à plat sur deux ou trois cartons placés sur le chariot, pour augmenter l'élasticité de la pression ; et serrée avec des coins pour la maintenir en place.

q. Contrepoids servant à ramener le chariot sur la traverse G après le tirage de chaque épreuve.

On doit comprendre maintenant le fonctionnement de la machine et l'opération du tirage s'explique d'elle-même.

La pierre étant calée sur le chariot, l'imprimeur l'humecte légèrement avec une éponge imbibée d'eau, puis il passe dessus un rouleau de peau de veau, chargé d'une encre spéciale qu'on appelle noir d'impres-

sion et qui est composée de noir de fumée délayé en pâte assez épaisse dans de l'huile de lin cuite.

Cette encre, repoussée par les parties humides de la pierre, adhère à tous les traits du dessin ou de la composition, qui s'imprimeront sur la feuille de papier humide que l'ouvrier place dessus.

Après quoi, il abaisse le châssis, puis le porte-râteau dont il attache l'extrémité à la bride, et, faisant jouer la pédale avec son pied pour maintenir le râteau en pression, il tire à lui le moulinet qui, au moyen de la courroie d'appel, oblige le chariot à faire passer la pierre sous le râteau, qui lui imprime une pression suffisante pour que le papier s'empare de toute l'encre déposée sur la pierre, et donne ainsi une épreuve du dessin qui est représenté.

Cela fait, l'imprimeur lâche le moulinet et la pédale, le râteau se desserre et le chariot appelé par le contrepoids, revient à sa place ; on enlève alors le porte-râteau et le châssis, on retire la feuille imprimée, on donne un nouveau coup d'éponge à la pierre, un nouveau coup de rouleau et l'on recommence ainsi autant de fois qu'il y a d'épreuves à tirer.

Ce travail est long, comme on le voit ; on a cherché à l'accélérer dès le début de la lithographie, mais on n'y a réussi qu'imparfaitement. En remplaçant le râteau par un cylindre, on a obtenu un peu plus de rapidité mais ce n'était rien comparativement à ce qu'il fallait.

Dès 1832, M. Lachevardière fit breveter une machine destinée à tirer mécaniquement la lithographie, mais ce n'est qu'en 1850, que la maison Paul Dupont employa pour la première fois la vapeur à la mise en mouvement des presses lithographiques.

Aujourd'hui il n'est si petite imprimerie qui n'ait sa presse mécanique, soit actionnée à bras d'hommes au moyen d'une manivelle, soit mue par un moteur à gaz ou à vapeur.

Ces machines, établies avec des diffé-

rences de détails, par tous nos constructeurs de presses typographiques, se ressemblent toutes en principe et présentent d'ailleurs la plus grande analogie avec les machines dont nous avons longuement parlé dans notre étude sur l'imprimerie.

Les feuilles, passées l'une après l'autre par un margeur, sont saisies par des griffes qui les guident jusque sous un cylindre qui les presse sur la pierre.

De son côté la pierre fixée sur le chariot est conduite d'abord sous des rouleaux mouilleurs qui l'humectent avec plus de régularité que ne faisait l'éponge, puis sous des rouleaux toucheurs, qui la fournissent de noir, et vient passer ensuite sous le cylindre imprimeur.

Les modifications qu'on apporte journellement à ces machines, ne sont que des questions de détails, mais qui ne sont point à dédaigner quand ce sont des perfectionnements.

Ainsi dans la machine Alauzet, la pierre peut se placer sur l'arrière du marbre, sans le secours de pinces ni de leviers, son calage est également facilité et il n'est plus besoin pour cela, ni de artons, ni de feuilles de zinc, grâce à une disposition qui permet même de corriger les inégalités d'épaisseur sans qu'on soit obligé de relever la pierre, opération qui a lieu avec un demi-tour de manivelle.

La pression est rendue fixe et élastique au moyen de coussinets particuliers.

Enfin, cette machine est munie d'une règle mobile, qui maintient la feuille sur le cylindre et empêche le reculement occasionné par les pinces, et d'un levier qui permet de détacher la feuille de la pointure (d'un système particulier, du reste) sans le moindre déchirement.

Dans la machine Janiot, également très répandue, on trouve aussi l'application de divers brevets de perfectionnements. Le calage de la pierre s'y fait de même, sans hausse ni carton, à l'aide d'un mécanisme

différent, mais d'une manœuvre très simple ; il y a une double règle au cylindre pour le maintien des feuilles, double crémaillère au bâti porte-chariot, pointure mobile se réglant même en marche : toutes choses utiles et concourant au succès, mais difficiles à apprécier par l'examen de la gravure.

La machine Marinoni, la plus récente de toutes, du reste, ce qui lui permet de profiter de toutes les améliorations connues, se recommande aussi par des dispositions nouvelles, telles qu'un abat-feuilles double, un débrayage qui fait fonction de frein et un système qui évite tout mouvement de la pierre à l'entrée ou à la sortie de la pression.

Munie, à volonté, soit d'un margeur automatique qui fait le travail d'un homme pour les tirages ordinaires, soit d'un système de pointures mobiles perfectionnées assurant un repérage parfait pour les travaux de luxe et les tirages en couleurs, elle est construite avec pince noyée, et imprime aussi facilement en chromo, les papiers les plus minces que les cartes les plus fortes.

Cette disposition permet de se servir de toutes espèces de pierres, pour les chromolithographies, et de faire les reports à quelque partie de la pierre que l'on veut.

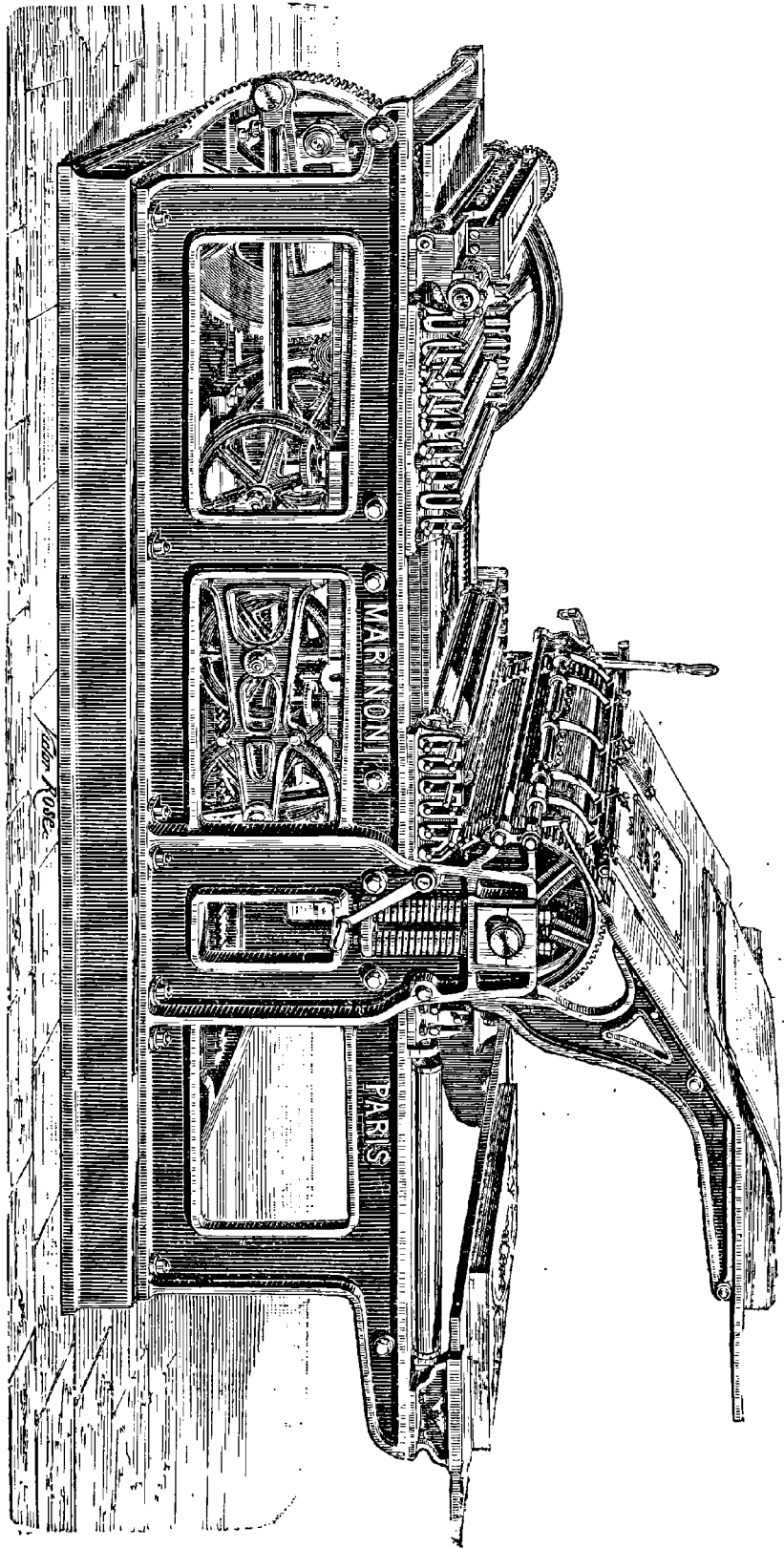
Le moment est venu de donner une idée de ce qu'on appelle les reports.

LES REPORTS

Les compositions lithographiques, dessins ou écritures ne peuvent supporter sur la pierre un tirage considérable ; au bout d'un certain temps quel que bien fixé que soit le dessin, il s'allère plus ou moins et finit même par s'effacer tout à fait.

On aurait toujours la ressource de les faire recommencer si le tirage était important, mais on a trouvé un moyen beaucoup plus économique, le report ou la contre-épreuve, qui s'opère de la façon suivante :

Sur la pierre dessinée ou écrite, on tire avec le plus grand soin une épreuve que l'on pose



Presse lithographique de M. Marinière.

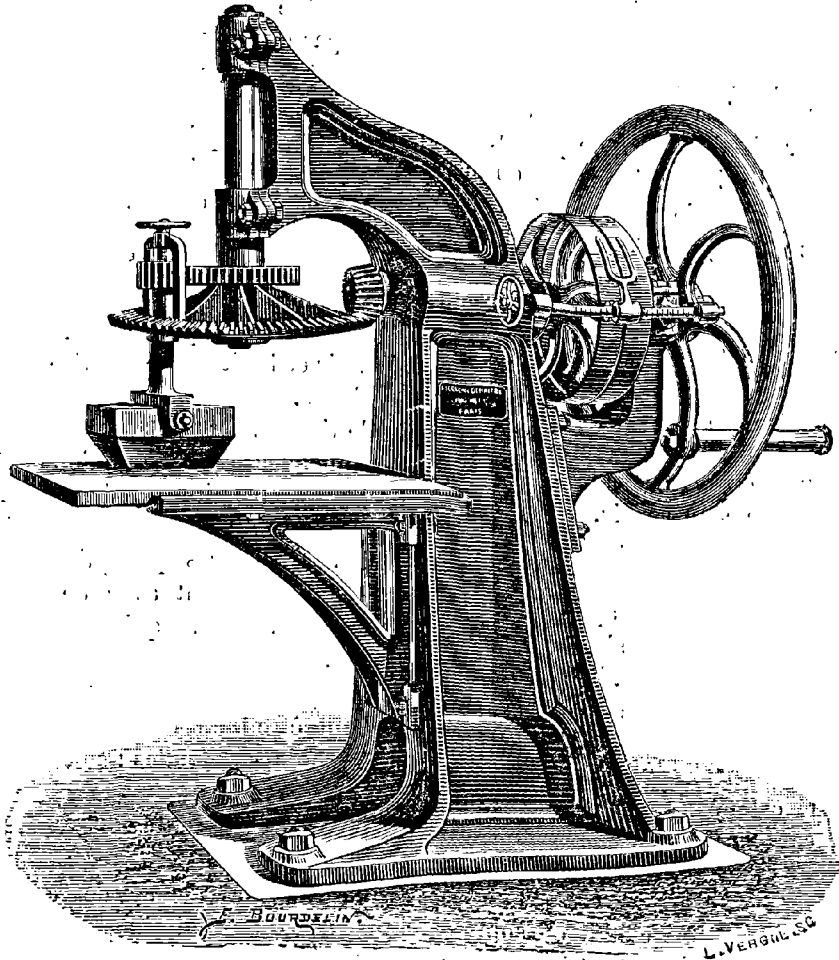
du côté de la face imprimée sur une pierre neuve, toujours avec le plus grand soin, car si le papier faisait un seul pli, le dessin se trouverait déformé.

On soumet alors la pierre recouverte de la contre-épreuve, à l'action de la presse, qui fait reporter le dessin encore humide

sur la pierre, et la met en état de recevoir le noir d'impression qu'y déposera le rouleau.

Rien n'empêche, du reste, pour plus de sûreté, d'aciduler et de gommer la pierre, comme on le fait pour les compositions lithographiques ordinaires.

Mais pour que l'opération réussisse il faut



Nouvelle machine à broyer les couleurs de MM. Pierron et Dehatre.

employer un papier et de l'encre spéciales.

Tous les papiers non collés, recouverts d'une légère couche d'empois d'amidon sont aptes à faire une bonne contre-épreuve, mais le papier de Chine est préférable, surtout quand on l'enduit d'amidon; ce qui n'est pourtant pas indispensable.

L'encre, qu'on trouve toute préparée dans
Liv. 106.

le commerce, sous le nom d'encre à reports est composée avec du noir de fumée, de la cire, du suif épuré, du savon noir, de l'huile de lin cuite et de la térébenthine de Venise.

Ce système offre des ressources considérables, sans lui le tirage en chromolithographie serait à peu près impossible,

106

industriellement parlant, et les compositions de factures et travaux de ville dans lesquels il entre de la gravure, et souvent même de la typographie, seraient très coûteuses. De plus, il permet d'effectuer plus vite de grands travaux puisqu'il suffit d'exécuter sur pierre un seul dessin, que l'on peut reporter, autant de fois que l'espace le permet, sur une grande pierre pour en tirer à la fois quatre, six ou huit épreuves.

De plus, si la pierre se dégrade, si elle venait à s'user, il n'y a rien de perdu, car on peut la refaire immédiatement en prenant une nouvelle série de contre-épreuves sur la pierre matrice, que l'on a conservée à cet effet.

Le système des reports, s'est du reste beaucoup étendu; on s'en sert pour tirer lithographiquement des eaux-fortes et même des tailles-douces; on s'en sert pour faire des clichés typographiques sur métal avec des dessins exécutés ou reportés sur pierre.

On peut même s'en servir, en prenant certaines précautions, pour contre-évaluer les anciennes estampes et impressions typographiques; c'est ce qu'on appelle soit de la litho-chalcographie, s'il s'agit de reproduire des gravures, soit de la litho-typographie, si l'on reproduit seulement des livres.

LITHO-TYPOGRAPHIE

Ce procédé est né avec la lithographie elle-même, car dès 1809, Senefelder avait transporté sur pierre, avec succès, des épreuves typographiques et des estampes anciennes, mais comme c'était en somme du progrès à rebours, sinon tout à fait pour les estampes, les lithographes ne s'en occupaient guère qu'à titre expérimental, et il ne reçut une application industrielle que vers 1850, alors que M. Paul Dupont et son frère Auguste, imprimeur à Limoges, trouvèrent des moyens pratiques (les reports comme on les fait aujourd'hui) de réimprimer, tout à fait en fac-simile, les livres anciens devenus rares.

L'ouvrage le plus important reproduit de la sorte dans les ateliers de M. Paul Dupont, en 1845, est le *Rerum gallicarum et francicarum, scriptores*, de dom Bousquet, grand in-folio de 966 pages.

Mais en présence de la photographie et des ressources de gravures qu'elle présente ce procédé n'a plus sa raison d'être, et s'il n'est pas complètement abandonné, on ne s'en sert guère que pour reporter sur pierre des vignettes ou des fragments de vignettes anciennes qu'aucun dessinateur lithographe ne pourrait reproduire avec autant de régularité et de fini.

TIRAGE EN COULEURS

Nous n'en avons pas fini avec le tirage, car nous n'avons parlé encore que du tirage en noir et la lithographie tire beaucoup en couleurs.

Ce tirage ne se fait pas comme en typographie avec des encres qu'on achète toutes préparées, les lithographes les fabriquent généralement eux-mêmes, ce qui n'est pas difficile d'ailleurs puisqu'il suffit de mélanger intimement avec de l'huile de lin cuite, les couleurs qu'on a besoin d'employer.

Ces couleurs, presque toutes minérales, doivent être bien broyées, il y a pour cela des machines spéciales: soit à molettes soit à cylindre.

Celle que représente notre gravure, la plus moderne et la moins embarrassante de toutes, n'appartient à aucun de ces systèmes, l'instrument — qui mu par un axe vertical dont il reçoit le mouvement par un engrenage, écrase les couleurs sur la table où il s'appuie — est un bloc denté qui a tous les avantages de la molette et aucun des inconvénients du cylindre.

Son rendement est de beaucoup supérieur au travail à la main, outre qu'il est infiniment plus prompt.

Pour revenir au tirage, on comprend que s'il s'agit d'obtenir une seule teinte l'opéra-



105.

FAC-SIMILE DE TIRAGE EN CHROMOLITHOGRAPHIE

tion est exactement la même que pour le tirage en noir, puisqu'il suffit de remplacer le noir de fumée par une autre matière colorante ; mais, s'il faut tirer à plusieurs teintes, cela devient tout une autre affaire et c'est ce qui constitue la chromolithographie, désignée plus communément sous le nom de chromo, bien qu'en principe ce mot n'est véritablement applicable qu'à l'art de reproduire lithographiquement les œuvres de la peinture ou les dessins multicolores ; car les travaux de ville imprimés en plusieurs couleurs ne sont pas des chromos, mais comme ils s'opèrent de la même façon nous ne leur consacrerons pas un chapitre spécial.

CHROMOLITHOGRAPHIE

Le tirage en couleurs a été une des préoccupations de Senefelder, qui en fit des essais nombreux vers 1819 ; il n'y avait là pourtant rien de bien nouveau, puisque dès le xviii^e siècle, on tirait typographiquement, des aqua-tintes charmantes de tons. Cependant ce n'est qu'en 1831 que M. Hildebrand, de Berlin, rendit le procédé en quelque sorte industriel, en s'en servant avec succès pour tirer des planches d'ornements et des armoiries ; il ne pénétra en France qu'en 1837, où MM. Engelmann et Graft y apportèrent tant de perfectionnements qu'ils furent obligés de créer, pour le désigner, le nom nouveau qu'il porte aujourd'hui.

Ce procédé consiste en ceci : Avoir autant de pierres que le modèle à reproduire présente de teintes différentes et imprimer les couleurs l'une après l'autre, de façon que chacune vienne prendre exactement la place qui lui est réservée, le plus souvent à côté l'une de l'autre, mais quelquefois l'une sur l'autre, car on peut arriver à économiser un ou plusieurs tirages, en faisant des juxtapositions de couleurs, sagement entendues.

Série d'opérations qui demandent un repérage minutieux et un papier préparé

spécialement pour qu'il ne puisse s'allonger sous l'action répétée de la presse, ce qui s'obtient par des laminages énergiques répétés autant qu'il est nécessaire.

Il faut aussi que les pierres soit disposées en conséquence, mais c'est l'affaire du dessinateur.

Voici comment on procède, et pour que l'on comprenne mieux, nous donnons ici des épreuves qui montrent les quatre dessins correspondant aux quatre tirages en couleurs que représentent la gravure hors texte qu'on a trouvé dans notre dernière livraison.

L'artiste dessine, sur une pierre, les contours et les traits de toutes les parties coloriées de son sujet, sans s'occuper d'autres ombres que de celles qui doivent venir au premier tirage, puis il remet la pierre à l'imprimeur qui en fait faire, à l'aide de reports, autant de décalques, sur une pierre différente, qu'il y aura de tirages à faire.

Ces décalques étant scrupuleusement égaux entre eux, le dessinateur peut préparer ses pierres en sécurité et tracer à l'encre ou au crayon, sur chacune d'elles, les traits qui doivent venir de la couleur au tirage de laquelle elle est destinée.

Comme nous l'avons dit déjà il peut former des couleurs composées par juxtaposition, en dessinant sur une pierre les parties de couleurs qui s'appliquant sur d'autres, donneront la nuance voulue, comme par exemple du vert avec du jaune et du bleu, du violet avec du rouge et du bleu, etc.

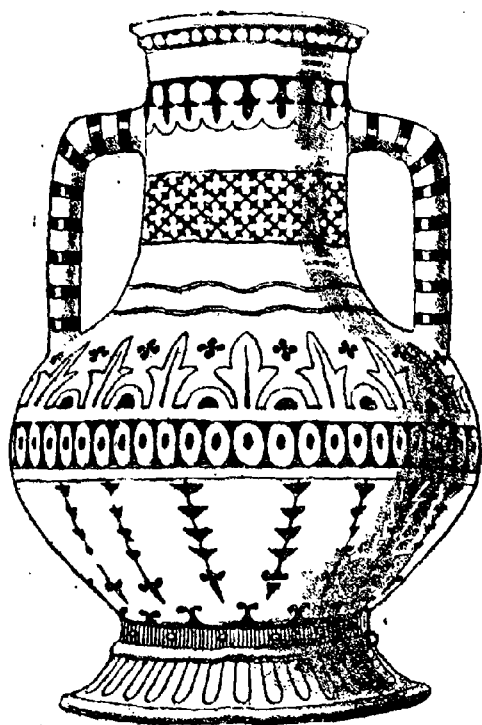
Ce travail fini, et le dessinateur ayant effacé sur chaque pierre avec un pinceau trempé dans la gouache, toutes les parties qui ne doivent point recevoir d'impression, les pierres reviennent à l'imprimerie et sont tirées successivement dans l'ordre voulu pour certaines juxtapositions, mais avec des encres différentes, sur la même feuille de papier, qui doit être repérée à chaque tirage, avec une précision rigoureuse, pour que chaque teinte s'applique exactement sur les points qui lui sont réservés.

C'est long, très long, d'autant qu'il y a quelquefois quinze, vingt et plus de tirages, et c'est ce qui explique le prix relativement élevé des épreuves chromolithographiques; mais aussi l'on arrive à faire véritablement de l'art, et en tirant sur un papier grené comme de la toile, on imite absolument la peinture à l'huile.

L'imagerie, et surtout les étiquettes qui

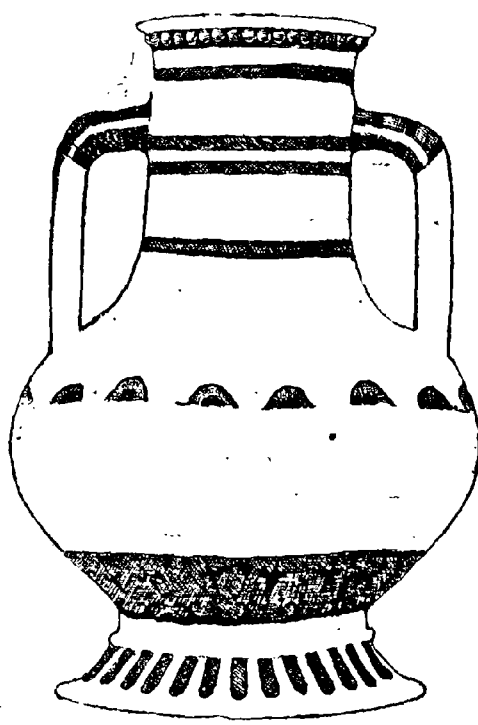
s'obtiennent de la même façon, emploient de plus les impressions métalliques : or, argent, ou bronze de différents tons.

Ce n'est qu'un procédé: il suffit d'imprimer les parties qui doivent être dorées ou argentées avec un mordant (de l'huile de lin cuite additionnée d'un peu de céruse) et au fur et à mesure que le tirage se fait on jette dessus de la poudre d'or, d'argent ou de



Tirage en bleu.

Reports pour chromolithographie.



Tirage en jaune.

bronze, ou l'on y applique des feuilles de l'un de ces métaux.

Les épreuves sèches, il n'y a plus qu'à les essuyer avec une brosse douce, un blaireau, ou un tampon de coton ou de laine, pour enlever les parcelles métalliques qui bavent en dehors des points mordacés.

PHOTOLITHOGRAPHIE

Bien que l'Autrichien Paul Prestch y

prétende, l'invention de la photolithographie appartient bien à l'ingénieur français Alphonse Poitevin, que ses nombreuses et utiles recherches en héliogravure ont amené à faire cette découverte, qui consiste en ceci :

On dépose un mélange d'albumine et de bichromate de potasse sur une pierre convenablement grenée, on applique dessus un négatif photographique qui, exposé aux rayons lumineux, se décalque sur la pierre

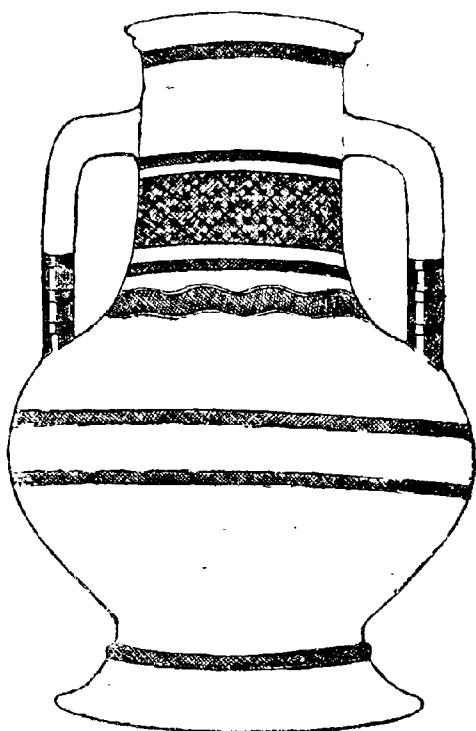
et passe à l'état d'oxyde de chrome insoluble.

On lave ensuite à grande eau pour enlever toutes les parties non impressionnées et il ne reste plus que le dessin, apte à recevoir l'encre lithographique qu'on y dépose au rouleau.

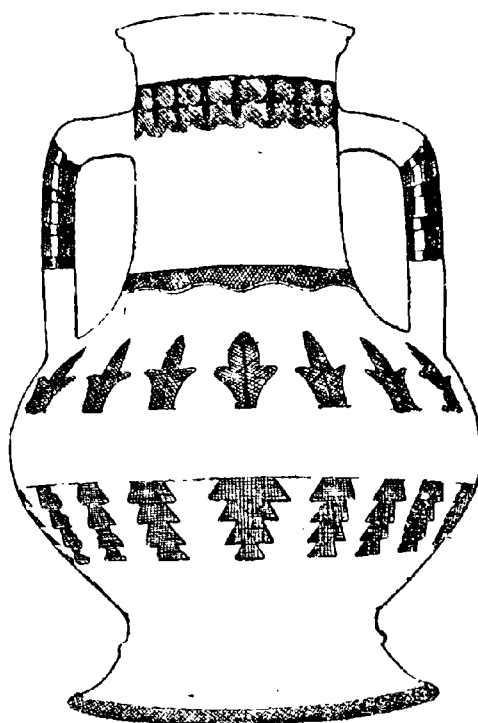
Poitevin modifia lui-même ce système, en

le rendant plus sûr, du jour où il eût découvert que la gélatine mélangée de bichromate de potasse ne peut plus se gonfler par l'eau quand elle a été frappée par la lumière; et il remplaça l'albumine par la gélatine.

Pretsch apporta, en 1856, un nouveau perfectionnement à ce système en dissolvant dans l'eau tiède, acidulée, les parties de gé-



Tirage en rouge.



Tirage en vert.

Reports pour chromolithographie.

latine et de bichromate de potasse non recouvertes par le dessin photographique, c'est-à-dire en les creusant au lieu de leur donner du relief.

Asser, d'Amsterdam, imagina autre chose: de transporter sur la pierre, non plus la gélatine impressionnée, qui perdait presque toutes ses demi-teintes pendant les opérations du lavage, mais bien une épreuve de cette gélatine, enduite d'encre grasse; autrement dit, faire un report de l'image au

moyen d'une feuille de papier chromatée, qui recevait l'empreinte sous un cliché négatif.

Ce procédé, un peu plus compliqué donne bien l'ensemble photographique mais il a le défaut, quand le report n'est pas très bien fait, d'altérer les finesses de l'image.

D'autres systèmes se sont produits depuis, notamment :

Le procédé Obernetter, qui consiste à saupoudrer de poudre de zinc très fine, la

couche de gélatine, qui du reste est étendue sur une plaque de verre,

On chauffe jusqu'à 200 degrés cette plaque que l'on fait mordre à l'acide chlorhydrique, après quoi on lave, toutes les parties non impressionnées disparaissent ; et l'on obtient un cliché lithographique pouvant supporter un grand tirage.

Et le procédé Towey, excellent seulement quand il ne s'agit que de reproduire du noir et du blanc, c'est-à-dire des cartes géographiques, et qu'on appelle photozincographie, parce qu'au lieu d'étendre la gélatine bichromatée sur la pierre, on l'étend sur une plaque de zinc.

Mais tous ces systèmes, sauf le dernier, qui a ses applications économiques et qui a, paraît-il, beaucoup servi contre nous dans la dernière guerre, pour la fabrication hâtive des cartes de notre territoire ; tous ces systèmes ont disparu plus ou moins devant le procédé Albert, connu sous le nom d'Albertypie ou Phototypie.

PHOTOTYPIC

L'invention d'Albert, de Munich, repose, comme toutes les modifications que nous venons d'étudier, sur les propriétés de la gélatine, découvertes par Poitevin ; seulement elle est complète et donne les résultats les plus parfaits que l'on puisse désirer.

M. Albert dépose sur une plaque de verre dans l'obscurité, comme s'il s'agissait de préparer un négatif au collodion, un mélange de gélatine et de bichromate de potasse, car en somme ce sont toujours les mêmes agents chimiques.

Mais voilà où cela diffère. La plaque bien sèche, on l'expose à la lumière, du côté où il n'y a pas de gélatine ; ce qui permet à la couche superficielle de la substance qui se trouve en contact avec le verre, d'être seule impressionnée, et d'adhérer fortement au verre, en devenant insoluble.

On expose ensuite la face gélatineuse au-dessous du négatif, puis on lave à grande

eau pour faire disparaître toutes les parties non impressionnées, on possède alors une plaque susceptible de recevoir le noir d'impression, et sur laquelle on peut tirer comme en lithographie.

Ce procédé, l'un des plus employés aujourd'hui, donne de très belles épreuves qui pèchent un peu par le brillant des noirs ; défaut inévitable à cause du peu de transparence des encres grasses, mais où les demi-teintes ont une netteté et les blancs un éclat supérieurs.

Ce n'est pas à dire pour cela que les procédés employés par MM. Goupil et Lemercier notamment, ne soient pas excellents, mais nous ne les connaissons pas. Tout au plus savons-nous que M. Rousselon, l'habile directeur de l'établissement photographique de M. Goupil, a des moyens particuliers pour transformer, presque immédiatement, un cliché photographique en gravure typographique ; mais il doit en user fort peu, car la spécialité de la maison est la photolithographie et surtout la photoglyptie, qu'elle traite d'ailleurs avec une supériorité reconnue.

PHOTOGLYPTIE

La photoglyptie est encore un dérivé des découvertes spéciales de Poitevin, puisque c'est la gélatine qui en est la base et que ce sont précisément les propriétés constatées par notre compatriote qui ont été mises à profit.

L'invention est anglaise et due à M. Woodbury, mais elle est merveilleuse au point de vue photographique, en ce sens, qu'on tire à la presse, sur une planche de métal, et en aussi grand nombre que l'on veut, des épreuves identiquement semblables à la photographie qui leur a servi de modèle et préférables même aux épreuves photographiques sur papier, parce qu'elles sont inaltérables et que, ne dépendant point du plus ou moins d'intensité d'un bain de

virage, il y a homogénéité parfaite dans la coloration.

Voici, d'après M. Tissandier, les détails de l'opération :

« On prend un cliché photographique négatif sur verre, on y applique une feuille de gélatine convenablement préparée et imbibée de bichromate de potasse; on place le tout dans un châssis-presse ordinaire que l'on expose à la lumière, comme s'il s'agissait d'obtenir une épreuve sur le papier.

« Les rayons lumineux qui filtrent à travers les parties claires du cliché sont arrêtés au contraire par les ombres; partout où ils atteignent la gélatine bichromatisée, ils la rendent insoluble dans l'eau, les rayons solaires agissent d'autant plus sur la gélatine qu'ils ont traversé une partie plus transparente du cliché. Leur action est proportionnelle à l'opacité plus ou moins grande du cliché, opacité due aux ombres ou aux demi-clairs.

« Après l'impression lumineuse on transporte le châssis-presse dans une chambre noire, on détache délicatement la feuille de gélatine du cliché de verre contre lequel elle était adhérente, on l'applique sur une plaque de verre enduite d'un vernis de caoutchouc et on plonge le tout dans un récipient rempli d'eau, qui se renouvelle méthodiquement et qui dissout les parties de la feuille que la lumière n'a pas atteintes.

« Au bout de vingt-quatre heures, on retire du bain la feuille de gélatine fort amincie, et on la détache de son support, le verre enduit de caoutchouc. Si on la regarde alors par transparence, on retrouve l'image fidèle du cliché; les ombres sont en creux, les parties claires font saillie. Lorsqu'on a fait sécher la feuille de gélatine, on la place entre deux plaques métalliques, l'une en acier, l'autre en plomb allié d'antimoine. Ainsi disposée elle est placée dans une presse hydraulique et soumise à une pression de 200 à 300 000 kilogrammes. Au lieu de se briser sous la pression la feuille

de gélatine agit à froid sur le plomb, pénètre dans le métal et y grave ses creux et ses saillies.

« Le cliché primitif se trouve alors gravé sur la plaque de plomb, qu'on place dans une presse spéciale. Sur cette plaque on verse une encre composée de gélatine et d'encre de Chine colorée en sépia; on y place une feuille de papier et l'on obtient une épreuve identiquement semblable à une photographie ordinaire. Ajoutons qu'après le tirage l'épreuve est soumise à un bain d'alun, puis séchée et collée sur papier vélin. »

Ce procédé, quel que merveilleux qu'il soit, a cependant son inconvénient au point de vue de la vulgarisation, car il nécessite un tirage spécial, et le relief des planches est tellement faible qu'il faut une encre très transparente pour obtenir de la gradation dans les ombres.

Mais on arrivera à le perfectionner; la maison Goupil, concessionnaire pour la France du brevet Woodbury, a déjà réalisé des progrès importants, dont un, notamment, permet de convertir les clichés de gélatine en gravures ordinaires, susceptibles de recevoir les encres grasses et d'être tirées comme les eaux-fortes, ou même lithographiquement au moyen de reports.

Toute la question était de donner un grain à la gélatine. M. Rousselon l'a résolue, soit en ajoutant du sable fin à la gélatine, soit au moyen de certaines réactions chimiques, car son procédé est resté secret... mais, quel qu'il soit, il donne ce résultat appréciable de pouvoir tirer la photographie comme de la taille-douce.

AUTOGRAPHIE

L'autographie est une branche de la lithographie, qui, comme son nom l'indique, a pour objet de multiplier par l'impression une écriture ou un dessin original... tracé sur le papier, ce qui tranche la difficulté toujours grande d'écrire ou de dessiner à

rebours, et met l'impression, au moyen de reports sur pierre, à la portée d'artistes ou d'amateurs complètement étrangers au manquement du crayon lithographique et au travail de la pierre.

L'autographie a précédé certainement la



Spécimen de phototypie. — Suzanne et les deux vieillards, d'après Rubens.

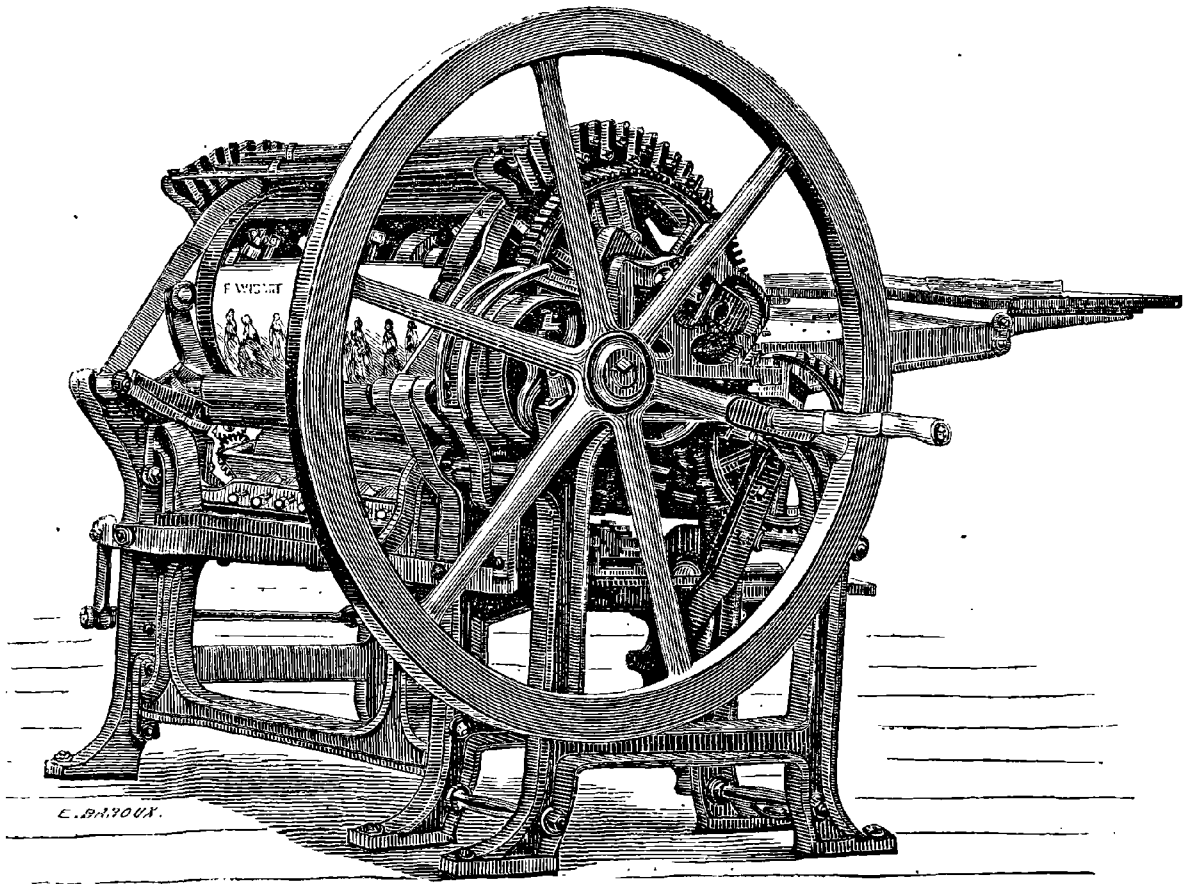
lithographie, puisque, comme nous l'avons dit, c'est en faisant des essais dans ce sens, que Senefelder fut amené à faire la découverte qui l'a rendu célèbre; mais on fut

longtemps à songer à en tirer parti, d'autant que la lithographie cherchait sa voie.

Le papier dont on se sert pour ce genre de travail est, naturellement, un papier spécial, qu'on appelle du reste papier autographique. C'est un papier sans colle, sur lequel on peut écrire néanmoins, grâce à

l'enduit d'empois d'amidon dont il est recouvert; en un mot, c'est du papier à reports dont l'enduit est, le plus souvent, mélangé d'une coloration jaune qui permet de mieux juger de l'effet du dessin qu'on exécute dessus,

On se sert aussi de papier transparent



Machinè zincographique de M. Wibart.

avec lequel on calque directement son croquis, exécuté plus librement sur du papier ordinaire qu'on ne pourrait le faire sur le papier autographique, surtout avec l'encre qu'on est obligé d'employer, et qui doit, en vue de l'effet à obtenir, être d'une composition identique à celle de l'encre à reports, excepté qu'elle est plus fluide.

Cette encre, qui se trouve toute préparée
Liv. 107.

dans le commerce, est un amalgame de noir de fumée, de mastic en larmes, de cire, de savon et de suif, mais elle est toujours épaisse et ne marque pas bien; et il est bien préférable de délayer soi-même, dans de l'eau, de l'encre lithographique en tablettes, qui se décalque d'ailleurs très bien sur la pierre.

Quand le dessin ou l'écriture sont terminés

107

on les reporte sur pierre par le procédé que nous avons déjà indiqué, une seule fois, ou plusieurs fois si l'on veut tirer plusieurs exemplaires d'un seul coup de presse.

On comprend les avantages considérables qu'offre ce système, aussi y a-t-on recours journallement pour multiplier, avec promptitude et économie, une quantité de travaux : plans, cartes, tableaux, comptes rendus, etc.

Et cela, non seulement dans les imprimeries, mais encore dans les grandes administrations, chez les notaires, les avoués et même dans la plupart des restaurants qui impriment ainsi leur carte du jour, d'autant qu'il se fabrique des petites presses autographiques à l'usage des particuliers.

Celle de MM. Pierron et Dehaitre est des plus simples, elle se compose des éléments essentiels de la presse lithographique : un chariot mobile et un cylindre compresseur, agissant avec régularité sur la pierre à l'aide d'une vis de pression, dont le système conducteur est fort ingénieux.

Et cela coûte 105 francs avec tous les accessoires si l'on peut se contenter d'imprimer des feuilles de 24 cent. sur 30.

Il y en a même de meilleur marché, l'imprimeuse Ragueneau, notamment ; mais elle est d'une netteté moins grande en ce sens que les reports s'y font sur métal, qui, à moins d'une habileté de praticien, sont toujours moins doux que sur la pierre.

Non pas que nous condamnions le principe de l'impression sur métal, car ce serait méconnaître les excellents résultats que donne aujourd'hui la zincographie, dont il nous reste à parler.

ZINCOGRAPHIE

La zincographie est un procédé lithographique dans lequel la pierre, toujours coûteuse et surtout encombrante dans les grandes imprimeries — où l'on fait beaucoup de travaux industriels, nécessitant la conservation d'un grand nombre de pierres matricées — est remplacée par des plaques de

zinc qu'on peut emmagasiner beaucoup plus facilement et qui rendent exactement les mêmes services et produisent les mêmes effets que la pierre.

Le procédé appartient à Senefelder qui, s'il ne l'a pas expérimenté, l'a du moins indiqué dans le traité de lithographie qu'il publia en 1818.

En 1829, M. Bregnot le fit entrer dans le domaine de la pratique, pour le tirage des grandes cartes géographiques, et c'est son successeur, M. Kaepelin, qui lui a donné le nom de Zincographie en le perfectionnant pour l'appliquer à diverses impressions.

Depuis, beaucoup de lithographes, prévoyant la difficulté qui se présenterait un jour ou l'autre, de se procurer des pierres convenables, ont cherché à apporter à ce procédé des modifications qui le rendissent d'un usage courant, mais sans pouvoir réussir complètement, par la raison que sur les machines lithographiques ordinaires il est impossible de fixer le zinc, d'une façon assez rigide, pour obtenir des tirages irréprochables.

Ce qui manquait à la zincographie, c'était une machine spéciale ; M. Wibart l'a inventée et avec elle les procédés qui, bien que peu compliqués, permettent d'apprêter le zinc avec plus de facilité que la pierre lithographique et, avec une main-d'œuvre moins grande ; de dessiner, écrire, reporter plus vite et plus facilement que sur la pierre ; de fixer ou aciduler les dessins, compositions, avec plus de finesse et d'une façon plus solide que sur la pierre. Les reports et décalques s'y font aussi plus facilement et mieux, car avec le zinc on n'a jamais à redouter l'humidité, comme avec la pierre.

Étudions maintenant la machine qui, comme on le voit par notre gravure, est plus simple et moins encombrante que les presses lithographiques ordinaires, qui sont bruyantes et tiennent beaucoup de place. Cette machine, à mouvement circulaire continu, affecte la forme d'une espèce de

laminoir, dont les deux cylindres peuvent se rapprocher à volonté, et donner une pression aussi énergique qu'on le veut. Le plus gros de ces deux cylindres occupe la partie centrale de la machine. Il reçoit environ, sur la moitié de son développement, la planche de zinc qui s'y trouve appliquée au moyen de mâchoires tournantes, qui la fixent d'une façon tellement rigide qu'elle fait pour ainsi dire partie intégrante du cylindre. Ces mâchoires, que l'on fait mouvoir à volonté dans tous les sens, permettent de régler très facilement la position de la planche de zinc, de façon à obtenir un registre parfait.

L'autre moitié du cylindre sert de table pour la distribution de l'encre.

Le plus petit cylindre, qui se trouve placé à côté du gros, et un peu au-dessous, est le cylindre imprimeur, c'est lui qui porte la feuille à imprimer.

Des guides et des pointures permettent de régler le registre aussi exactement, et d'avoir un aussi bon repérage, que dans les machines lithographiques les plus perfectionnées.

L'encrier, placé au-dessous du gros cylindre, est très facile à régler et possède un petit appareil qui, sans toucher au couteau de l'encrier, permet de donner instantanément et exactement la quantité d'encre que l'on veut.

Le rouleau presseur et les rouleaux distributeurs se meuvent au moyen de leviers, entre le gros cylindre et l'encrier, de façon à apporter et à distribuer, au moment voulu, l'encre sur la partie du gros cylindre qui sert de table au noir d'impression.

La partie supérieure de la machine, au-dessus du gros cylindre, est occupée par les rouleaux toucheurs et chargeurs, qui, au

passage de la table au noir, se chargent d'encre qu'ils déposent ensuite sur la planche de zinc, qui préalablement est passée sous les mouilleurs.

Comme on le voit, tous les éléments d'une presse lithographique, sont là réunis sous un volume moindre et avec une disposition appropriée spécialement au zinc.

Nous avons vu des travaux exécutés par cette machine, qui fonctionne sans bruit et peut se placer partout, puisqu'elle n'a besoin, pour son installation, ni de fosse, ni de maçonnerie; ils sont tout aussi finis que s'ils sortaient de sous les meilleures presses lithographiques.

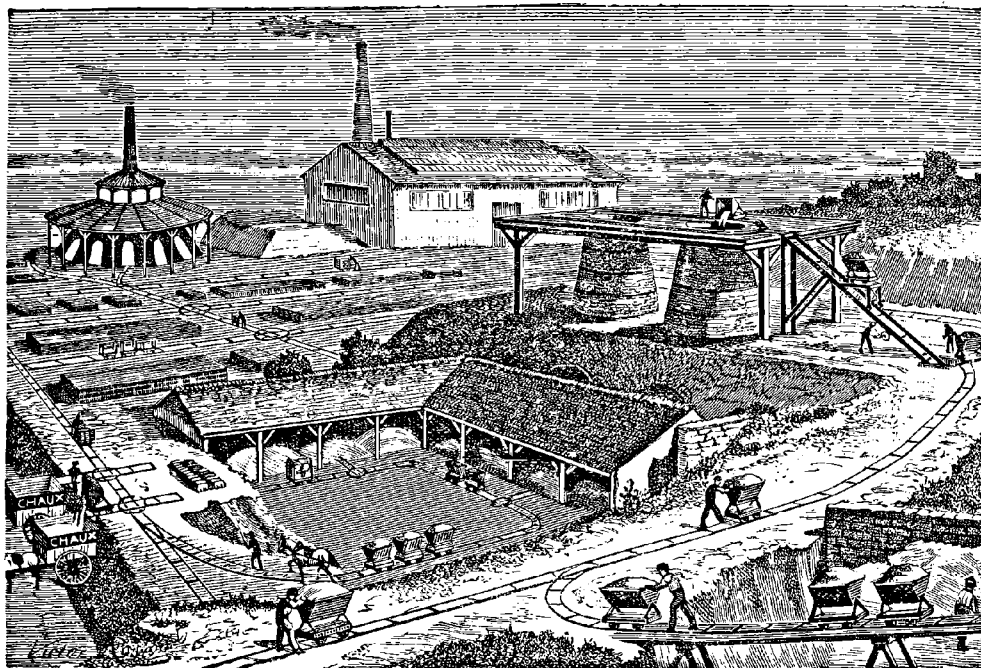
Dans la pratique, ce système offre même des facilités d'exécution qu'on ne saurait avoir avec la pierre, car les planches de zinc, très portatives en raison de leur faible poids, permettent aux artistes de les emporter avec eux dans leur carton, et de dessiner d'après nature comme ils feraient un croquis sur le papier et, en outre, de pouvoir les expédier de n'importe quel point où ils se trouvent, à peu de frais et sans danger de bris.

Pour nous résumer, et en présence de tous les avantages économiques qu'elle présente, nous croyons à l'avenir de la zinco-graphie.

Il nous paraît impossible que le tirage du zinc, qui peut donner de bons résultats dirigé par un lithographe quelconque, mais habile en son métier, ne remplace pas, dans un temps donné, le tirage sur pierre, au moins pour les travaux ordinaires.

Mais l'art qui a illustré Aloys Senefelder n'y perdra rien.

C'est toujours de la lithographie.



LA CÉRAMIQUE



La céramique est l'art du potier de terre dans toute son extension, avec tous les perfectionnements qu'y ont apportés successivement la chimie et la minéralogie.

On conçoit que cet art soit aussi ancien que la civilisation et il n'était pas besoin de l'affirmation de Platon pour comprendre que la fabrication des poteries en terre, séchées au soleil ou cuites au four, a été partout une des premières inventions de l'industrie humaine.

En effet, l'un des premiers besoins qu'aient éprouvés les peuples, c'était d'avoir des vases pour conserver leurs provisions alimentaires, pour préparer leur nourriture, pour boire.

Il est vrai qu'à l'origine, ils ont pu se faire des assiettes, des tasses, voire même des cuillères avec des coquillages de diverses grandeurs; ils se servaient surtout pour boire de cornes de bélier ou de bœuf, au na-

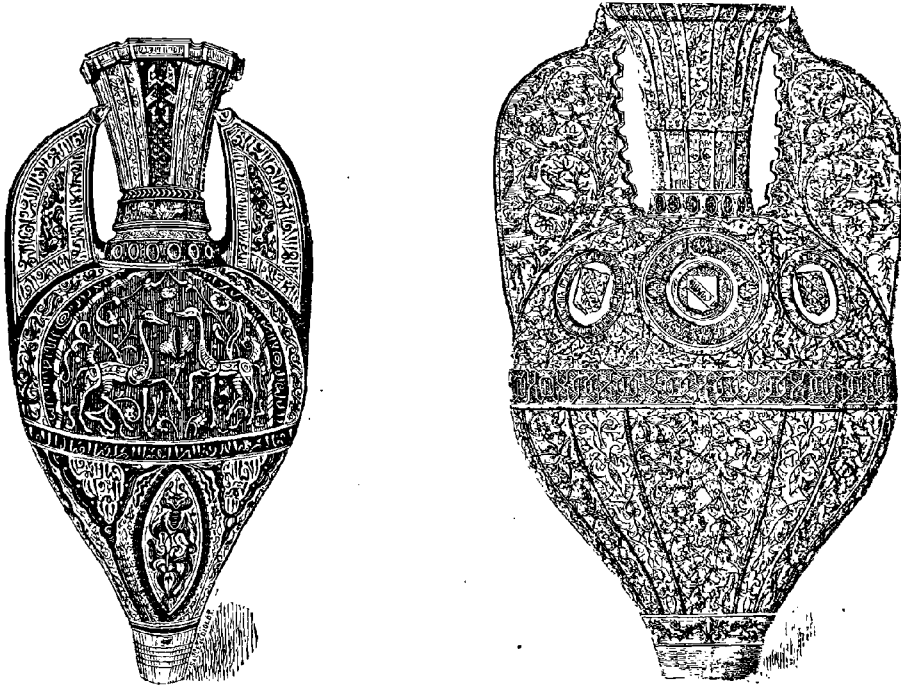
turel d'abord, mais qu'ils enjolivèrent par la suite, avec des gravures, des sculptures.

On part même de là pour tirer le mot Céramique du grec *Keramikos*, formé de *Keras*, qui signifie corne, parce que la Céramique fut appliquée d'abord à la fabrication des cornes à boire.

Si nous faisons ici de la science, nous pourrions discuter cette étymologie, d'autant plus facilement que l'art de travailler

la terre était connu bien avant la langue grecque; il nous serait tout aussi facile de renverser la version mythologique, qui attribue l'invention de l'art du potier à Keros, fils de Bacchus et d'Ariane, version qui, soit dit en passant, ne manque point d'à-propos, car il paraît tout naturel de faire inventer le vase à boire par le fils du dieu du vin.

Mais, nous ne faisons point de science inutile, et notre seule prétention est



Vases de l'Alhambra.

d'être clair et aussi pratique que possible.

Pour cela, nous serons obligé de faire un peu d'histoire, car la céramique est encore plus intéressante par l'histoire de ses produits anciens et modernes, que l'on collectionne aujourd'hui si chèrement, que par ses procédés de fabrication.

* *

Il est évident que les premières poteries faites avec le limon des fleuves, et certaines argiles, étaient simplement séchées au so-

leil, et cela remonte loin : car du jour où l'homme s'est aperçu que la terre glaise sur laquelle il marchait, conservait l'empreinte de ses pas, le modelage était inventé.

Mais ces premières poteries étant très fragiles et trop poreuses pour contenir des liquides, sous l'influence desquels elles se délayaient, on imagina de les faire cuire, car on n'avait pas été sans remarquer qu'aux places où l'on avait fait un grand feu, la terre changeait de nature, de couleur et

devenait plus ou moins indétrémpable.

Ce premier progrès fut bientôt suivi d'un autre ; les poteries cuites étaient encore trop poreuses pour que les liquides ne prissent pas dedans un goût désagréable ; outre qu'ils finissaient par filtrer au travers.

Il fallait trouver quelque chose qui rendit la terre imperméable ; on trouva un enduit vitreux dont on appelle aujourd'hui les équivalents : *vernis* quand il est à base de plomb, *émail* quand il renferme de l'oxyde d'étain, et *couverte* s'il est exclusivement composé de matières terreuses.

Et voilà les éléments caractéristiques de la céramique trouvés, c'est-à-dire, le corps du vase, qui est la pâte, et l'enduit vitreux qui est la glaçure.

Il n'y avait plus qu'à perfectionner la fabrication par le choix des terres, des glaçures et surtout la main-d'œuvre : c'est ce que firent tous les pays et tous les siècles et c'est ce que nous allons étudier.

*
*
*

L'histoire de la céramique, faite d'après les spécimens découverts dans presque toutes les parties du globe : soit dans les monuments, soit dans les ruines et plus particulièrement dans les tombeaux, grâce à l'habitude qu'on avait dans l'antiquité, d'enterrer les morts avec une partie des objets qu'ils avaient possédés, se subdivise chronologiquement en dix-huit époques, savoir :

1° *Époque Égyptienne*, qu'on peut faire remonter jusqu'à 3,400 ans avant notre ère, puisqu'il est entré des briques dans la construction de la pyramide de Dashour, bâtie à cette époque ; encore pour ne remonter que là, faudrait-il admettre qu'on les ait inventées exprès pour cela.

Les poteries de cette époque ont pour caractères principaux une pâte tendre d'une couleur grisâtre avec des ornements noirs en zigzag.

2° *Époque Chinoise*, qu'on fixe sûrement à 2,600 ans avant Jésus-Christ, parce qu'à cette époque il y avait déjà dans l'empire

chinois un intendant des arts céramiques et vraisemblablement une manufacture nationale, bien que l'invention de la porcelaine soit beaucoup plus moderne.

Ce qui caractérise la période chinoise n'est pourtant que la porcelaine dure à fond blanc, mais en grande partie recouvert de décors variés de sujets, de couleurs, mais où, pourtant, le vert domine.

3° *Époque Assyrienne* (2,120 avant Jésus-Christ) dont les spécimens les plus remarquables qui soient arrivés jusqu'à nous sont des briques et des carreaux émaillés trouvés dans les ruines de Babylone.

Pâte compacte, glaçure vitreuse de couleurs variées.

4° *Époque Osque* (1,500 avant Jésus-Christ) comprenant des poteries assez difficiles à distinguer des poteries campaniennes ; et assez nombreuses dans les musées et collections particulières ; par la raison que, d'après leurs rites religieux, les Osques devaient être enterrés en terre vierge, c'est-à-dire à sept, huit et quelquefois dix ou douze pieds au-dessous des couches d'alluvion, et qu'à ces profondeurs, les vases couraient bien moins de risques de brisure.

5° *Époque Étrusque* (1,300 avant Jésus-Christ), vases de formes variées en pâtes tendres, mate, de couleur noire ou rougeâtre, avec ornements en relief, représentant généralement des figures et des tableaux mythologiques. Principaux centres de fabrications : Chiusi, Perouse, Cortone, Volterre.

6° *Époque Grecque* (1,200 avant Jésus-Christ), poteries tournées ; on attribue même l'invention du tour à potier à Thalès ; ce qui est une hérésie, car les Égyptiens le connaissaient dès les premiers temps de leur fabrication.

Pâte tendre de couleur rougeâtre, lustre rouge et noir, formes simples mais gracieuses avec beaucoup de pureté dans les contours.

Les vases de Samos sont généralement ceux qui ont le plus de valeur artistique.

7° *Époque Romaine* (715 avant Jésus-

Christ, date à laquelle Numa Pompilius, institue le collège des potiers.) Les produits furent d'abord des imitations de la fabrication grecque et n'acquirent que plus tard leur caractère particulier : pâte tendre très fine, de couleur rouge, lustre rouge et bistre, formes et ornementation très variées.

8° *Époque Italo-Grecque* (500 avant Jésus-Christ), on comprend sous cette dénomination les vases fabriqués dans l'Italie méridionale, la Sicile, la Corse, la Sardaigne et toutes les poteries campaniennes recueillies dans des tombeaux, creusés en terrains d'alluvion.

Pâte tendre, façonnée avec soin, fine, légère, mais peu cuite, de couleurs rougeâtre ou gris rougeâtre, ornements en relief.

9° *Époque Celtique* (200 avant Jésus-Christ), embrassant les poteries gauloises, bretonnes, germaniques et scandinaves.

La fabrication est en rapport avec la civilisation des pays, la pâte est grossière, grise ou noire mate, les ornements sont ou en traits linéaires, ou incrustés en relief, ou en pointes enfoncées.

10° *Époque Américaine* (1 après Jésus-Christ), c'est-à-dire tous les vases trouvés lors de la conquête du nouveau continent, aussi bien que depuis, au Pérou et surtout au Mexique, où la civilisation était plus avancée.

Faute de pouvoir assigner une date certaine à ces poteries, vu le manque absolu de documents historiques, on leur donne généralement une origine contemporaine de notre ère.

Leurs caractères distinctifs sont : une pâte dure grisâtre, peu cuite, avec lustre silico-alcalin dur; ornements symétriques gravés en creux ou peints en noir et en rouge.

11° *Époque Gallo-Romaine* (150), fabrication de beaucoup supérieure à celle de l'époque celtique et dans laquelle on constate l'influence gréco-romaine : pâte tendre, assez fine, bien cuite, grise ou noire mate, lustrée en rouge, bistre ou brun; — formes renflées, ornements en relief.

12° *Époque Arabe* (711), comprenant les premières faïences communes recouvertes d'un vernis vitreux, que les Arabes avaient emprunté des Persans, qui les tenaient eux-mêmes des Chinois.

Le vernis plombifère ne fut inventé que quatre cents ans après, à Pesaro, disent les uns, à Schlestadt, si l'on en croit les autres; mais il se répandit bientôt dans toute l'Europe et s'y employa presque exclusivement jusqu'en l'an 1300, époque à laquelle les Arabes d'Espagne trouvèrent l'émail d'étain ou glaçure stannifère.

Les caractères de cette époque sont : une pâte tendre de faïence commune, grise ou jaune pâle, formes à lignes droites ou à courbures simples, décor en zones droites ou en rubans entrelacés.

Les spécimens les plus renommés de ce genre de fabrication sont les fameux vases connus sous le nom de vases de l'Alhambra et que représente la gravure précédente.

13° *Époque Italienne* (1445). — C'est le temps où Luca della Robbia trouvait un nouveau procédé pour appliquer un vernis vitreux sur les terres cuites, sans altérer la finesse des formes; procédé qui donna une réputation européenne à la fabrique de majolique des frères Fontana de Pesaro.

Pâte de faïence commune, de couleur gris-blanc. Ornements très variés de formes et de couleurs : allégories, mythologie, animaux et figures d'un beau style quoiqu'un peu efféminé.

14° *Époque Allemande* (1550). — C'est celle des débuts des fabriques de faïence de Delft et de Nuremberg, qui transportèrent dans le Nord, sinon l'art de Luca della Robbia, du moins le métier des frères Fontana.

En raison des progrès qu'elle fit en peu de temps, cette époque a plusieurs caractères : d'abord, pâte tendre, mate ou vernissée; puis, pâte dure, rouge ou brune, et enfin, faïence émaillée, mais dans tous les cas, formes lourdes, sans grâce, et ornements assez variés.

15° *Époque Française.* — On range dans cette période, qui commence en 1547 :

1° Les produits, extrêmement rares et que

les amateurs couvrent d'or, de la fabrique de faïence fine établie à Oiron, dans les Deux-Sèvres, et qui paraît n'avoir guère tra-



Briques de Babylone.

vailé que pour le roi Henri II, au chiffre de Diane de Poitiers ;

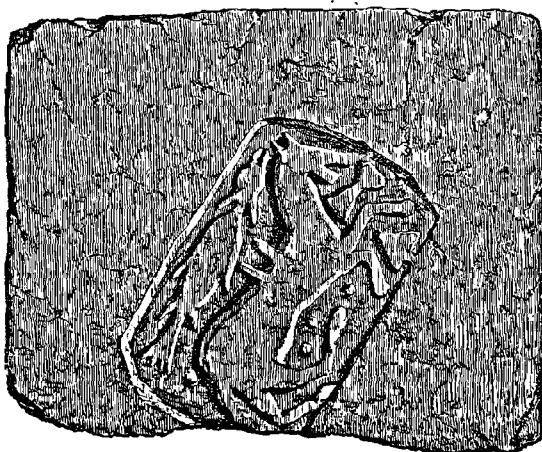
2° Les essais, couronnés de succès d'ailleurs, de Bernard Palissy dans l'art de la faïence émaillée ;

3° Les produits des manufactures de faïences françaises : Nevers, Rouen, etc..

Et les porcelaines tendres que l'on commençait à fabriquer à Saint-Cloud, à la fin du xvii^e siècle.

Les caractères de cette période sont multiples ; nous ne nous y arrêtons pas dans ce sommaire, parce que nous les ferons connaître en détail, avec gravures à l'appui, comme nous le ferons aussi méthodiquement pour toutes les autres époques.

16° *Époque Saxonne.* — Elle date de 1706, alors que le chimiste allemand Bottger réussit à fabriquer à Meissen, de la porcelaine dure imitant la porcelaine de la Chine.

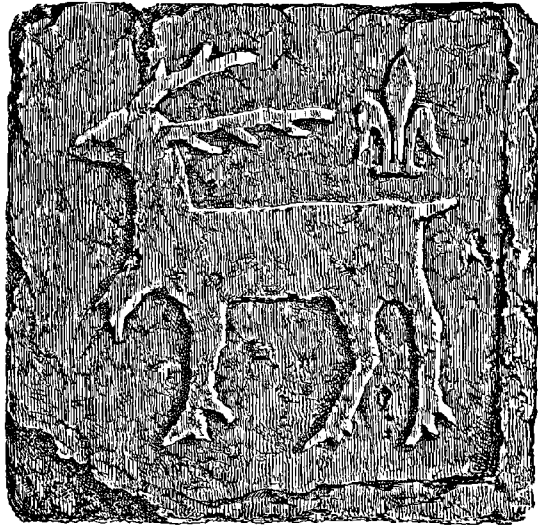


Carreau en terre réfractaire très dure, trouvé dans les fouilles de l'abbaye de Sainte-Colombe-Jez-Sens (Yonne).
ix^e siècle.

17° *Époque Anglaise (1730).* — Comprenant les porcelaines tendres, les grès cérames et les faïences fines anglaises ; invention

qui n'en est pas une, en somme, puisqu'il ne s'agissait que de reprendre la fabrication des faïences fines de Oiron.

18° *Époque moderne*. — Ne commençant chronologiquement qu'à 1840, mais comprenant aussi les belles productions de notre manufacture nationale de Sèvres qui, par la correction des modèles et la finesse des décorations est, sans contredit, la première

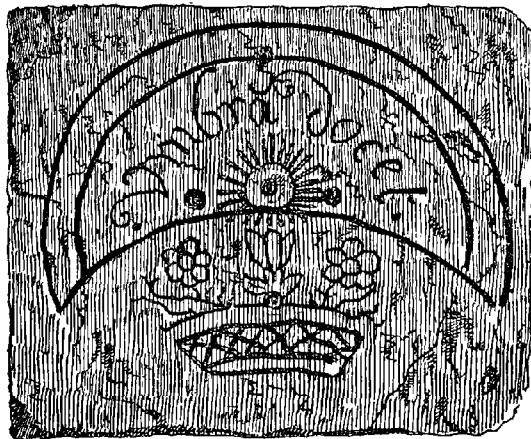


Carreau de dallage en terre cuite non vernissé, provenant du château de la Grainetière (Vendée). — XIII^e siècle.

fabrique de l'Europe: et, par les perfectionnements apportés constamment dans ses procédés de fabrication, est un excellent modèle pour les usines particulières.

L'époque moderne n'a pas, à proprement

dire, de caractère, ou, pour parler plus exactement, elle les a tous, car elle imite surtout les genres anciens et avec une perfection qui sera désespérante pour les collectionneurs du siècle prochain.



Carreau cadran solaire (XVI^e siècle).

Toutes les faïences célèbres, tous les genres de porcelaines, toutes les poteries anciennes et jusqu'à la faïence fine de Oiron, Liv. 103.

jusqu'aux émaux de Bernard Palissy, dont les procédés de fabrication étaient perdus, défilent en *fac-simile* dans nos expositions.

108

Le seul côté un peu personnel de la fabrication contemporaine, est le côté décoratif architectural qui, comme on s'en souvient, était représenté par des façades entières à l'exposition de 1878.

De cette classification, ^{***}seulement chronologique, il résulte que la céramique comprend un certain nombre de produits d'une fabrication différente, et qu'il faut ranger par espèces si l'on veut les étudier avec fruit.

C'est ce que nous allons faire en adoptant la classification spécifique de M. Brongniart, qui fait d'autant plus autorité dans la matière, qu'il a été plus de quarante ans directeur de la manufacture de Sèvres, tout en nous reportant aux époques pour indiquer, à l'aide de gravures, ce qu'elles ont produit de plus remarquable, tant au point de vue de l'art qu'à celui de la curiosité.

M. Brongniart divise la céramique en trois classes, qui se subdivisent elles-mêmes en neuf ordres, savoir :

I. POTERIES A PATE TENDRE, c'est-à-dire rayable par le fer, soit argilo-sableuse, ou calcaireuse, et généralement fusibles au feu de porcelaine, comprenant :

1° Les terres cuites sans lustre, vernis ou émail;

2° Les poteries lustrées — glaçure mince, silico-alcaline;

3° Les poteries vernissées, — glaçure plombifère.

4° Les poteries émaillées, faïence commune, — glaçure stannifère.

II. POTERIES A PATE DURE, opaque, argilo-siliceuse, infusible, comprenant :

5° Faïence fine, — pâte incolore, glaçure vitro-plombique.

6° Grès cérame, — pâte colorée, sans glaçure ou avec glaçure silico-alcaline.

III. POTERIES A PATE DURE translucide argilo-siliceuse, alcaline, ramollissable, comprenant :

7° Porcelaine dure, — pâte kaolinique, feldspathique.

8° Porcelaine tendre naturelle, — pâte argilo-saline phosphatique, kaolinique, — glaçure vitro-plombique, boracique.

9° Porcelaine tendre, artificielle, — pâte marquo-saline, frittée, — glaçure vitro-plombique.

Nous allons étudier séparément chacune de ces catégories, mais sans en suivre exactement l'ordre, car il nous paraît plus rationnel de donner à la porcelaine le rang qu'elle doit occuper chronologiquement

TERRES CUITES

Les terres cuites proprement dites, ne comprenant ni glaçure, ni vernis, ni émail, doivent être rangées en trois catégories :

Les matériaux de construction : briques, carreaux, tuiles, plaques de revêtement

Les poteries mates : fourneaux, réchauds, tuyaux, ustensiles de ménage, etc.

Et la plastique, qui touchant de très près à l'art, comprend les statuette d'ornement et les bas-reliefs, dont les anciens revêtaient les tombeaux et les monuments.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les briques sont évidemment les premiers produits de la céramique, car on a dû songer à fabriquer des matériaux pour élever les maisons avant de faire des tuiles pour les couvrir, et des carreaux pour en paver le sol.

On se servit d'abord du limon retiré des rivières, puis, de la terre ordinaire et enfin de la terre glaise, à laquelle on mélangeait de la paille hachée pour lui donner plus de consistance.

A l'origine, ces briques durent être faites à la main qui, seule, servait à comprimer la terre et à lui donner une forme à peu près régulière: cependant, l'invention du moule est extrêmement ancienne puisque les briques trouvées dans les ruines de Babylone en portent l'empreinte; autrement, comment expliquer les inscriptions cunéiformes dont la plupart sont recouvertes?

Mais, déjà à cette époque, on ne se contentait pas de briques gravées ou imprimées, sitant est que les inscriptions n'étaient pas en relief dans le moule, mais repoussées après coup sur la brique au moyen de caractères mobiles (ce qui ferait remonter bien haut l'invention de l'imprimerie); on fabriquait aussi des briques, ou carreaux de revêtement, dont la surface était couverte d'ornements en relief, témoin celle que possède le musée céramique de la manufacture de Sèvres et que nous représentons page 856.

Ce système ornemental s'effaça dans l'antiquité romaine devant la mosaïque, mais le moyen âge le reprit, surtout en nos pays où les éléments qui constituent la mosaïque, manquaient presque complètement.

Nous en donnerons quelques spécimens.

Voici d'abord (page 856) un carreau du ix^e siècle, trouvé dans les fouilles de l'ancienne abbaye de Sainte-Colombe-lez-Sens; il est en terre réfractaire très dure et porte estampée, une figure assez singulière qui devait occuper le milieu du carreau.

Cette composition représente un cheval, lancé au galop, foulant aux pieds une pique et dévorant une clepsydre placée devant lui; le tout surmonté d'un grand poisson.

Dessin allégorique qui porte sa date, car il est visiblement inspiré par l'attente de la fin du monde, qu'une interprétation un peu large de l'Apocalypse, avait fixé à l'an mil.

Le poisson, suivant l'usage des premiers temps du christianisme, symbolise le Christ qui monté sur un cheval blanc dévore le temps (représenté par la clepsydre), en marchant à travers les dangers (le fer de pique placé entre les jambes du cheval).

Cet autre carreau (page 857), représentant un cerf, accompagné d'une fleur de lys, non plus gravé mais en relief sur la terre, est du xiii^e siècle; il provient du château de la Gratièrerie (dans le département de la Vendée).

A cette époque déjà, on faisait quelque usage des carreaux incrustés à glaçures, dont nous reparlerons plus loin, mais

l'emploi des carrelages en terre cuite ne se généralise véritablement qu'après la découverte du vernis plombé, aussi retrouvons-nous parmi les curiosités céramiques de nos musées des carreaux et briques en terre cuite du xvi^e siècle.

Celle que représente notre gravure de la page 860 et qui ne manque point d'un certain art, est un spécimen des briques de revêtement qui ornaient intérieurement et extérieurement un petit manoir de l'arrondissement du Havre.

Ces briques, surmoulées sur des panneaux en bois, puisqu'elles conservent encore la trace ligneuse du chêne sculpté qui leur a servi de matrice, ne paraissent pas avoir été d'une fabrication courante, car on n'en connaît pas d'autres spécimens; elles ont évidemment été faites sur commande par un briquetier plus intelligent que les autres, auquel le maître du château avait demandé quelque chose de nouveau.

Tel n'est pas le cas de la précédente qu'on rencontre communément dans l'est de la France, sur les façades des maisons des seizième et dix-septième siècles, où elles étaient placées pour servir de cadran solaire.

Les briques primitives furent simplement séchées au soleil, système encore suivi de nos jours en Perse et dans quelques contrées de la Haute-Asie et qui fut surtout adopté en Egypte et dans les pays voisins; c'est même ce qui explique la disparition complète de certaines villes comme Carthage, Tyr, Ninive et autres, dont les briques crues se sont peu à peu amoncelées et ont fini par se désagréger complètement, pour s'identifier avec le sol.

Mais en Palestine, où l'on s'aperçut bientôt que les pluies torrentielles d'hiver délayaient les briques, on ne tarda pas à les faire cuire au four, usage qui se répandit partout.

La fabrication des briques communes, si l'on excepte les procédés mécaniques dont nous parlerons tout à l'heure, a peu varié depuis les Égyptiens.

On peut les faire avec toutes sortes de terres argileuses que l'on dégraisse plus ou moins, selon leur composition, soit avec du ciment (pâte argileuse cuite que l'on réduit en poudre aussi fine que possible), soit même avec du machefer et des escarbilles de charbon de terre, broyées menu.

Ce dégraissage, appelé *ciment* dans tous les cas, a pour but d'empêcher en partie le

retrait considérable que les marnes argileuses subissent par la cuisson.

C'est donc au briquetier à connaître la nature des terres qu'il emploie, pour proportionner le ciment capable de lui donner une bonne pâte.

La préparation de la pâte à briques est du reste très élémentaire : la terre extraite à l'automne est exposée en masses que l'on

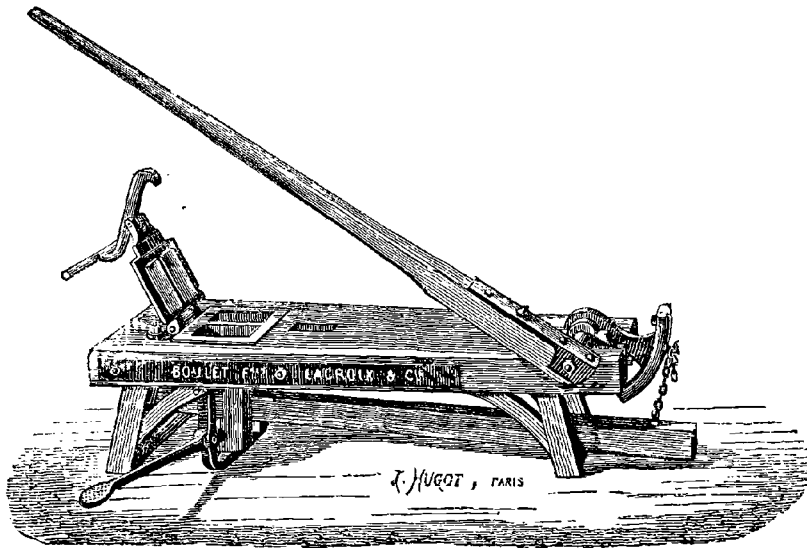


Brique de revêtement, non émaillée (xvi^e siècle).

remue de temps en temps, aux intempéries de la saison jusqu'au mois d'avril où l'on commence à la mettre en œuvre, si toutefois on la juge bonne à être employée.

Dans ce cas, on en jette une certaine quantité dans une fosse qu'on appelle *tinne*, creusée dans la terre, et quelquefois garnie de planches, où un *marcheur* la piétine longuement, en ayant soin de la purger des petites pierres ou des cailloux qu'elle peut encore contenir, et en forme de grosses mottes nommées *vasons*.

Ces vasons sont pris alors par un autre ouvrier appelé *vangeur*, qui pétrit chacun d'eux avec ses mains sur une table et les divise en mottes plus petites et beaucoup plus malléables, qu'il dispose au fur et à mesure sur l'établi du chef de l'équipe, qui est le *mouleur* et s'occupe de la fabrication proprement dite, très simple et nécessitant peu d'outils ; puisqu'il n'a besoin que d'un cadre en bois ou en métal, qui lui sert de moule et d'un couteau de bois appelé *plane*.

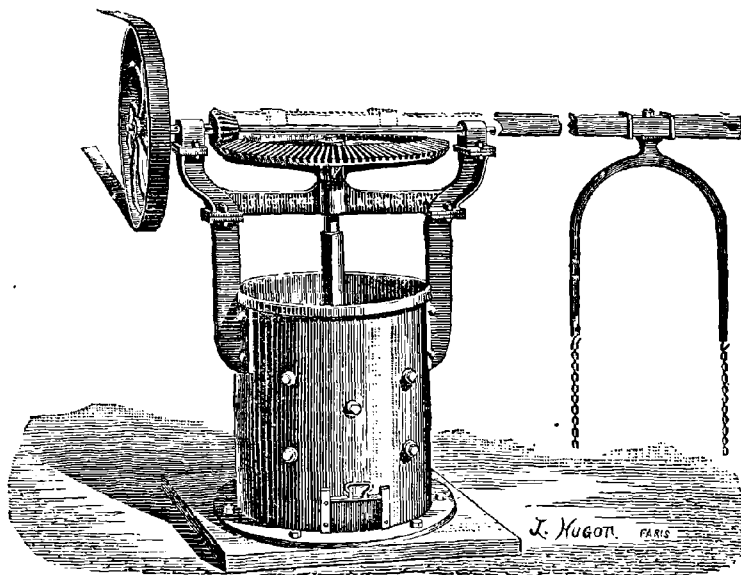


Machine à brique en terre granulée, telle qu'elle sort de la carrière.

Plaçant le moule sur son établi, il le saupoudre de sable pour que l'argile ne s'attache pas à ses parois, puis le remplit de pâte qu'il jette à poignées et qu'il com-

prime le plus possible avec ses mains ; le cadre rempli, il passe dessus sa plane, qui unit la surface supérieure de la brique.

La brique terminée est prise par un ma-



Malaxeur à terre molle.

nœuvre, nommé *porteur*, qui la dépose sur une aire parfaitement aplanie, où elle reste jusqu'à ce que sa dissection soit suffisante pour lui permettre d'aller au four.

Un marcheur, deux vangeurs, deux mouleurs et un porteur forment ce qu'on appelle une *compagnie* qui, par la division du travail peut produire un grand nombre de briques dans la journée.

Mais ce système n'est plus guère employé que dans les petites briqueteries; dans les grandes usines on moule les briques à la mécanique, indispensable pour les briques creuses qui s'emploient maintenant très communément.

Il y a d'assez nombreux systèmes de machines à fabriquer les briques, d'autant qu'on les perfectionne tous les jours en les proportionnant à la production des usines; il y a des constructeurs comme MM. Boulet et Lacroix qui ne font absolument que cela, ce qui ne veut pas dire qu'ils ne fabriquent pas beaucoup, au contraire.

La plus simple de leurs machines, et ce n'est pas celles qu'ils vendent le plus, car chacun cherche à produire le plus possible et s'outille en conséquence; la plus simple est une presse à bras, composée, comme on le voit par notre gravure, d'un banc de travail percé vers son extrémité pour recevoir deux moules accolés, que l'on emplit de terre granulée telle qu'elle sort de la carrière; on rabat ensuite sur le double moule un couvercle à charnière, muni à son extrémité d'un levier qui traverse le banc par une ouverture faite exprès, et recourbée pour maintenir fixe le couvercle, au moment où la pièce de bois, actionnée par le levier moteur, vient presser les moules par-dessous.

Les briques faites, et ce n'est pas long puisqu'avec cette machine quatre hommes peuvent en fabriquer trois ou quatre mille par journée de travail, on les sort des moules en mettant le pied sur la pédale qui en fait remonter le double fond.

Des machines de ce genre se font avec plus ou moins de moules, soit pour être mues à la manivelle, ou par tout autre système rotatif, ou percutant; mais les plus répandues sont les machines mixtes — pour carreaux, briques creuses et tuyaux de drainage — et les nouvelles machines Boulet, pour la fabrication des briques pleines.

Mais elles partent toutes du même principe, et ne sont que des perfectionnements de la machine installée par M. Carville à Moulineau (près Paris), l'une des premières qui ait fonctionné régulièrement dans notre pays.

Elle se compose d'une chaîne sans fin, amenant les moules en fonte, joints à charnière, sous une tinne à corroyer, où ils se remplissent de terre malaxée, puis passent sous un rouleau qui comprime la pâte dans les moules, et plus loin sur un refouloir qui opère le démouillage, de haut en bas, et dépose les briques terminées sur des planchettes, posées sur une seconde chaîne sans fin, qui les conduit jusque sur la brouette servant à les transporter au séchoir.

Naturellement le mélange de la terre se fait mécaniquement et l'on peut employer la terre dure telle qu'elle sort de la carrière, sans aucune addition d'eau pour faire la pâte.

Tout d'ailleurs est automatique; des trémies, convenablement placées, servent à saupoudrer les moules de sable, un filet d'eau coule continuellement sur le rouleau compresseur pour qu'il n'adhère jamais à la pâte, et les moules une fois vides, et toujours conduits par la chaîne sans fin sur laquelle ils sont fixés, se lavent dans un bac rempli d'eau avant de repasser sous la tinne.

Cette machine et ses similaires font moyennement, par journée de dix heures de travail, de huit à douze mille briques pleines, elles peuvent être servies seulement par trois ouvriers.

Pour les briques creuses, la quantité est

beaucoup moindre, la fabrication d'ailleurs est très différente. Il faut d'abord que la terre subisse une préparation plus complète, et qu'elle soit réduite à un état de division convenable sous des cylindres lamineurs, ou avec des couteaux mécaniques qui constituent les machines appelées trancheuses, après quoi on la jette dans un malaxeur quelconque où on la mélange avec le sable qui doit entrer dans la composition.

Ces malaxeurs, qu'ils soient destinés à triturer les terres molles ou des argiles plus résistantes, se ressemblent plus ou moins. C'est toujours, comme celui que représente notre gravure, une cuve dans laquelle un arbre vertical, muni de lames dont la disposition varie depuis la croix jusqu'à l'hélice, — écrase la terre et la mélange intimement avec l'eau que l'on verse dans la cuve.

Au bas de cette cuve se trouve un orifice par lequel la terre malaxée sort en trainée continue, facile à diviser en lopins pour le moulage, qui s'opère dans des machines, comme la mixte de MM. Boulet et Lacroix que notre dessin de la page 864 représente.

Cette machine se compose d'une caisse prismatique, en fonte, placée sur un bâti, dans laquelle se meut horizontalement un double piston, recevant par des engrenages un mouvement de va-et-vient.

Cette caisse, s'ouvrant par le haut au moyen de couvercles à charnières, porte à son extrémité antérieure une filière, qui est le moule proprement dit, et derrière laquelle se trouve un crible épurateur.

L'ouvrier, conducteur de la machine, remplit la caisse avec des lopins de terre malaxée que lui passe un aide, il la ferme, la fixe solidement sur le bâti à l'aide d'un levier à cames. Le piston, mis en mouvement, pousse la terre, qui s'épure en passant dans le crible, et traverse la filière qui la laisse sortir sous forme de bandes prismatiques percées d'autant de vides qu'on veut en avoir dans la brique.

Ces bandes, toujours poussées par l'effort du piston, glissent sur la table à l'aide de rouleaux qui leur servent de point d'appui, et deviennent ainsi des briques d'une longueur indéfinie, que l'on coupe d'échantillon en adoptant sur la table, un châssis mobile garni de fils de fer placés à des distances voulues, et qui font office de couteaux, pour finir les briques, que l'on enlève aussitôt pour les porter au séchoir.

On comprend que cette machine puisse servir aussi bien à la fabrication des tuyaux de drainage, puisqu'il n'y a pour cela qu'à changer la filière, mais nous en reparlerons plus loin.

Mue à bras, une machine de ce genre, qui occupe quatre ouvriers peut faire 4 à 5,000 briques creuses par journée de travail.

Actionnée par un moteur, qui peut faire mouvoir en même temps les malaxeurs, et des monte-charges pour emporter les briques aux séchoirs, elle en fait de 6 à 7,000 avec trois hommes seulement.

Le séchage, qui doit être plus rapide que pour les briques pleines, se fait sur des rayons mobiles, planchettes d'un mètre de longueur sur lesquelles on pose dix briques de champ; ce qui en rend le transport facile.

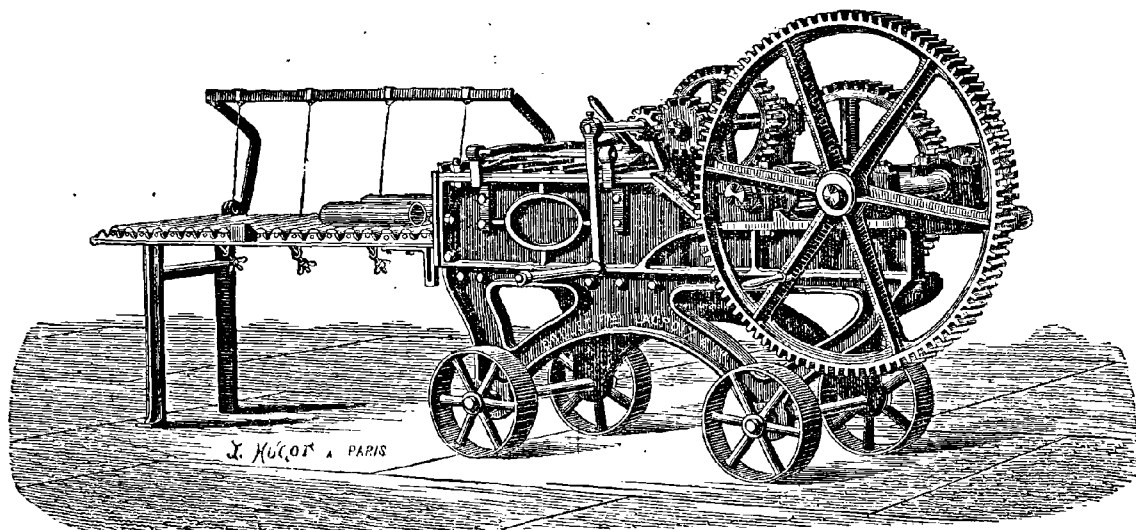
La cuisson des briques pleines ou creuses, se fait à la houille ou au bois, soit à *la volée*, c'est-à-dire en plein air, soit dans des fours, où on les empile les unes sur les autres, ce que l'on appelle *enfournement en charge*,

La cuisson à *la volée*, encore en usage en Angleterre, en Belgique et dans le nord de la France, se fait à la houille.

Sur un pied de fourneau en maçonnerie très solide, de briques cuites et d'argile, les enfourneurs placent d'abord en suivant les contours, tracés par des cordeaux, un lit de briques déjà cuites, sur lequel ils posent de champ, trois rangs de briques crues superposées, en réservant à l'intérieur de l'espèce d'édifice qu'ils construisent, les foyers néces-

saies pour la combustion de la houille, qu'ils chargent en place avant de continuer leur travail.

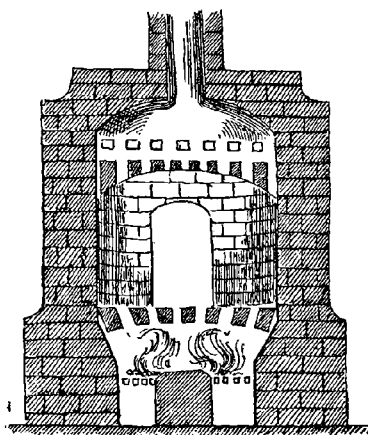
Les foyers garnis, prêts à être allumés, l'enfourneur fait une quatrième assise de briques qui préparent les voûtes du foyer,



Machine mixte à briques creuses et tuyaux de drainage.

un cinquième qui les recouvre complètement, puis un sixième, et quelquefois deux ou trois de plus.

Dans tous les cas, le dernier tas, qui couronne l'édifice, est en briques déjà cuites. Cela fait, avec un mortier d'argile bien



Four ordinaire à briques.

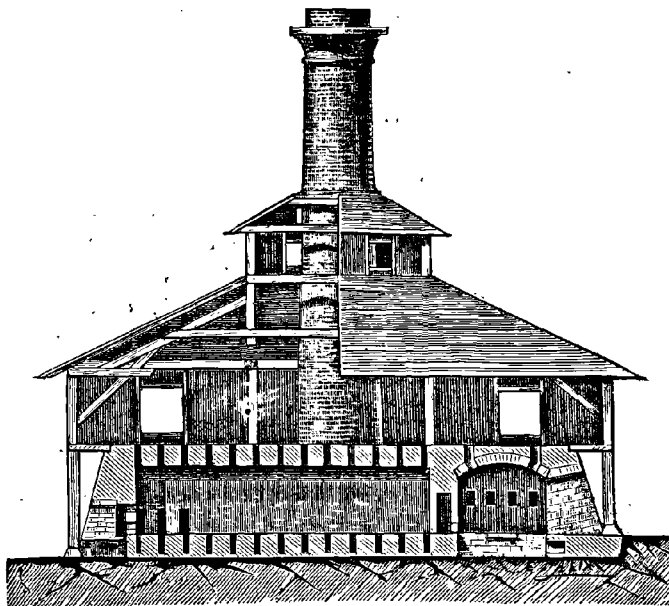
délayé, on crêpit tout le parement du fourneau, de façon à luter ensemble toutes les briques extérieures, pour qu'il n'y ait pas de déperdition de chaleur, puis on allume les

foyers et on laisse la combustion se faire lentement.

Dans quelques localités notamment à Ruppelmonde, on remplace la chemise d'ar-

gile par une construction en maçonnerie, qui devient alors un véritable four qu'on appelle *Klamp*.

Dans nos pays, les fours les plus communément employés ont la forme d'un demi-cylindre couché, d'un parallélépipède voûté,

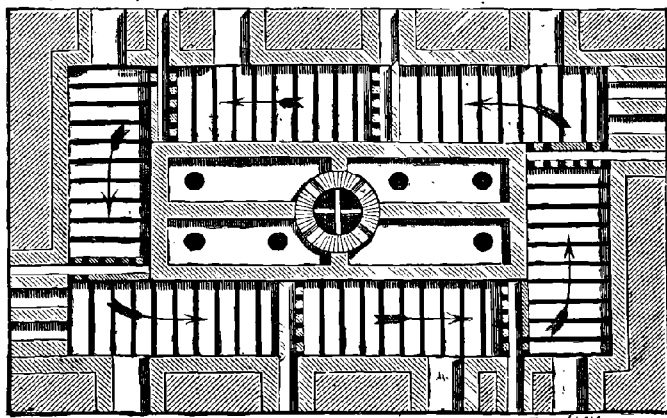


Four intermittent (système Virollet), élévation et coupe transversale.

dont la partie supérieure est percée de trous qui font office de cheminées.

Le foyer est séparé du laboratoire par une

voûte, également percée de trous, pour permettre à la flamme de se tamiser dans l'intérieur du four; il est, si l'on chauffe au



Coupe en plan du type à six compartiments.

charbon de terre, muni d'une grille qui devient inutile lorsque l'on chauffe au bois.

Les briques introduites dans le four sont

placées de champ, de manière que les briques de chaque assise croisent celles de l'assise inférieure.

La durée de la cuisson est d'environ dix jours y compris les opérations de l'enfournement et du défournement.

Dans les grandes usines on se sert maintenant de fours à compartiments carrés, rectangulaires ou annulaires qui tiennent beaucoup moins de place et font plus vite et mieux beaucoup plus de besogne.

Ils se composent de quatre ou six foyers groupés autour d'une cheminée centrale; au-dessus de ces foyers se trouve une série de voûtes en briques réfractaires, entre lesquelles on a laissé des intervalles pour le passage des gaz de la combustion.

La chambre destinée à renfermer les briques est recouverte par une voûte percée de plusieurs ouvertures que l'on tient fermées pendant la cuisson et que l'on débouche lorsqu'on veut laisser refroidir le four.

Ces constructions dont les variétés sont nombreuses, se distinguent en fours intermittents et fours continus.

Les premiers, devant être éteints après chaque cuisson pour permettre le déchargement, les seconds pouvant fonctionner sans interruption.

Parmi les intermittents, l'un des mieux compris, sinon des plus répandus, est le système Virollet, modification de son four tunnel, à l'usage des petites tuileries ou briqueteries qui ne cuisant que cinq à six cent mille pièces par an, n'ont pas besoin de se grever d'une construction coûteuse comme le four tunnel qui est composé d'une ou deux galeries de 40 tranches.

Ce nouveau four se fabrique à quatre ou à six compartiments, il est carré dans le premier cas, rectangulaire dans le second, mais toujours avec cheminée centrale.

La combustion est fractionnée sur grilles et par tranches d'un rang de tuiles ou de deux rangs de briques. La communication, d'un compartiment à l'autre s'établit au moyen de registres métalliques verticaux, de petites dimensions, et s'introduisant sur la cloison de séparation par une ouver-

ture ménagée dans l'épaisseur des murs.

Cette cloison est composée de deux murettes ou diaphragmes; le premier percé d'ouvertures dans toute sa surface; le second, sur lequel vient s'appliquer le registre, n'est percé que de deux ouvertures en face des grilles des deux premières tranches du compartiment suivant, de manière à porter toutes les flammes et les gaz chauds sur les premières grilles.

Outre l'économie qu'il présente, le four intermittent Virollet a l'avantage de pouvoir être enfourné, cuit, refroidi, et défourné en même temps, avec un rallumage après chaque tournée, pour les produits qui demandent une cuisson ordinaire, tels que tuiles, carreaux et briques faits en pâte plastique.

Il peut d'ailleurs être rendu continu, pour les produits à cuire à haute température, tels que les briques réfractaires ou les briques fabriquées en glaise à la compression ou par agglomération, car ces produits exigeant une cuisson plus longue, et permettant un refroidissement plus prompt il est facile d'éviter un rallumage et d'avoir ainsi la continuité; car, par la division en compartiments, de la cheminée, on peut toujours enfourner et refroidir sans nuire à la cuisson.

Nous avons dit que ces fours étaient à 4 ou à 6 compartiments et nos gravures représentent les deux cas, l'une en coupe et l'autre en plan; mais pour les usines plus importantes on peut augmenter le nombre des compartiments ou faire mieux encore, disposer deux ou plusieurs fours autour de l'atelier de fabrication et les réunir par des halles où l'on utiliserait la chaleur perdue à faire sécher les produits.

Les fours à feu continu sont de trois sortes.

Dans les premiers, le foyer toujours entretenu de combustible, se déplace d'une manière continue et cuit, les unes après les autres, les différentes assises de briques

chargées dans le four ; tel est le système Barbier, fondé sur l'emploi d'un foyer locomobile qui porte successivement la chaleur dans une série de laboratoires, disposés les uns à côté des autres à une même hauteur au-dessus du sol.

Dans les seconds, dont le type le plus intéressant est le four Demimuid, ce sont au contraire les charges de briques qui se déplacent et se présentent, chacune à leur tour, devant le foyer fixe.

Mais ces deux systèmes ont été abandonnés pour le troisième dans lequel le foyer fixe, aussi bien que les briques à cuire, est placé au centre d'une série de chambres disposées autour de lui, et avec lesquelles il peut être mis successivement en communication au moyen de registres.

Le plus anciennement connu de ce genre est le four circulaire Hoffmann.

Il consiste en une galerie annulaire dont les dimensions, variables du reste, sont généralement de 3 mètres de largeur, sur 2 de hauteur, et divisée en 12 compartiments munis extérieurement de portes et intérieurement de coulisses, dans lesquelles s'introduisent des registres par des fentes ménagées dans la voûte.

Dans chacun de ces compartiments, et près de la coulisse, débouche un canal ou *rampant* qui aboutit dans une seconde galerie circulaire concentrique à la première, et qu'on appelle chambre à fumée, laquelle est elle-même en communication, par quatre canaux, avec la cheminée, placée au centre de tout le système.

Chacun des douze rampants peut être obstrué au moyen d'autant de cloches qui se manœuvrent de l'intérieur et, permettent ainsi d'interrompre à volonté la communication de la chambre à fumée avec tel ou tel compartiment du four.

La cuisson s'opère par compartiments dans lesquels on charge les briques au fur et à mesure de leur refroidissement, avec une disposition spéciale, c'est-à-dire en

ménageant d'abord trois petites galeries de 35 centimètres de hauteur sur 25 de largeur, et en empilant par-dessus, comme dans les chargements ordinaires, avec cette différence pourtant qu'il faut ménager dans la masse des briques, une cheminée verticale, dans laquelle on dispose de distance en distance, des briques en croix qui ont pour objet d'empêcher le charbon de tomber jusqu'au fond de la cheminée et de s'y accumuler, au point d'intercepter l'arrivée de l'air.

Le combustible arrive dans le four par des trémies placées sur des trous circulaires ménagés dans la voûte du four, à des distances très rapprochées, et qu'on peut fermer hermétiquement avec des couvercles, munis de plaques de verre, qui permettent de contrôler la marche du feu dans tous les points du canal et de remédier aux accidents de chauffage qui se produisent quelquefois, comme le bouchage d'une cheminée ; accidents sans inconvénients du reste, puisque la chaleur des cheminées voisines est suffisante à la cuisson.

Le travail fait d'une façon régulière, c'est-à-dire, le four ayant toujours deux compartiments dont les portes sont ouvertes : l'un pour le chargement, l'autre pour le déchargement, on doit avancer d'un compartiment toutes les vingt-quatre heures ; il s'ensuit donc que les briques restent douze jours dans le four.

Ce système, notablement perfectionné depuis qu'il obtint un grand prix, à l'Exposition universelle de 1867, a été généralement adopté par les grandes usines, il est d'ailleurs fort ingénieux, car il isole presque entièrement les pertes de chaleur par rayonnement, mais il n'est pas sans inconvénients : d'abord, il occupe beaucoup de place et sa construction savante et surtout très coûteuse, effraye avec raison bon nombre d'industriels.

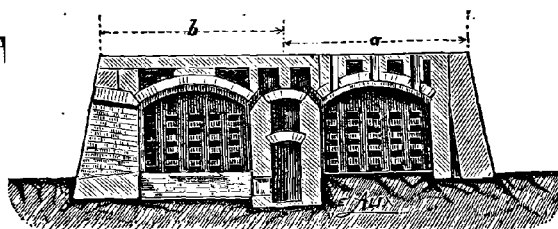
Aussi le four Hamel, qui est rectangulaire et non annulaire et par conséquent bien

plus facile à construire, et bien moins encombrant, est-il très répandu depuis quelques années; surtout depuis les perfectionnements apportés dans son installation par M. Virollet.

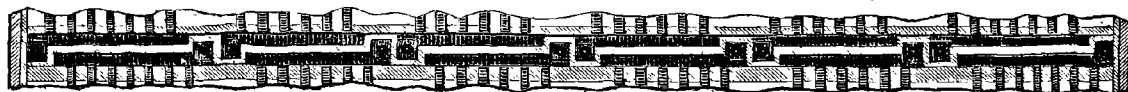
Ces modifications reposent principalement sur le passage des flammes d'une galerie à l'autre.

Pour éviter la lenteur de ce passage les fours de galerie sont munis de diaphragmes

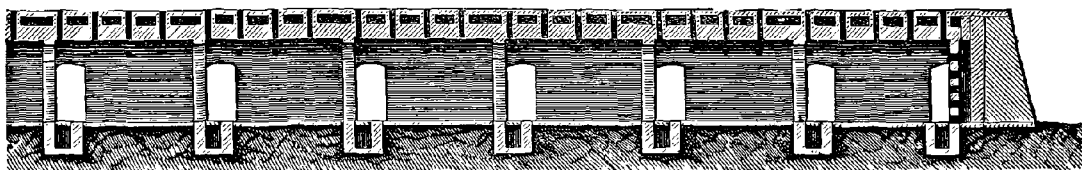
Four à feu continu rectangulaire (système Hamel perfectionné).



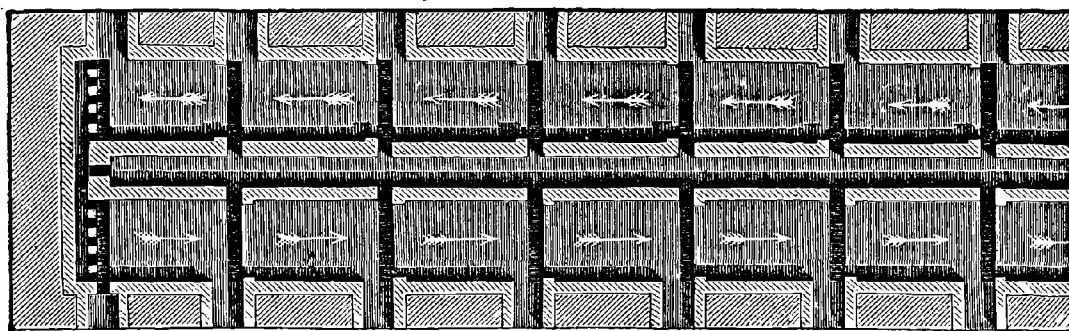
Coupe transversale.



Coupe en plan du canal d'étuvage ou enfumage.



Coupe longitudinale dans l'axe d'une galerie.

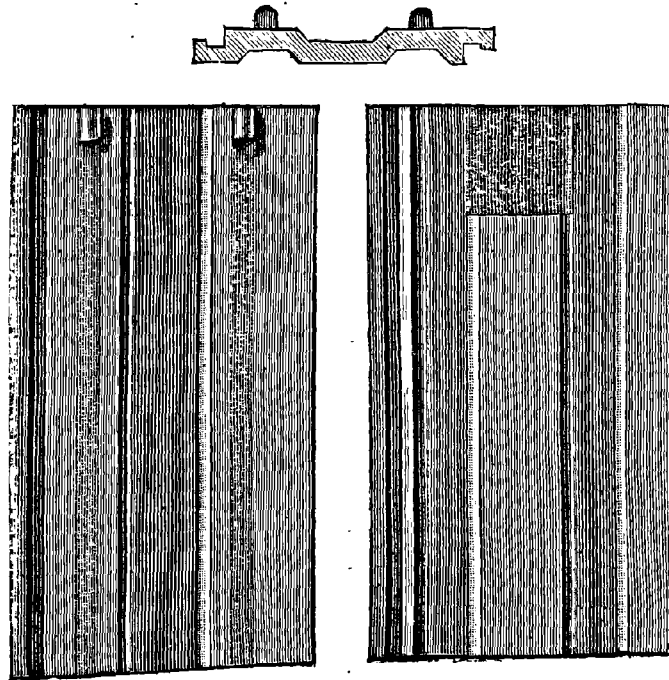


Coupe en plan à la hauteur de la naissance des portes et des prises de fumée.

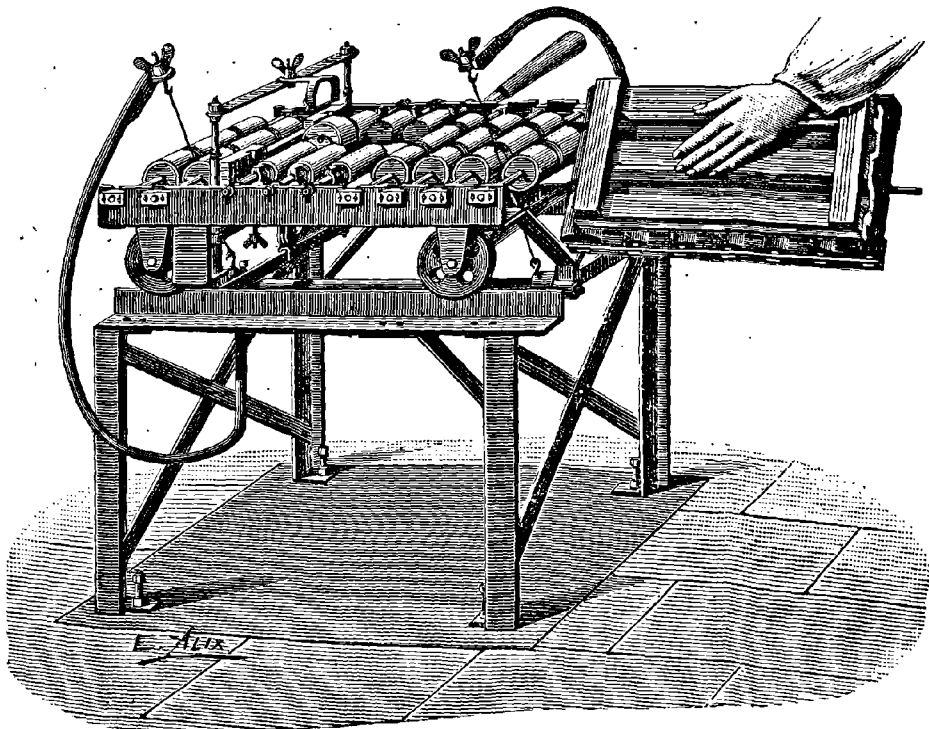
à minces parois, percés d'un grand nombre d'ouvertures, laissant le passage des flammes de la première galerie et leur retour dans la deuxième, par un couloir régulant sur toute la surface des deux galeries, de

manière à tamiser la chaleur sur toutes les surfaces, et non par un seul passage sur le côté interne de la galerie.

De plus le four est muni d'une galerie d'étuvage ou d'enfumage, soit avec l'air



Tuiles de montagne.



Tablier coupeur pour la fabrication des tuiles de montagne.

chaud du refroidissement, soit avec un calorifère fixé à l'extrémité de cette galerie.

Cette disposition, toute nouvelle, permet de porter, en avant du feu, de l'air chaud, par plusieurs points à la fois, dans le compartiment à enfumer et la distribution en est établie par des ouvertures dans la voûte, sur la même ligne que les trous de chauffage, et dans le vide laissé par chaque tranche de produits enfournés.

La fermeture de ces différentes ouvertures est établie par une seule soupape pour chaque compartiment, dans un canal supérieur au canal de fumée.

Autre modification encore : la prise de fumée se fait horizontalement sur toute la largeur de la galerie, et non, comme dans les anciens systèmes, par une seule ouverture verticale sur le côté interne de la galerie ; cette prise de fumée est établie par un canal transversal en dessous de la sole, près des registres ou diaphragmes et des portes.

Ce canal représente un cendrier recouvert de grilles et peut recevoir du combustible par les trous de la voûte.

Cette nouvelle disposition de prise de fumée, tout en donnant une plus grande surface au passage des gaz de la combustion et des buées, en égalise même la sortie sur toute la surface du four et permet, dans l'espace ménagé pour le fonctionnement du registre, de faire sur les grilles une combustion vive aux pieds du four, à chaque compartiment, de manière à égaliser le feu dans la partie basse du four ; tandis que les puits de chauffage l'égalisent dans le centre et la partie haute.

Cette idée de placer le canal de prise de fumée au-dessous de la sole a encore cela de bon, qu'elle protège les soupapes qui ne se trouvent plus placées dans le rayonnement du four.

* *

Les briques réfractaires ne diffèrent des

briques ordinaires que par la pâte qui sert à leur composition ; employées pour les revêtements intérieurs des fours et fourneaux, elles doivent pouvoir résister sans se fendre, ni entrer en fusion, aux températures les plus élevées.

Elles se fabriquent avec des argiles très réfractaires lavées, et additionnées, en plus ou moins grande quantité, d'un ciment provenant d'une argile également réfractaire, cuite et finement pulvérisée.

Les *briques flottantes*, ainsi nommées de la propriété qu'elles possèdent d'être plus légères que l'eau, sont faites le plus souvent avec une espèce de magnésie poreuse et très réfractaire, qui s'extrait aux environs de Florence, à Castel del Plano. On en fait cependant aussi avec certains tufs siliceux, qu'on additionne d'une petite quantité d'argile grasse.

Ces briques sont plus résistantes au poids que les briques ordinaires, aussi sont-elles surtout employées à la construction des voûtes et des cloisons.

Pour ce dernier usage on leur préfère pourtant les briques creuses beaucoup plus communes.

Quant aux briques dites hollandaises, ce sont des briques ordinaires qu'à l'imitation des Hollandais, on fait cuire à une température très élevée, de façon qu'une partie de la fournée se ramollit toujours et se vitrifie à la surface.

Cet espèce de vernis naturel, leur donne la propriété de ne pas absorber l'eau, propriété qu'on peut du reste communiquer aux briques communes en leur faisant absorber soit du goudron de houille, ou quelque autre substance goudronneuse ou bitumineuse.

Les carreaux se fabriquent exactement comme les briques et aujourd'hui beaucoup plus mécaniquement qu'à la main ; quelquefois on les estampe en creux de dessins ou d'ornements, comme on le fait aussi pour les tuiles à Montchanin, à Ecuisses, à Argences et dans les grandes usines créées sur

ces modèles ; mais ce n'est qu'une question de moules.

Si l'on veut leur donner une certaine glaucure, on jette dans le four, en même temps que le combustible, et pendant la période de grand feu, un mélange de sel marin, de litharge et d'ocre rouge.

Bien entendu nous ne parlons pas ici des carreaux incrustés qui appartiennent à la catégorie des poteries lustrées ou vernissées, et que nous retrouverons en temps et lieu.

TUILES

La fabrication des tuiles demande un peu plus de soin, la terre doit en être mieux choisie, mieux triturée surtout, et le mélange d'argile et de sable qui la compose doit être exempt de matières calcaires.

Aussi ne se contente-t-on pas d'un simple marchage, on répète l'opération trois ou quatre fois, par petits tas, sur une aire bien propre, en ayant soin de changer de place à chaque fois.

On fait mieux encore, et dans toutes les tuileries importantes, on prépare la pâte qui doit être plus fine, mieux corroyée et plus comprimée que celles des briques, avec des machines à malaxer mues soit par manège, soit par le moteur de l'usine, au moyen d'une courroie de transmission.

Nous ne revenons pas sur ces malaxeurs, qui sont variés d'aspects et de dispositions selon les systèmes, mais qui reposent toujours sur les mêmes principes.

La pâte préparée, on la comprime dans des moules absolument comme les briques, quelquefois encore manuellement, mais le plus souvent mécaniquement, et on laisse sécher avec précaution avant de mettre au four.

Les espèces de tuiles sont assez nombreuses, on les distingue en tuiles plates, tuiles creuses, tuiles en dos d'âne, tuiles plates à rebords, tuiles flamandes, tuiles romaines et en tuiles modernes, de plus en

plus perfectionnées, dont les types prennent de leurs fabricants ou inventeurs, les noms de tuiles Gilardoni, Muller, Courtois, Peyrusson, pour ne citer que les plus connus, sans compter les tuiles de montagne, les plus récentes de toutes, mais qui nous paraissent appelées à un certain avenir.

Les tuiles plates ont la forme d'un rectangle dont le grand côté se place parallèlement à la pente du toit, et dont l'un des petits est muni, vers son milieu, d'un *talon*, espèce de saillie en crochet qui sert à la retenir aux lattes.

Quelquefois ce talon n'existe pas, il est alors remplacé par deux trous par lesquels on passe les clous, qui fixeront les tuiles après les lattes.

Les tuiles plates, selon leurs dimensions, sont dites de grand moule ou de petit moule ; dans le premier cas elles ont 0^m,31 de longueur sur 0^m,23 de large, dans le second 0^m,25 sur 0^m,18 à quelques millimètres près, bien entendu.

Les tuiles creuses, en forme de gouttière, employées surtout en Espagne, en Portugal et dans le midi de la France, sont généralement coniques, elles ont à une extrémité 0^m,20 de diamètre et 0^m,15 à l'autre, sur une longueur de 0^m,40.

On les fabrique dans un moule ayant la forme d'un trapèze, et on les verse encore molles sur un mandrin conique sur lequel elles sèchent et dont elles gardent la forme.

Les tuiles en dos d'âne se font de la même manière, seulement le mandrin sur lequel on les forme est triangulaire ; leur longueur est généralement de 0^m,45 sur 0^m,16 de largeur.

Les tuiles flamandes, qu'on appelle aussi *pannes*, sont à double courbure en forme d'S ; très employées en Belgique, en Hollande et dans l'Allemagne du Nord, elles se fabriquent comme les précédentes sur un mandrin spécial, qui a une partie concave et une partie convexe.

Les tuiles romaines sont de deux sortes,

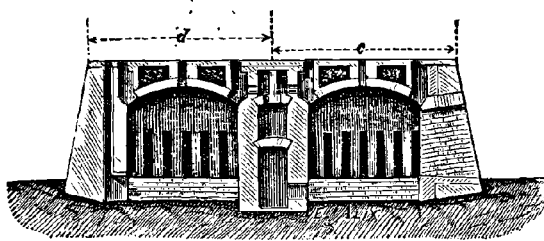
les *tégoles* et les *canali*, qui en Italie s'emploient encore simultanément.

Les *tégoles*, tuiles plates à rebords, dont les dimensions sont variables, se posent à bain de mortier sur un lit de briques appelées *pianelles*; et les *canali* (tuiles creuses)

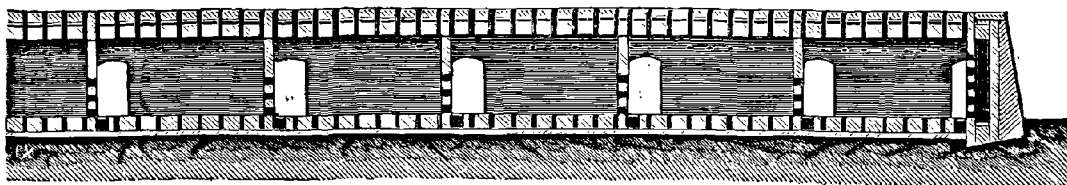
recouvrent les espaces laissés entre les *tégoles*.

Les tuiles plates, à rebords, rappellent un peu les *tégoles*, mais on les modifie tous les jours et chaque usine adopte des formes particulières. C'est à cette catégorie qu'ap-

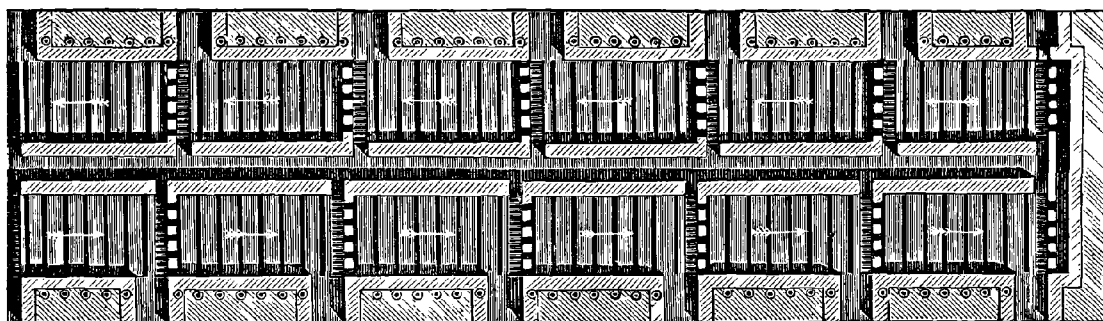
Four continu pour tuiles et carreaux (système Virollet),



Coupe transversale.



Coupe longitudinale dans l'axe d'une galerie.



Coupe en plan à la hauteur de la naissance des portes et des prises de fumée.

partiennent les tuiles dites de Bourgogne, fabriquées à Montchanin-les-Mines et à Ecuisses, les tuiles de Normandie provenant de l'usine d'Argences, et les produits similaires qui viennent d'un peu partout.

Dans presque toutes, les rebords de la tuile sur les côtés longitudinaux forment un quart de cône à base circulaire, de façon que lorsque deux tuiles se touchent on a

une portion de cône que l'on enveloppe exactement par un couvre-joint, de forme plus ou moins élégante, dont le renflement a surtout pour objet de faciliter l'écoulement des eaux pluviales.

Voici, d'ailleurs, et par rang d'ancienneté, les types les plus connus :

Les tuiles de MM. Gilardoni, d'Altkirch (Alsace), sont rectangulaires et accompa-

gnées sur leur périmètres de rainures accompagnées de rebords saillants, qui présentent leur concavité en dessus sur deux

côtés, et en dessous sur les deux autres, de façon que chaque tuile se trouve ainsi convenablement liée avec la tuile voisine



Poteries gauloises.

876

estérieure. C'est le genre que l'on fait à Montchanin, sauf les reliefs.

Les tuiles Mullor sont à peu près du même système, mais l'usine d'Ivry s'est surtout attachée à produire des tuiles spéciales pour rives, arrêtières, chenaux, ainsi que des tuiles percées, soit pour le passage des tuyaux de cheminées, soit pour l'ouverture des tabatières, fabrication qui se

fait du reste maintenant à peu près partout.

Les tuiles Girard sont rectangulaires à colonne; leur forme, très simple, n'offre aucun relief susceptible de se remplir de poussière et de s'engorger, le rebord extérieur et longitudinal de forme cylindrique qui constitue la colonne est un peu plus élevé que le rebord intérieur dans lequel il



Poteries gallo-romaines.

s'emboîte, ce qui facilite encore l'écoulement des eaux.

C'est le système des tuiles que l'on fabri-

LIV. 110.

que avec plus ou moins de modifications à Acheux, à Roanne, à Alençon.

Les tuiles Courtois, dites *en lozanges*,

110

sont des tuiles carrées, que l'on pose de façon que l'une des diagonales soit horizontale, ce qui donne plus de légèreté, plus d'élégance aux toitures.

Les deux côtés supérieurs sont munis en dessus de rebords saillants qui sont recouverts par les tuiles adjacentes, et les deux côtés inférieurs de rebords saillants en dessous, qui servent à recouvrir et à accrocher les tuiles voisines; de plus, le sommet est muni en dessous d'un crochet d'attache sur le lattis, et par-dessus d'un autre crochet saillant offrant prise à la tuile supérieure, l'autre sommet ayant un crochet saillant en dessous pour maintenir la tuile inférieure, il s'ensuit que chaque tuile est en contact avec six autres.

Le même fabricant a imaginé la tuile ogivale ou en écaille, qui a les mêmes systèmes d'attache, mais qui a l'avantage d'introduire dans les couvertures un élément décoratif qu'on peut varier presque à l'infini.

Les tuiles de MM. Peyrusson et Desfontaines, d'Ecuiques (Saône-et-Loire), celles du moins qui sont spéciales à leur usine, où l'on fabrique tous les systèmes, sont de deux modèles : tuiles à tenon et tuiles à panneton à tenaille, elles ne diffèrent point d'aspect de leur tuile losangée à emboîtement de fabrication courante, mais leurs systèmes d'attache sont autres.

La tuile à tenon est ainsi nommée parce qu'elle porte à sa partie inférieure, à droite, un tenon, à gauche une mortaise; mises en place, le tenon d'une brique s'emboîte dans la mortaise de la suivante, et ainsi de suite, de sorte que toutes les tuiles sont reliées entre elles et par suite tout à fait solidaires.

La tuile à panneton comprend un panneton à tenaille ajouté à la partie inférieure du recouvrement et au revers, dans lequel s'emboîte exactement l'extrémité de la rainure recevant le recouvrement de la tuile voisine.

Ce système offre les mêmes avantages

de solidité et d'économie de pose que le précédent, mais il est préférable en ce sens que la partie qui rend les tuiles solidaires se trouve en dessous et par conséquent ne nuit pas à l'aspect général de la toiture.

Les tuiles de montagne, les plus modernes, comme nous l'avons dit déjà, sont ainsi nommées parce que, par leur croisement transversal sur des surfaces plates s'emboîtant hermétiquement, elles présentent les mêmes qualités étanches que l'ardoise, c'est-à-dire qu'elles ne laissent pas passer la neige sur les toits.

Elles ont cette supériorité sur les autres tuiles plates, que faites sans moulage ni compression, mais simplement à la filière, elles n'ont aucun des inconvénients inhérents à l'emploi des moules, car il est incontestable que le déplacement du trop plein entre les alvéoles d'un moule à moules variées, produit une sortie d'ébarbures irrégulières à droite, à gauche, au haut ou au bas de ce moule, et qu'en même temps que le déplacement par glissement augmente l'état feuilleté ou lamellaire, il donne aussi un arrangement moléculaire irrégulier et cause des gauchissements et des fendillements inévitables.

La tuile de montagne, ne conserve que l'arrangement moléculaire du passage à la filière, sans autre cause de déformation, et la suppression de l'ébarbage laisse aux lignes de rives une netteté sans déchirures qu'il est impossible d'obtenir avec le fil ébarbeur.

Sa fabrication a cela de pratique qu'elle peut être adoptée, presque sans frais, dans toutes les usines où l'on fabrique déjà de la brique creuse ou des tuyaux de drainage, puisqu'il suffit d'ajuster à la machine une filière spéciale, et le tablier coupeur, que représente notre gravure de la page 869.

Ce tablier est muni de plusieurs fils en acier, dont deux transversaux coupent la tuile à la longueur voulue; un troisième, fixé en dessous, détache le demi-jonc pour

former les crochets, et un quatrième, en dessus, coupe la partie haute de la nervure pour faire le recouvrement.

Pendant que les deux premiers fils courent la longueur de la tuile, un levier, fonctionnant en même temps, fait sortir en dessous le fil coupeur des crochets et fait entrer le fil de dessus dans l'extrémité de la côte pour former l'amincie du recouvrement.

L'extrémité de ce tablier, bon à toutes les machines, est muni d'une partie basculante pour recevoir la tuile sur une planchette.

Outre toutes ces tuiles, il y a encore, pour couronner les combles des bâtiments, ce qu'on appelle les tuiles faitières, dont les plus anciennes sont simplement creuses, mais dont les modernes affectent des découpures supérieures, à modèles très variés, pour satisfaire, autant que possible, à tous les genres de décoration employés dans les bâtiments.

Ces ornements se font dans des moules spéciaux, et pour la plupart appartiennent plus à la catégorie de la poterie mate, qu'à celle de la briqueterie.

Pour qu'une tuile soit bonne et reconnue pour telle, il faut qu'elle soit sonore, presque vitrifiée ou tout au moins que sa cassure présente des traces de vitrification.

Tout dépend donc de la cuisson qui, si elle n'exige pas beaucoup de soins, demande au moins de bons appareils de chauffage.

Tous les fours dont nous avons parlé peuvent être employés avec plus ou moins de succès ; il y a cependant des appareils particuliers pour la cuisson de la tuile et du carreau, car les fours Hoffmann et Hamel, excellents pour la brique, où l'on a toujours le placement des produits de seconde qualité, cuits en pieds de four et en puits de chauffage (produits qui équivalent à 30 pour cent de la fournée), feraient beaucoup trop de déchet.

Le four à feu continu rectangulaire du système Virollet évite cet inconvénient par divers perfectionnements apportés au four Hamel que nous avons déjà décrit.

Il s'en distingue par le système de cloisonnement de chaque compartiment, au moyen de diaphragmes en briques réfractaires, avec ouverture à la partie inférieure pour établir la communication des compartiments entre eux et pour permettre l'introduction d'un registre métallique sur les ouvertures de la cloison ; et par une modification dans la construction des diaphragmes percés d'un grand nombre d'ouvertures qui séparent entre elles les galeries. Ces diaphragmes, en minces parois en réfractaire, se trouvant dans un même milieu de chaleur devant et derrière, permettent de cuire par rayonnement la dernière tranche de produits, aussi bien que les précédentes ; ce qui n'arrive jamais lorsque le fond du four a toute l'épaisseur des maçonneries absorbantes.

Ce système de four, à grilles et par tranches de 60 centimètres, de centre en centre, permet, outre l'avantage de ne pas tacher les tuiles par le contact du combustible, le refroidissement selon la fragilité des produits, et de limiter par conséquent le nombre des compartiments du four, tout en laissant la même longueur de galerie et le même nombre de portes, ce qui est absolument indispensable au bon fonctionnement, car s'il est des produits qui, ne craignant pas le refroidissement, peuvent faire supprimer une cloison sur deux, il en est d'autres qui exigent un plus grand nombre de compartiments, 8, 10, 12 et même 14.

Mais ce n'est là qu'une question de pratique sur laquelle nous n'insistons pas.

POTERIES MATES

La pâte des poteries mates ou poteries communes, se compose, soit d'argile figuline, soit de marnes argileuses, limoneuses ou calcaires, tantôt employées seules, tantôt

mélangées en proportions variables soit entre elles, soit mélangées avec du sable et toujours avec des matières dégraissantes,

ayant pour objet de déterminer la plasticité de la pâte et d'atténuer le retrait considérable qu'elle prendrait à la cuisson.



Poteries américaines.

L'argile figuline donne une pâte liante, assez tenace, renfermant jusqu'à 5 et 6 pour cent de chaux et une certaine quantité de fer, de sorte qu'elle se colore en jaune ou en rouge par la cuisson à haute température, qui la ramollit et la recouvre d'une sorte de vernis.

D'après M. Salvettat, le savant chimiste de la manufacture de Sèvres, l'oxyde de fer

n'est cependant pas la seule cause de la coloration des terres cuites.

« Cette coloration, liée tout d'abord à la nature comme à la quantité des matières introduites dans la pâte, telles que le charbon dans les poteries à pâtes noires, dépend considérablement et de l'état d'oxydation et de l'état de combinaison de l'oxyde de fer; elle tient, en général, moins de la composi-



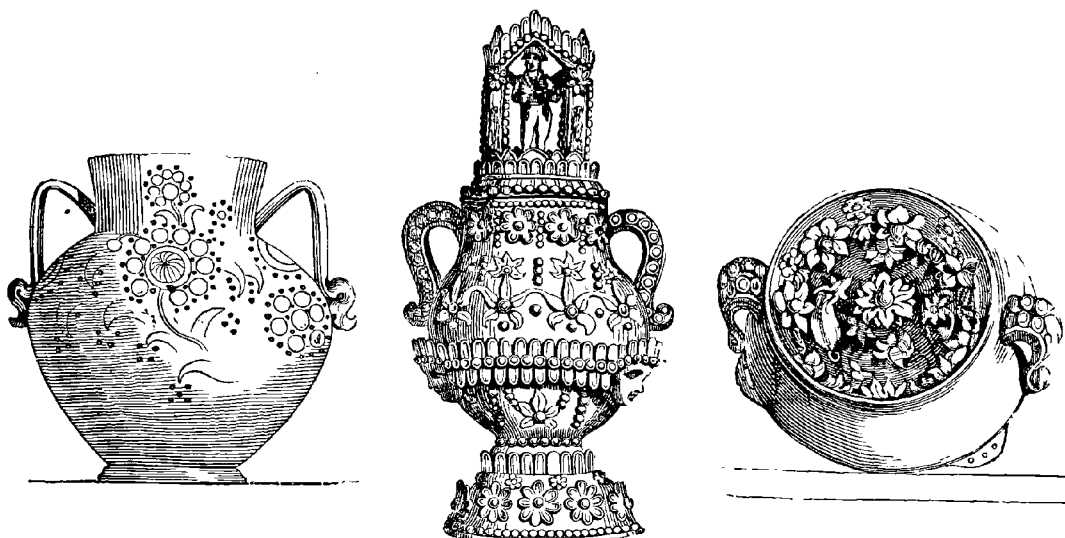
Poteries péruviennes.

tion centésimale du composé que de l'atmosphère dans laquelle la pièce a cuit et s'est refroidie.

« Des expériences précises ont fait voir que plusieurs briques faites avec une même

terre, renfermant par conséquent la même quantité d'oxyde de fer, suivant la place qu'elles occupent dans le four, sont tantôt incolores, tantôt roses ou rouges, tantôt enfin complètement brunes. »

Les marnes argileuses et limoneuses, qu'on rencontre partout en si grande abondance, sont les plus employées pour la fabrication de la poterie commune ; elles



Alcarazas de Valence.

présentent du reste les avantages de faire facilement, avec l'eau, une pâte aisée à façonner, et d'acquérir une grande dureté par une cuisson modérée.

Les marnes calcaires ne s'emploient qu'en petites quantités pour mélanges, car elles sont antiplastiques. Tout le monde sait que la chaux introduite dans les pâtes en



Le tour à potier.

proportions convenables, ajoute à leur fusibilité ; mais s'il y en avait trop, elle faciliterait leur déformation par affaissement ou par ramollissement, d'autant plus vite que

la température du four de cuisson serait plus élevée.

Les matériaux choisis et extraits de carrières, qui s'exploitent quelquefois par galeries, comme de véritables mines, subissent une préparation plus minutieuse que pour la fabrication des briques, car il faut que la pâte ait une grande homogénéité pour que le retrait que causera la cuisson soit bien égal et n'amène pas la déformation des pièces.

A cet effet, ils subissent deux séries d'opérations :

1° Un broyage, soit manuel, au moyen de cylindres de bois cerclés d'une lame de fer qui ressemblent aux *demoiselles* dont se servent les paveurs, soit mécanique à l'aide de meules, cylindres et de machines très nombreuses inventées pour cela.

Et 2° un lavage par décantation, qui se fait à l'eau chaude, plus facilement qu'à l'eau froide et plus communément, surtout dans les usines où l'on utilise, à cet effet, l'eau de condensation de la machine à vapeur,

Cette décantation est suivie, naturellement, d'un délayage dans un malaxeur quelconque.

Pour ne pas faire de double emploi, nous ne décrirons point ici ces diverses opérations sur lesquelles nous reviendrons avec plus de détails lorsque nous nous occuperons de la préparation de la pâte à porcelaine, la plus minutieuse de toutes et qui, par cela même, comprend toutes les phases du travail et tous les procédés que l'on y peut employer.

La pâte obtenue, on ne s'en sert point tout de suite; on la laisse, généralement, pourrir dans des fosses pendant une année, quelquefois plus, en ayant soin d'en accélérer la fermentation, en l'humectant de temps en temps avec du jus de fumier ou des eaux marécageuses.

C'est du moins ce que l'on fait de nos jours, car, si les Chinois qui, du reste, fai-

saient de la porcelaine, ont inventé ce système, qu'ils poussent si loin qu'ils laissent, dit-on, pourrir leur pâte pendant plus de cent ans avant de s'en servir, il est peu probable que nos anciens se donnassent tant de peine pour préparer la fabrication de leurs ustensiles culinaires, dont les musées et collections sont peu fournis, non qu'ils soient rares, mais c'est, qu'en général, ils présentent peu d'intérêt; car, en dehors du genre alcarazas qui doit rester mat pour que la terre conserve toute sa porosité, toutes les poteries anciennes de quelque valeur étaient recouvertes d'un lustre ou d'une glaçure quelconque.

Nous donnerons pourtant quelques spécimens, mais nous ne les prendrons ni chez les Égyptiens, ni en Grèce, ni à Rome où les poteries, en quelque sorte, primitives, étaient déjà lustrées et presque toujours peintes.

Voici (page 873) des poteries gauloises dont les originaux ont été recueillis un peu partout, mais plus particulièrement dans les anciens cimetières de Normandie.

La forme en est simple et, jusqu'à un certain point, grossière; on voit que ces essais de nos pères dans l'art de la céramique, alors à son apogée dans la Grèce, n'ont pas été modelés au tour.

Les matières premières ne sont pas non plus très choisies, la pâte sableuse et souvent micacée est généralement brune, noirâtre (les poteries rouges sont rares), la surface est raboteuse, d'une texture lâche, facile à entamer avec le couteau, ce qui s'explique en ce sens que ces poteries sont à peine cuites et que la plupart ont dû simplement être séchées au soleil.

L'art du potier ne fit des progrès dans la Gaule qu'avec l'occupation romaine qui apporta des modèles que les ouvriers gaulois cherchèrent à imiter; on peut s'en convaincre par les vases gallo-romains trouvés à Langres, au nombre de cent vingt, en creusant un puits.

Non seulement, la pâte n'a plus ces tons charbonneux qui prouvaient le mauvais choix de la terre, puisque les plus foncés de ces vases sont d'un rouge brique, tandis que les plus clairs sont d'un blanc sale; mais encore la forme est régulière, ce qui prouve l'usage du tour à modeler et, progrès plus sensible encore, ces vases ont des anses, qui leur donnent une certaine grâce et permettent de les transporter commodément, ce qui n'avait pas lieu primitivement où l'on se contentait de pratiquer dans les parois intérieures des vases, des cavités où l'on plaçait ses doigts pour les maintenir avec plus de facilité, quand on les portait sur la tête.

Une chose assez remarquable c'est que nos poteries usuelles ont conservé les formes gallo-romaines: nos cruches, nos pots, n'ont pas changé d'aspect et le vase à deux anses que l'on voit sur notre gravure est encore très commun dans la Vendée et dans la Bretagne où, sous le nom de bue, il sert à transporter l'eau et même à la puiser dans les puits.

L'époque Américaine nous fournit des spécimens plus intéressants au point de vue de l'art. Il est vrai qu'ils appartiennent au genre alcarazas. Car, au Mexique et surtout au Pérou, on a su de bonne heure l'art de décorer et de lustrer les poteries.

Tous les vases d'usage domestique et qui font partie de la magnifique collection du Louvre, ont une physionomie spéciale, imposée aux ouvriers par le besoin que l'on a toujours de boire frais dans un pays très chaud, et la nécessité de mettre le liquide à l'abri du contact des insectes ou animaux nuisibles, qui auraient pu y entrer par un large orifice.

Aussi, la plupart ont des goulots de bouteille, contournés en syphons, à ramifications de conduits, pour que l'eau ait à parcourir plusieurs cavités avant d'arriver à la bouche du buveur.

Le n° 1, en terre noire, reproduit, ou à

peu près, la forme d'un canard, et sur le goulot en syphon on remarque un petit singe en relief.

Le n° 2, l'un des plus beaux de la collection, est décoré de deux oiseaux, qui sont vraisemblablement des colombes, placés au point de départ d'une anse tubulaire aplatie, dont chaque face porte en relief une série de dessins représentant très sommairement des oiseaux,

Ce vase, en terre noire, obtenu, vraisemblablement, par un mélange de charbon dans la pâte, ressemble à celui du musée céramique de Sèvres, qui est de même provenance, du reste, puisqu'il a été trouvé à Lima.

Le n° 3, tout aussi curieux, a été trouvé à Borja; son anse qui se relie par un syphon au goulot, est formée par une figure d'homme assis, qui porte un vase de la main droite.

Le n° 4 est un poisson, qui fait le pendant du canard, puisque son anse est aussi surmontée d'un petit singe en relief. Il provient des ruines du grand Tchimu, aux environs de Truxillo.

Dans la seconde gravure, nous trouvons encore deux alcarazas ou, pour mieux dire, deux gargoulettes en terre rouge, trouvées toutes les deux aux environs de Truxillo.

Le n° 1 est un cône tronqué dont le goulot, divisé en deux parties, forme l'anse, portant d'un côté une figurine humaine d'une grossière exécution.

Le n° 5 est un échantillon des vases jumeaux, qu'on rencontre fréquemment dans la céramique américaine où il n'est pas rare d'en voir jusqu'à trois, quatre ou cinq, réunis par un tuyau en arc de cercle avec goulot supérieur.

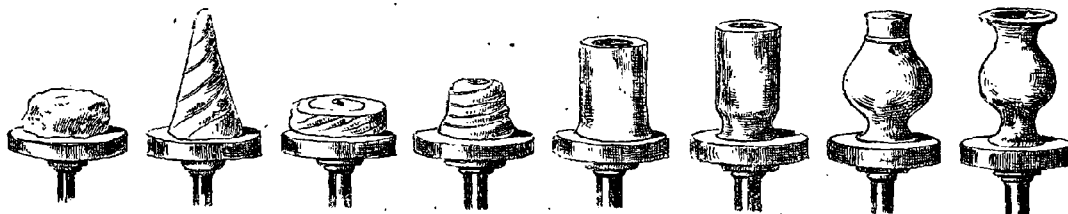
Le n° 2 est un vase proprement dit (en terre rouge), qui se recommande surtout par l'élégance de sa forme.

Je n'en dirai pas autant du n° 4, mais il a des prétentions décoratives justifiées, bien plus par la tête humaine qui surmonte

sa panse quasi sphérique et qui représente assez exactement un tonneau debout, que par les deux bras qui ne s'y rattachent point du tout.

Ce vase, en terre noire, a été trouvé à Quilca.

Enfin le n° 3 est une fantaisie d'artiste il représente, et assez exactement, un sing



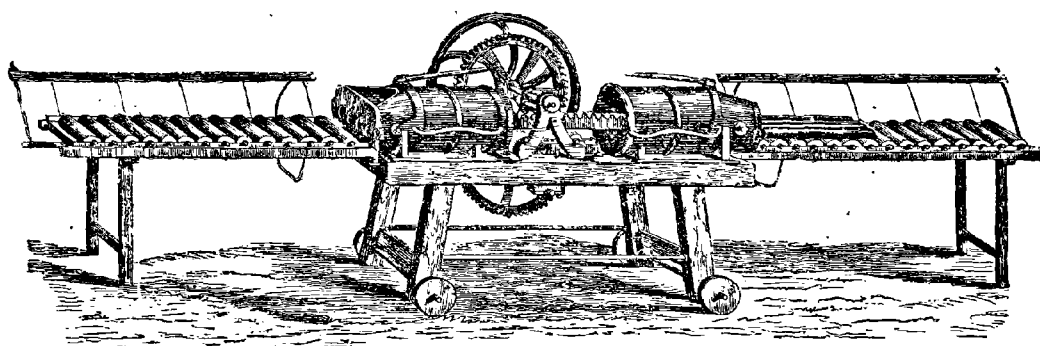
Série d'opérations que doit subir la terre au tournage.

assis, dont la queue recourbée forme l'anse du vase.

Comme spécimens d'une fabrication plus moderne du même genre, nous mettons sous les yeux de nos lecteurs (page 877) quelques-uns des alcarazas de Valence, que possède le musée de Sèvres.

L'un, assez simple, avec des décors gravés à la pointe dans la pâte; l'autre muni d'un couvercle formant niche pour une statuette et tellement chargé d'ornements en relief que l'intérieur, lui-même, est couvert de fleurs.

Nous bornerons là la reproduction des curiosités de cette catégorie qui comprend outre la poterie primitive de tous les peuples, les vases pour l'horticulture, pots à fleurs, corbeilles de suspension et autres, les formes à sucre, les fourneaux, réchauds, terrines, les hydrocérames ou alcarazas et la grande poterie très usitée encore dans certaines de nos campagnes, comme cuiviers pour couler la lessive, et surtout en Italie et en Espagne où l'on fabrique des jarres de deux et trois mètres de hauteur pour conserver le vin ou l'huile.



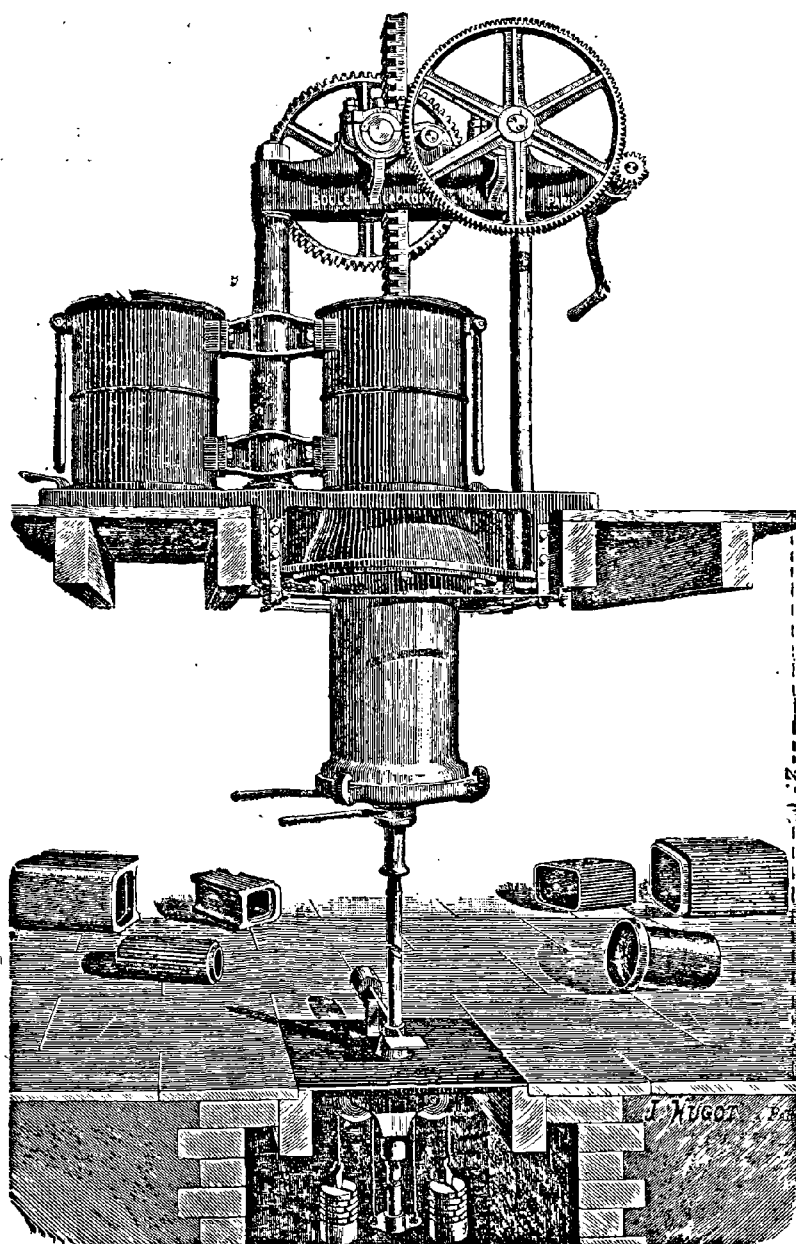
Machine à fabriquer les tuyaux de drainage (système Schlosser).

En Toscane, où elles sont très communes elles ont des noms divers : *cziro* aux environs de Sienne et *orcio* autour de Florence.

Mais c'est surtout l'Espagne qui se dis-

tingue dans ce genre de fabrication; au musée de Sèvres, il y a une *tinajas* de cette provenance qui a plus de trois mètres de hauteur sur un mètre de diamètre,

et dont la contenance est de 4,197 litres. | l'on allait à Grenade on en verrait de
C'est évidemment une curiosité, mais si | deux fois plus grandes, qui servent de ci-



Machine (dite Revolver) pour fabriquer la poterie de bâtiment.

ternes pour recueillir les eaux pluviales. | vrai, ne sont du reste pas si rares parmi
Les jarres, de dimensions moindres, il est | nous qu'on n'en voie journellement à la
Liv. 111.

porte de nos épiciers qui exposent dedans de l'huile, des olives et autres denrées plus ou moins coloniales.

Elles ont, d'ailleurs, été employées de tous temps et par tous pays : les Grecs, les Romains s'en servaient journellement pour recueillir leurs céréales et leurs boissons ; le fameux tonneau de Diogène était une jarre.

On en a trouvé partout, sinon d'entières, car de pareils morceaux sont trop fragiles pour braver les siècles.

On en fait aujourd'hui jusque chez les Hottentots, qui ne sont pas si sauvages qu'ils n'éprouvent le besoin de conserver leurs grains.

Le voyageur Daniell nous en a raconté la fabrication, qui repose sur les mêmes procédés qu'employaient les peuples de la plus haute antiquité, et qu'on emploie encore aujourd'hui peut-être avec plus de vitesse, mais sans plus d'habileté ; c'est ce qu'on appelle le façonnage par colombins.

Les colombins sont des espèces de boudins de pâte, dont la longueur est proportionnée à la circonférence de la pièce à ébaucher, de façon que chaque boudin, dont la grosseur est également proportionnée, ne fasse qu'un tour, qui devient une des zones de la poterie.

La base du vase posée, on établit par-dessus un premier colombin et l'on juxtapose successivement tous les autres, en les pressant avec la main, par les deux faces, pour les faire adhérer entre eux et les réunir plus intimement avec les zones déjà posées.

Rien n'empêche, pour la régularité de l'opération et surtout pour que les contours du vase soient bien circulaires, de placer à l'intérieur une série de guides de diamètres variables, mais l'habileté des potiers rend cette précaution presque inutile.

Les poteries de moindre dimension : notamment les pots à fleurs, les terrines, les cruches et ces espèces d'urnes en usage en Bretagne sous le nom de bues ou de buics (diminutif de buire) se font sur le tour,

toujours comme dans l'antiquité, avec cette différence que le tour a été perfectionné.

Cet instrument se compose aujourd'hui d'un grand disque de bois placé horizontalement et auquel le pied de l'ouvrier communique un mouvement de rotation, transmis à un disque plus petit qui porte la pâte à travailler, par un axe vertical.

Cependant il n'est pas rare, surtout dans l'ouest de la France, de voir encore des tours composés simplement d'une roue de charrette dont le moyeu sert de table de travail, et auquel l'ouvrier assis au-dessus, les jambes écartées, imprime, avec un bâton passé dans les jantes de la roue, un mouvement qui se prolongera suffisamment pour l'achèvement d'une pièce, d'autant qu'on ne fabrique ainsi que la poterie grossière.

Le modelage au tour se fait ainsi :

Le potier, assis en face de son tour de façon à avoir les pieds sur le disque inférieur et les mains à la hauteur du disque supérieur, a, au devant de lui, une tablette sur laquelle un aide a posé, du côté de sa main droite, une certaine quantité de pâte à travailler, divisée en boules ou pains d'une quantité suffisante aux pièces qu'il s'agit de faire ; à gauche sont ses outils, peu nombreux du reste, savoir : une terrine pleine d'eau dans laquelle il trempe ses doigts, de temps en temps, pour qu'ils n'adhèrent pas à la pâte, une petite palette de bois ou de corne, en forme de demi-lune, qu'on appelle *estèle* et qui sert à lisser la surface du vase façonné, et un *tournassin*, espèce de couteau à lame recourbée, pour en raboter le trop plein.

Il prend alors un des pains de pâte, le pose sur le disque supérieur et, mettant son tour en mouvement, il façonne la terre avec ses deux mains humides, de manière à lui donner la forme voulue, modelant de la main droite, tandis que de la gauche il régularise et donne un premier poli.

Cette opération est extrêmement curieuse pour le spectateur, qui s'émerveille de voir

naître sous ses yeux les formes les plus variées; cependant quoique très prompte elle demande beaucoup de soins, car il ne suffit pas seulement de faire un vase régulier aux lignes plus ou moins gracieuses, il faut encore qu'il présente les conditions de solidité et surtout d'homogénéité nécessaires à la bonne cuisson.

Pour obtenir ce résultat, qui est surtout une question de pratique, il y a cependant une théorie que résume ainsi M. Salvétat :

« Nous avons dit que toute pâte céramique doit, pour pouvoir entrer dans une fabrication régulière, présenter une homogénéité des parties et des masses. C'est en raison de cette circonstance que les tourneurs élèvent, puis abaissent, relèvent, pour abaisser encore la masse informe qui doit devenir une tasse, une coupe, un vase.

« Je pense que pour conduire à des produits fabriqués dans des conditions normales, chaque ballon de pâte doit joindre aux sortes d'homogénéités que nous avons rappelées, l'homogénéité de tendance.

« Il est évident que la pièce ébauchée peut être considérée comme formée par une lame de pâte hélicoïdale qui s'appliquerait sur une surface de révolution occupant le milieu de l'épaisseur de la pièce. C'est en sens inverse du mouvement qui a développé cette bande de pâte, c'est-à-dire en sens inverse du mouvement rotatoire du tour, que la retraite a lieu pendant la cuisson.

« Or, il faut pour qu'il n'y ait ni déchirures, ni fentes, que toutes les particules qui composent la pièce, celles du haut, celles du bas, celles de l'intérieur de la pâte, aient, lors de la retraite, la même direction avec la même vitesse. Elles ne suivront cette direction que lorsqu'elles auront toutes, et tour à tour, reçu l'impression de la main du tourneur, élevant et aplatissant la masse lenticulaire sous laquelle se présente tout d'abord le ballon que doit fournir l'ébauche. Cet usage, qui ne souffre pas d'exception,

n'aurait d'autre but que d'entraîner toutes les molécules d'une pièce dans une direction unique. »

Il est donc acquis qu'une pièce ne peut être parfaitement homogène que si elle a subi au tournage les huit phases que représentent notre gravure, page 880, et que nous ne décrivons point parce qu'elles s'expliquent d'elles-mêmes.

Mais ce n'est encore là qu'un ébauchage, et bien que la poterie qui nous occupe ne soit pas très fine, il faut encore qu'elle soit polie. Ce qui se fait au moyen de l'*estèle* que l'ouvrier passe en dernier lieu sur les contours de la pièce, et qui non seulement en abat toutes les aspérités, mais comprime mieux la pâte que les doigts et lui donne un grain plus serré.

L'intérieur s'achève soit de la même façon, soit au tournassin.

La pièce finie, l'ouvrier la détache de son tour avec un fil de laiton semblable à celui dont les épiciers se servent pour couper le savon et nos fruitières pour couper le beurre, et la dépose à côté de lui, sur une planche qu'un aide emporte au séchage, quand elle est remplie.

Mais si la pièce doit avoir des anses ou une queue, elle les reçoit d'abord, ce qui est très facile puisqu'il ne s'agit que de coller en place, d'un simple coup de pince, des languettes de pâte fraîche, façonnées à cet effet.

Le séchage a pour but de faire subir à la pâte un premier retrait et de la préparer progressivement à supporter la chaleur du four, qui la ferait éclater si on l'y déposait toute fraîche.

Les fours dont on se sert pour la cuisson des poteries communes sont les mêmes que ceux que nous avons déjà décrits pour les briques et particulièrement pour les tuiles; l'enfournement s'y fait également en charge (le plus souvent du moins) mais avec un peu plus de soin, selon la fragilité des objets.

On comprend très bien que les grosses

pièces de poterie puissent se cuire, pêle-mêle dans les fours, en se supportant mutuellement, c'est-à-dire en plaçant sur la sole les pièces les plus épaisses et non susceptibles



Égyptienne.

Chinoise.

Terres cuites antiques.

Grèce primitive

de se déformer par le poids des autres, d'autant qu'avec les fours à compartiments l'échafaudage n'est pas difficile à faire.

Ce système rend d'ailleurs à peu près inutile ce qu'on appelait l'encastage en

échappage ou en *chapelle*, destiné à donner des supports aux pièces fragiles ou de formes irrégulières, puisque cet encastage consiste précisément à diviser la hauteur du four par plusieurs planchers mobiles, for-

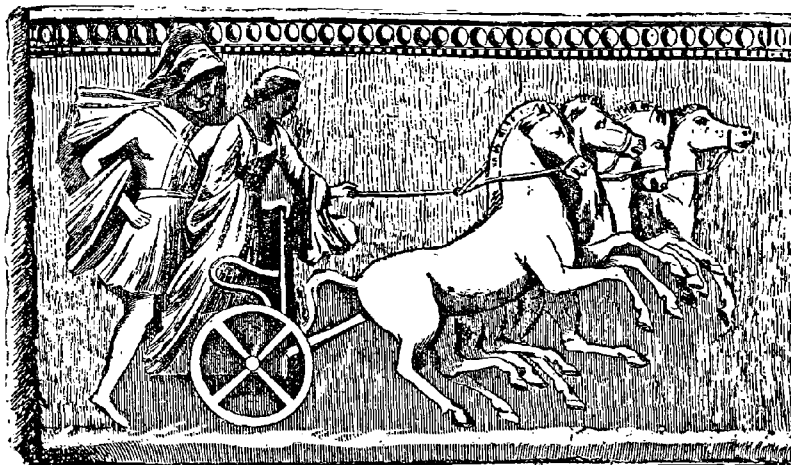


Statuettes grecques.

més de plaques de terre cuite, supportés par des piliers de même nature, ce qui

est exactement le four à compartiments. Quel que soit du reste le procédé employé

pour enfourner et faire cuire les poteries, il faut toujours qu'elles soient disposées de façon à ce que la flamme puisse circuler librement autour d'elles, et comme



Bas-relief grec. (Hélène et Ménélas.)

malgré les perfectionnements des nouveaux fours, il y a toujours certaines parties qui chauffent plus que les autres, on y place les poteries plates qui exigent plus de feu que les creuses et les objets de grande dimension.

Ce que nous venons de dire concerne

toute la poterie commune d'usage domestique : réchauds, fourneaux, terrines, cruches, pots à fleurs, etc.

La fabrication des Alcarazas ne diffère point, seulement comme il faut que ces vases, très usités dans les pays chauds, aient une grande porosité pour se laisser pénétrer par



Statuettes gauloise et mexicaines.

l'eau, on en modifie la pâte en y introduisant du sable fin ou une terre argilo-sableuse, quelquefois même un peu de sel marin, et l'on fait cuire à très basse température.

Les formes à sucre ne se font pas tout à fait de la même façon ; on les ébauche sur le tour et on les termine sur un moule conique placé sur un autre tour ; leur cuisson doit être plus complète, car il faut qu'elles acquièrent une dureté assez grande pour résister aux chocs nombreux qui les attendent dans les usines.

Les tuyaux de drainage, tuyaux de conduite, tuyaux de cheminée, qui se faisaient autrefois sur le tour par sections assez courtes se font aujourd'hui mécaniquement par morceaux plus considérables.

Ces machines sont aujourd'hui assez répandues. En Angleterre on se sert généralement, du moins l'on se servait en principe, d'une presse verticale, consistant en une boîte cylindrique dans laquelle on met la pâte ; la partie inférieure de cette boîte se raccorde avec un cylindre qui doit former l'intérieur du tuyau, par une partie conique à laquelle se trouve fixé un couteau transversal à lames dentées, qui supporte le noyau.

Un piston plein, mu par une vis, sert à refouler l'argile, qui est d'abord coupée en deux par le couteau, mais ces deux parties se réunissent presque aussitôt et, en passant entre le noyau et le cylindre qui l'enveloppe, forment un tuyau cylindrique dont la longueur est absolument facultative.

La machine horizontale de M. Schlosser, que représente notre gravure page 880, nous paraît bien préférable en ce qu'elle est à double effet, puisqu'elle crible la terre argileuse en même temps que se font les tuyaux, au moyen de grille formant tamis placée en avant des filières.

Elle comprend trois cylindres mobiles, dont deux fixés sur la machine et le troisième entre les mains de l'ouvrier qui le remplit.

Si l'on met la manivelle en mouvement à droite ou à gauche, le pignon fait mouvoir la crémaillère horizontale aux deux extrémités de laquelle sont placés les pistons.

Pendant qu'un piston presse l'argile et la fait sortir du cylindre sous forme de tuyaux,

l'autre quitte son cylindre, vide. Ce qui permet de l'enlever pour le remplacer par le troisième, rempli de pâte.

En renversant le mouvement l'opération se répète de l'autre côté et l'on remplace le cylindre vide par un plein, de façon à ce que le travail soit continu.

Des ficelles, placées sur un cadre de bois à distances égales, coupent aux longueurs voulues, en se rabattant sur la machine, les tuyaux qui s'avancent au fur et à mesure de leur fabrication sur une série de rouleaux qui facilitent leur mouvement.

Comme on le voit, c'est très simple et surtout très ingénieux ; ce n'est, du reste, pas autre chose, au double effet près, que la machine mixte dont nous avons déjà parlé, et qui est aujourd'hui la plus répandue parce qu'en changeant seulement les filières, on peut faire avec de la brique creuse, aussi bien que des tuyaux de drainage.

Pour les conduits de plus grande dimension, tuyaux de cheminées et autres qui forment ce qu'on appelle la poterie de bâtiment, on se sert maintenant de la machine dite *Revolver*, parce qu'elle est en effet à plusieurs canons, puisqu'on peut faire avec des tuyaux carrés ou ronds, lisses ou cannelés, avec ou sans rebords ou emboîtement.

C'est un perfectionnement de la machine anglaise que nous avons décrite ; elle s'en distingue surtout par l'addition d'un second cylindre récepteur, placé en face de l'autre et mobile comme lui autour d'un axe vertical, ce qui permet de rendre le travail continu, puisqu'on remplit un cylindre pendant que l'autre se vide, et qu'il n'y a qu'à faire tourner le chariot qui les porte tous deux pour qu'ils changent de place.

Cette machine, bien servie, peut donner 800 pièces par jour, aussi bien en grès qu'en terre cuite.

Ce n'est en somme qu'une question de matière première.

PLASTIQUE.

La plastique, qui forme chronologiquement la troisième catégorie des terres cuites, en est intrinsèquement la première, car c'est de l'art tout pur : celui qui précéda et inspira la statuaire.

A ce titre elle ne devrait peut-être pas figurer dans cette étude, mais nous ne nous en occuperons qu'au point de vue céramique.

Du reste, bien qu'elle ait un côté industriel, la céramique est de l'art, puisqu'elle n'existerait pas sans le secours de la peinture et de la sculpture.

Il ne sera point ici question de procédés de fabrication, car bien que les terres cuites dont nous parlerons soient toutes moulées, elles proviennent toujours d'un modèle, et les modèles sont des œuvres d'art plus ou moins grossières, plus ou moins élevées, selon les temps et les peuples qui les ont produites.

Nous passerons seulement une revue succincte des terres cuites anciennes, en reproduisant surtout celles qui sont le plus susceptibles de donner une idée générale de la situation de l'art, à diverses époques, et de faire comprendre le plus ou moins de délicatesse des produits céramiques qui en sont la conséquence.

Les plus anciennes terres cuites connues sont égyptiennes ; le musée du Louvre en possède une collection remarquable dans les vitrines des produits de la céramique des Pharaons.

Parmi ces statuettes, modelées avec beaucoup de finesse, les unes représentent le dieu soleil, Ka, avec une tête d'épervier ; la déesse Pacht à la tête de lionne ; la Vénus égyptienne avec des oreilles de vache ; celle que nous avons fait graver est l'image du dieu Anubis, toujours représenté avec une tête de chacal.

L'époque chinoise qui vient ensuite chronologiquement, nous offre des produits plus fins. La statuette que nous donnons comme

spécimen est celle de Kouan-in, divinité bouddhique, dont le symbolisme est très étendu et pêche même par la fixation du sexe, car on l'identifie tantôt avec le dieu suprême et créateur, tantôt avec le soleil, et pourtant c'est une femme, si l'on en juge par son costume et surtout par sa physionomie.

L'époque grecque primitive était assez barbare, à en juger par les six terres cuites trouvées dans l'île de Chypre par le général Palma de Cesnola, consul des États-Unis.

Il est vrai que ces figurines, à peine ébauchées, étaient des jouets d'enfant.

Des deux que nous donnons, l'une représente un serviteur monté sur un âne et tenant dans ses bras deux grands vases qu'il porte avec précaution comme si ils étaient remplis de liquide ; l'autre est une femme, ou du moins le buste d'une femme couchée nonchalamment sur un char auquel il ne manque que l'attelage.

Malgré leur grossièreté, ces figurines ne sont point sans valeur même artistique, car les attitudes sont pleines de naturel et les figures, si petites qu'elles soient, ne manquaient point d'expression.

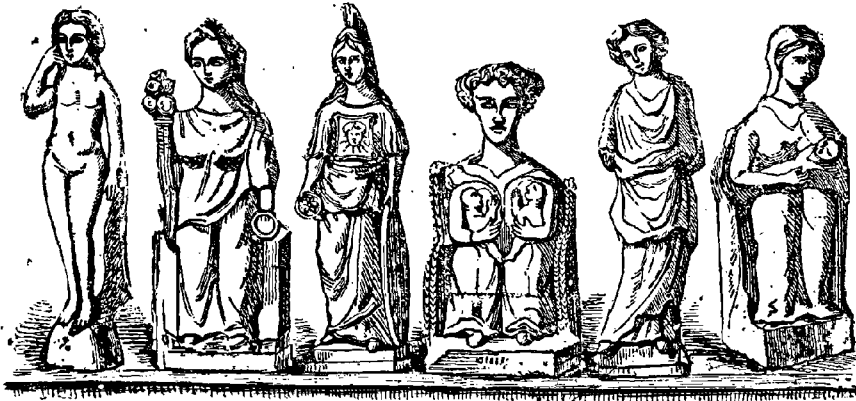
Il ne faut, d'ailleurs, voir en elles que le travail d'un ouvrier pétrissant des jouets d'enfants pour gagner sa vie, car le temps n'était pas loin où la Grèce allait produire des merveilles.

De la belle époque de cette terre classique du grand art, nous montrerons quelques statuettes empruntées à la collection du musée du Louvre.

Ces figurines, admirablement drapées, sont, pour la plupart, des figures symboliques ou religieuses qui servaient pour l'ornement des sanctuaires et surtout des tombeaux.

Les archéologues ne sont pas absolument d'accord là-dessus : les uns ne veulent y voir que des divinités mythologiques ; les autres, au contraire, rangent toutes les statuettes en terre cuite parmi ce qu'ils appellent « les sujets de genre. »

Il nous semble qu'il y a un milieu à prendre ; mais la question n'est pas là, pour nous | il suffit que ces statues existent et qu'elles soient admirables.



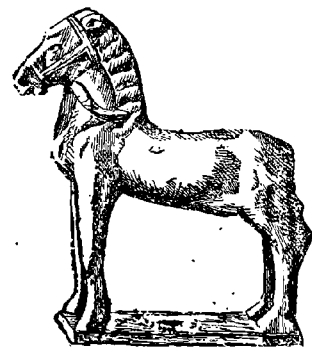
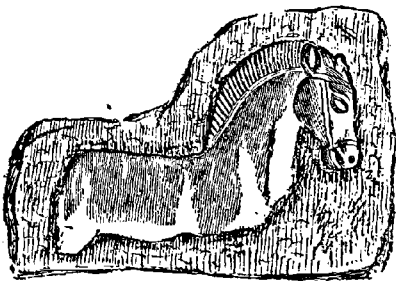
Statuettes gallo-romaines.

L'époque gréco-romaine renchérit encore sur la précédente ; mais sans abandonner absolument les statuettes, elle s'adonna surtout aux bas-reliefs, soit pour masquer les quatre faces en brique des autels, soit pour l'ornement intérieur des palais, soit même pour la décoration extérieure des maisons.

Les spécimens abondent dans la collection Campana, du musée du Louvre, et tous plus beaux, plus intéressants les uns que

les autres, de sorte qu'il est bien difficile de choisir.

Presque tous ces bas-reliefs proviennent ou de Tusculum ou de Roma-Vecchia, localité aujourd'hui disparue, mais où tous les riches citoyens de Rome avaient leurs villas, décorées avec des terres cuites grecques ; car il n'y a point de doute à émettre sur leur origine, puisque tous les sujets traités sont tirés de l'histoire ou de la mythologie de la Grèce.



Mode de fabrication gallo-romaine (cheval et son moule).

Hercule s'y voit à nombre d'exemplaires, | combattant le lion de Némée, ou écrasant tantôt domptant le taureau de la Crète, | l'hydre de Lerne.

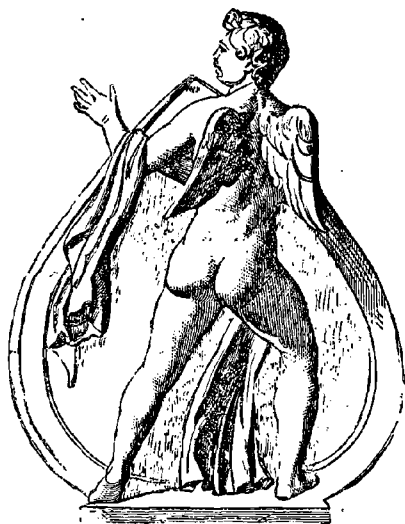
L'histoire de Thésée a fourni aussi de belles pages, et les épisodes de la guerre de Troie n'y sont point rares.

C'en est un que représente une de nos gravures. Hélène guidant le char qui la ramène à Lacédémone avec son premier



Bas-relief italo-grec. (Bacchus et les faunes.)

époux Ménélas ; on voit même que celui-ci | un pied pendant et prêt à toucher le seuil de
à hâte de retrouver le toit conjugal, car il a | sa maison, qu'il semble montrer du doigt.



Antéfixe romaine.



Antéfixe gargouille (italo-grecque).

Le pendant de ce bas-relief n'est pas moins curieux : il représente Paris enlevant sur son char la belle Hélène, dont les traits

sont cachés par de savantes draperies. Mais nous ne l'avons pas reproduit, nous avons aimé mieux donner un bas-relief d'un

autre genre, provenant d'un temple, plus vraisemblablement d'un autel, vu ses dimensions, car il représente deux faunes agenouillés, l'un jouant du tambour et l'autre des cymbales, pour réjouir Bacchus enfant.

Nous reproduisons aussi deux antéfixes, l'une toute d'ornement; l'autre non moins sculpturale, mais ayant un but utilitaire.

Il faut dire d'abord ce que les anciens appelaient antéfixe.

C'était un ornement placé le long de l'entablement d'une maison, au-dessus de la corniche, de façon à masquer l'extrémité des tuiles faitières.

Sur la façade des palais les antéfixes étaient généralement en marbre; sur celle des villas moins riches on se contentait de terres cuites.

Quelquefois ces ornements étaient creux et leur partie antérieure était percée d'une ouverture, destinée à l'écoulement des eaux pluviales; cette ouverture remplissait ainsi l'office des gargouilles en pierre de nos monuments gothiques.

Tel est le cas de la tête de femme que représente notre gravure, et qui est une image de Vénus, inspirée par la célèbre Vénus de Cnide, car comme elle, le chef-d'œuvre de Praxitèle porte des pendants d'oreille.

Nous n'avons point à expliquer notre autre antéfixe, à ses ailes on reconnaît l'Amour.

Avec l'époque celtique nous revenons à l'enfance de l'art, car la statuette gauloise qui figure parmi les curiosités céramiques de la manufacture de Sèvres, et que nous avons fait dessiner page 885, est tout à fait barbare, et donne une triste idée de l'état des beaux-arts, dans notre pays, avant que nos pères eussent reçu la civilisation romaine en échange de leur indépendance.

A la même époque, ils étaient bien plus avancés dans un pays qu'on prétendait sauvage lors de sa découverte au XVI^e siècle, témoins quelques spécimens de terres cuites

de l'époque américaine représentée assez largement à notre musée du Louvre, et qui pourrait l'être beaucoup mieux et dans toutes les collections de curiosités, si Fernand Cortez et ses Espagnols n'avaient détruit plus de vingt mille statues et statuettes, en faisant la conquête du Mexique.

Les figurines que nous avons fait dessiner sont des idoles de l'ancienne religion aztèque.

La première, dont le moule est au musée, représente Yxquina, la Latone mexicaine, tenant un enfant dans ses bras.

La suivante est une représentation fort bizarre de Quetzalcoatl, le dieu de l'air, ce dont on ne se douterait guère à première vue, car il est tellement enfermé dans son espèce de guérite, qu'il paraît redouter beaucoup l'élément auquel il commande.

La troisième est le dieu Topiltzin, le créateur des hommes, si l'on en juge par la petite figure humaine qu'il tient sur le bras.

Le quatrième n'est rien moins que Huitzilopochtli, le dieu de la guerre, plus barbare encore que son nom, puisque c'est par milliers qu'il fallait lui immoler les victimes humaines, pour qu'il daignât protéger les armes de ses adorateurs.

Quant au dernier, ce n'est vraisemblablement pas un dieu, à moins que ce ne soit celui des excès de table, mais la statuette n'en est pas moins intéressante, elle a même sur les autres une certaine supériorité d'exécution.

Terminons notre exposition rétrospective par quelques terres cuites de l'époque gallo-romaine, que nous choisirons parmi les nombreux types découverts en 1857 et 1858, à Toulon-sur-Allier, aux environs de Moulins.

Découverte d'autant plus importante, du reste, que non seulement on a trouvé des objets très curieux: statuettes, poteries rouges lustrées, terres cuites grotesques, animaux, jouets d'enfants, mais encore les

moules qui avaient servi à leur fabrication, et trois ou quatre fours à poteries ornées, ce qui indique suffisamment que cette petite localité était jadis un centre de production des plus considérables de la Gaule romaine.

Les statuettes de notre premier dessin sont, comme presque partout, des idoles, des dieux lares, ou pour mieux dire, des déesses, car il n'y a là que des femmes.

Il est facile de reconnaître dans la première une Vénus anadyomène, pressant ses cheveux pour en exprimer l'onde amère.

Dans la seconde, Pomone, la déesse des fruits.

La troisième est plus ambiguë, car il n'y a pas de raison absolue pour que ce ne soit, comme le croient quelques antiquaires, une Isis gallo-romaine.

Cependant, comme elle n'a aucun caractère égyptien, il est probable que c'est une figure symbolique de la fécondité, peut-être même une Latone, portant dans ses bras ses enfants jumeaux, Apollon et Diane.

La suivante est bien une Minerve, malgré que son casque ne soit pas surmonté du hibou traditionnel, mais la tête de Méduse qu'elle porte sur la poitrine, au lieu de l'avoir sur son bouclier, suffit pour qu'on ne la confonde pas avec Bellone.

Quant à la dernière, qu'on pourrait prendre pour la Vierge et l'enfant Jésus, si elle avait deux ou trois siècles de moins, c'est la déesse Junon, qui sous le nom de Lucine était maîtresse sage-femme de l'Olympe et présidait à ce titre aux heureux accouchements des humaines.

Notre second dessin représente seulement un cheval en terre cuite, provenant également de Toulon-sur-Allier, et à côté de lui, la moitié du moule qui a servi à le produire, car ce moule nous donnera une idée de la fabrication de ce genre de terres cuites dans la Gaule romaine.

Ce moule était composé, comme ceux dont on se sert aujourd'hui, de deux parties creuses qui, en se juxtaposant, donnaient la

forme entière, seulement rien n'indique que la forme était coulée d'un seul jet ; il est probable, au contraire, que les deux parties étaient coulées séparément, et réunies ensuite à la main.

De plus, comme on l'a certainement remarqué, ce moule ne donne pas l'animal complet, mais seulement la tête et le corps ; il fallait donc que les jambes fussent faites séparément, soit modelées à la main, soit coulées dans une autre moule, et appliquées au corps de l'animal.

Si cela n'indique pas une grande intelligence de la part du fabricant, qui n'aurait pas eu plus de difficultés à faire ses moules complets ; cela prouve surabondamment, que l'art grec, qui devait rayonner sur le monde, n'était pas encore arrivé jusqu'en Gaule.

Et cependant le temps avait marché, car ces terres cuites ne doivent pas être antérieures au VI^e siècle, puisqu'on a trouvé, avec elles, une pièce de monnaie mérovingienne de cette époque.

Nous arrêterons ici cette étude. Jusquelà, elle nous est utile pour apprécier, en connaissance de cause, les produits ornés de céramique proprement dite ; la pousser plus loin, serait entrer dans le domaine de l'art pur, et partant, sortir de notre cadre, et sans grand intérêt d'ailleurs ; car, du jour où les terres cuites ont atteint une perfection relative dans les procédés d'imitation de la nature ou des modèles antiques, il n'y a plus qu'une question de nuances.

PORCELAINE DURE

La porcelaine est une invention chinoise, qui n'a été connue en Europe que lorsque les Portugais eurent découvert les Indes, d'où ils en importèrent, sous le nom de *porcolana*, que nous avons adopté en le francisant, parce que, dans notre langue, il signifie vaisselle de terre.

Son origine se perd dans la nuit des temps, car, bien que les savants se soient

mis d'accord, pour ne la faire remonter qu'à la dynastie des Hang, qui occupa le trône depuis l'an 185 avant Jésus-Christ, jusqu'en l'an 87 après, il est probable, sinon certain, qu'on la connaissait avant, puisque l'empereur Hoanghti, qui vivait 2,600 ans avant



Extraction du kaolin.

Fabrication du petuntz.

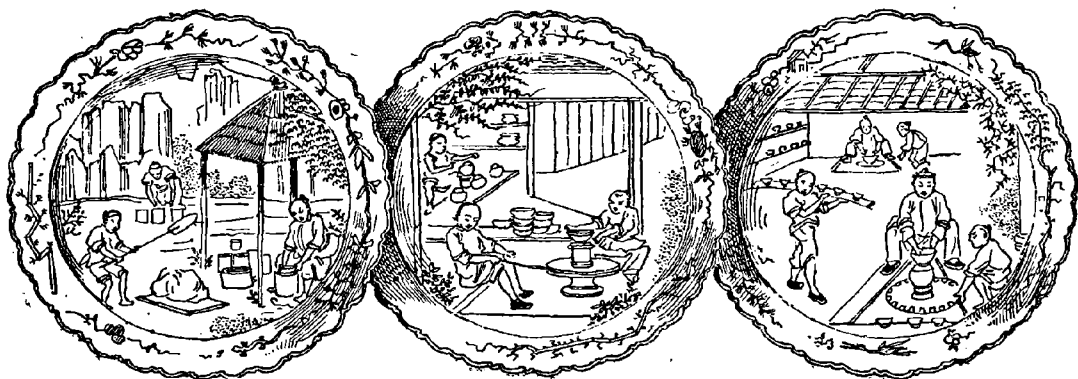
Broyage des matières.

notre ère, créa un intendant pour surveiller le développement de la céramique.

Cette céramique, dont Kouen-Ou avait trouvé les premiers secrets, était rudimentaire alors, cela ne fait pas de doute. Elle ne produisait que de la poterie commune pour les usages domestiques, c'est bien évident ; mais qui prouve qu'elle n'était pas

faite avec de la terre à porcelaine, puisque l'argile blanche, qu'on appelle kaolin, se trouve partout en Chine, aussi bien que le petuntz ?

Du reste, qu'elle soit connue depuis quatre mille ans, ou seulement depuis deux, la porcelaine n'en est pas moins belle, la porcelaine chinoise surtout, qui n'a pu être égalée



Fabrication des cassettes.

Le moulage.

Le tournage.

sinon dépassée dans les temps anciens, que par celle du Japon et de nos jours que par notre porcelaine de Sèvres.

Nous indiquerons un peu sommairement

les procédés de fabrication du Céleste-Empire, d'après l'excellent livre sur la matière que M. Stanislas Julien a traduit du chinois, nous réservant de suivre avec

plus de détails, ceux de notre manufacture nationale, applicables, d'ailleurs, sauf les compositions de pâtes, à toutes les branches de la céramique.

Dans l'*Histoire et fabrication de la Porcelaine chinoise*, M. Julien nous donne le nom du premier fabricant que les annales de Chine mentionnent : Thao-yu, qui, au



Broyage du bleu.

Décoration au pinceau.

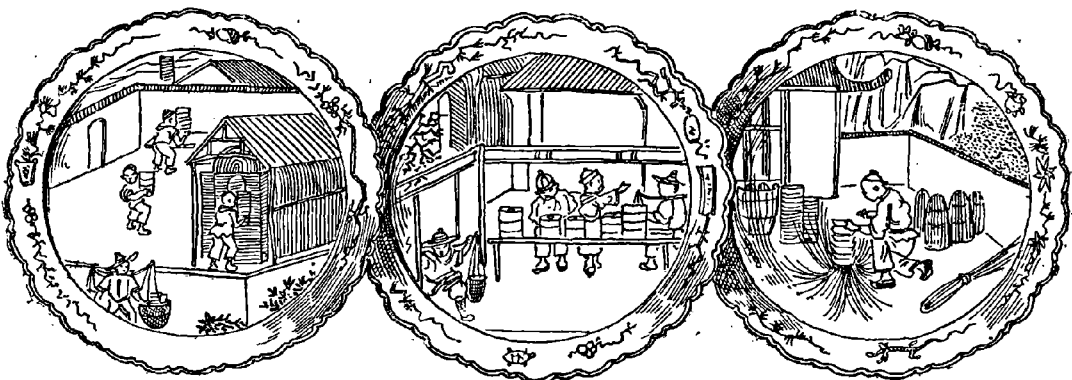
Décoration par insufflation.

vii^e siècle, façonnait des vases dits de Jade artificiel, et toute une liste de successeurs, qui se transmirent ses procédés, sans les perfectionner sensiblement.

Le dernier nommé est Yhang-nig, qui mourut en 1795, directeur de la manufacture impériale de porcelaine établie, depuis le

xi^e siècle à King-te-Chin, dans la province de Kiang-si, ville qui, saccagée par les Taïpings, n'est plus aujourd'hui qu'un amas de ruines, mais qui était un centre considérable de fabrication, le plus considérable même qui ait jamais existé.

Qu'on en juge par cette description qu'un



Enfournement des pièces.

Défournement après la cuisson.

Emballage.

missionnaire, le père d'Entrecolles, en faisait en 1717 :

« Il ne manque à King-te-tchin qu'une enceinte de murailles pour mériter le nom

de ville et pouvoir être comparée aux villes même les plus vastes et les plus peuplées de la Chine.

« Ces endroits nommés *tchin*, qui sont en

petit nombre, mais qui sont d'un grand abord et d'un grand commerce, n'ont point coutume d'avoir d'enceinte, peut-être afin qu'on puisse les agrandir et étendre autant qu'on veut, peut-être afin qu'on ait plus de facilité pour embarquer les marchandises.

« On compte à King-te-tchin dix-huit mille familles. Il y a de grands marchands dont l'habitation occupe un vaste espace et contient une multitude prodigieuse d'ouvriers; aussi l'on dit communément qu'il y a plus d'un million d'âmes.

« Au reste King-te-tchin a une grande lieue de longueur, sur le bord d'une belle rivière; ce n'est point un amas de maisons, comme on pourrait se l'imaginer; les rues sont tirées au cordeau; elles se coupent et se croisent à certaines distances, tant le terrain y est occupé et les maisons n'y sont même que trop serrées et les rues trop étroites. En les traversant, on croit être au milieu d'une foire: on entend de tous côtés les cris des portefaix qui se font faire passage.

« La dépense est bien plus considérable à King-te-tchin qu'à Joa-tcheou, parce qu'il faut faire venir d'ailleurs tout ce qui s'y consomme et même le bois pour entretenir les fourneaux. Cependant malgré la cherté des vivres, King-te-tchin est l'asile d'une multitude de pauvres familles, qui n'ont pas de quoi subsister dans les villes des environs. On trouve à y employer les jeunes gens et les personnes les moins robustes. Il n'y a pas même jusqu'aux aveugles et aux estropiés qui n'y gagnent leur vie à broyer les couleurs.

« Anciennement, dit l'histoire de Feou-liang, on ne comptait à King-te-tchin que trois cents fourneaux à porcelaine; mais présentement il y en a bien trois mille.

« King-te-tchin est placé dans une vaste plaine environnée de hautes montagnes: celle qui est à l'Orient, et contre laquelle il est adossé, forme en dehors une espèce de demi-cercle; les montagnes qui sont à côté

donnent issue à deux rivières qui se réunissent; l'une est une petite mais l'autre est fort grande et forme un beau port de près d'une lieue, dans un vaste bassin où elle perd beaucoup de sa rapidité.

« On voit quelquefois dans ce vaste espace jusqu'à deux ou trois rangs de barques à la queue les unes des autres.

« Tel est le spectacle qui se présente à la vue lorsqu'on entre par une des gorges dans le port. Des tourbillons de flamme et de fumée, qui s'élèvent en différents endroits, font d'abord remarquer l'étendue, la profondeur et les contours de King-te-tchin. A l'entrée de la nuit, on croit voir une vaste ville tout en feu ou bien une immense fournaise qui a plusieurs soupiraux. Peut-être que cette enceinte de montagnes forme une situation propre aux ouvrages de porcelaine. »

Il fallait ce témoignage pour comprendre l'importance énorme de l'industrie céramique en Chine, importance bien amoindrie d'ailleurs et qui diminue encore tous les jours depuis que l'exportation n'a presque plus de raison d'être, puisqu'on fabrique maintenant de la porcelaine à peu près partout; depuis surtout que la manufacture impériale a disparu.

Ce qui reste de plus curieux de cette manufacture de King-te-tchin: outre les produits d'ancienne fabrication, que les collectionneurs s'arrachent à prix d'or, est un atlas du directeur, Yang-nig, dont les nombreuses planches représentent toutes les phases de la fabrication dans l'usine impériale. Ces planches ont été depuis reproduites sur la vaisselle, et c'est sous cette forme que nous présenterons les plus caractéristiques à nos lecteurs, pour servir de commentaire au texte que nous empruntons à un excellent extrait du livre de M. Stanislas Julien, publié dans le *Magasin Pittoresque* de 1857.

« Pour fabriquer la porcelaine de Chine on emploie une pierre blanche ou *pe-tun*,



110.

PORCELAINE CHINOISE.

qui se tire de deux montagnes dans le district de Khi-men ; on la nettoie et l'en en forme des *pe-tun-tse* ou briques de pâte blanche.

« Les meilleures sont celles qui, fendues en deux, présentent des fleurs qui ressemblent à la plante chinoise *lon-ki'o-tsaï*.

« On pratique la même opération à l'égard d'une autre sorte de terre, le *kao-lin*, dont on trouve des dépôts au sein des montagnes couvertes d'un sable rougeâtre. La porcelaine n'est possible qu'en mélangeant les carreaux de *kao-lin* avec les briques de *pe-tun* ; seulement il est assez curieux que ce soit une terre molle qui donne de la force aux *pe-tun-tse*, lesquels se tirent des plus durs rochers.

« Aussi dit-on du *kao-lin* que c'est le nerf de la porcelaine. Le père d'Entrecolles raconte que des Hollandais ayant emporté des *pe-tun-tse* pour fabriquer de la porcelaine, omirent l'ingrédient essentiel, le *kao-lin*, sur quoi, s'étant plaints à un marchand chinois, celui-ci leur répliqua : « Comment « voulez-vous avoir un corps dont les os se « soutiennent sans ossements ? »

« Mais ce n'est pas assez des deux substances que nous avons mentionnées, pour que la porcelaine ait la blancheur et l'éclat désirable, il faut un vernis, un émail, ou *huile d'émail*, qui s'obtient du mélange d'une espèce de fougère, réduite en cendres, avec une pierre calcaire broyée et calcinée. Des barques chargées de ce produit blanchâtre et liquide stationnent continuellement sur le rivage King-te-tchin. Les fabricants chinois, qui ne sont pas trop scrupuleux, versent de l'eau dans cette huile pour en augmenter le volume et afin de dissimuler leur fraude, ajoutent du gypse fibreux (*chi-kao*) en proportion, pour donner plus d'épaisseur au mélange.

« A mesure que l'on prépare les vases de porcelaine, on façonne les enveloppes ou boîtes de terre, nommées cassettes (*hia*) destinées à les préserver de la violence du

feu. L'argile dont on fabrique ces caisses se tire du village de Lichen, au nord-est de King-te-tchin,

« Voici comment on procède pour insérer les vases crus de porcelaine dans les étuis. L'ouvrier ne les touche pas avec la main, ce qui occasionnerait plus tard des gerçures et des irrégularités dans les pièces cuites ; en outre il pourrait casser les vases ; mais à l'aide d'un petit cordon, il tire la pièce de dessus la planche ; ce cordon tient d'un côté à deux branches un peu courbées d'une fourchette en bois, que l'opérateur prend d'une main, tandis que de l'autre il tient les deux bouts du cordon, croisés et ouverts, selon la largeur de la porcelaine.

« C'est ainsi qu'il l'environne, la soulève et la dépose dans la caisse ; tout cela avec une rapidité merveilleuse. Les porcelaines, de n'importe quelle forme, se cuisent dans les cassettes, celles qui ont un couvercle et celles qui n'en ont pas. Les couvercles adhèrent faiblement au corps du vase, s'en détachent aisément par un petit coup qu'on leur donne. Les cassettes peuvent être superposées ; on en forme des piles assez élevées ; seulement, on a soin que les pièces ne se touchent pas.

« En Chine les cassettes de dernière qualité ne peuvent aller plus de trois fois au feu ; les meilleures se brisent au bout de dix. Les étuis dont on se sert à la manufacture de Sèvres sont bien supérieurs, puisqu'ils subissent, sans s'altérer, trente-six à quarante passages au grand feu des fourneaux, qui cuisent à une température beaucoup plus élevée que celle de la Chine.

« Au début de la fabrication de la porcelaine dans l'Empire Céleste, les cassettes se cuisaient à part dans un fourneau, avant qu'on ne s'en servît pour y faire cuire la porcelaine ; mais alors les commandes étaient moins nombreuses qu'aujourd'hui et l'on regardait moins à la dépense qu'à la perfection du travail.

« Avant que les pièces ne passent au feu,

les artistes les décorent de ces dessins, de ces ornements qui rehaussent le prix de la porcelaine. La peinture en bleu est surtout en vogue; il y a différentes nuances de cette couleur; la nuance *bleu du ciel après la pluie* s'y remarque surtout sur les porcelaines impériales du x^e siècle, que les amateurs payent fort cher.

« Le nom de *bleu du ciel après la pluie* a l'origine suivante : un fabricant demanda un jour un modèle à l'empereur Chi-tsong, de la dynastie des Hen-Tcheou, et ce dernier lui répondit : « Qu'à l'avenir les porcelaines pour l'usage du palais soient bleues comme le ciel qu'on aperçoit, après la pluie, dans l'intervalle des nuages. »

« Certains fonds de couleur des porcelaines chinoises causent le désespoir de nos artistes qui, malgré leur habileté, et malgré les moyens ingénieux dont la chimie européenne dispose, n'ont pu parvenir encore à les reproduire. Telle est la couleur d'un vert bleuâtre clair connue sous le nom de *Céladon*; tels sont les fonds rouges tantôt oranges, tantôt tirant sur le violet; les fonds laque de Chine nuancés, tantôt clairs tantôt bronzés, qui doivent leur origine à la proportion d'oxyde de fer entrant dans la composition, ainsi qu'à la nature du gaz développé pendant la cuisson. »

M. Stanislas Julien dit que les Chinois n'ont pas de chimistes; mais à coup sûr — et c'est l'opinion de M. Brongniart — il faut que la chimie ait été poussée à un haut degré de perfection pour qu'on obtienne de tels résultats. Sans doute, cette industrie doit beaucoup au hasard, et certaines nuances que nous admirons tous, sont peut-être le résultat de circonstances fortuites, surtout quand il s'agit de couleurs obtenues par des mélanges, en proportions variables, de terres ferrugineuses, manganésiennes et cobaltifères, avec l'émail qui recouvre la porcelaine.

Dans l'ornementation des pièces chaque ouvrier a sa spécialité. L'un peint les oiseaux,

l'autre les dragons, un troisième les fleurs, un quatrième trace les figures; celui-ci forme le premier cercle coloré qu'on voit près des bords de la porcelaine; celui-là figure les eaux et les montagnes.

Pour produire le bleu qui doit couvrir entièrement ou partiellement la porcelaine, on se sert de deux moyens : on plonge la tasse dans une composition de manganèse cobaltifère, ce qui est le procédé par immersion.

Quant au procédé par insufflation, on prend un chalumeau dont l'extrémité est couverte d'une gaze serrée; on l'applique contre la couleur dont la gaze se charge, puis l'ouvrier souffle par l'extrémité du chalumeau laissée libre, contre la porcelaine qui se trouve ainsi semée de petits points bleus.

Les vases préparés de cette façon sont beaucoup plus chers et plus estimés que les autres.

Les ouvriers ont grand soin de ne laisser échapper aucune parcelle de couleur; à cet effet le vase est posé sur un piédestal, et sous ce piédestal est étendue une feuille de papier, que l'on frotte avec une brosse délicate quand l'azur est sec.

« Il s'agit maintenant de mettre les pièces au four. Les appareils que les Chinois construisent actuellement ressemblent aux anciens fours adoptés à Vienne en Autriche, pour la cuisson de la porcelaine dure. Autrefois ils étaient plus petits, n'ayant que deux mètres de hauteur; aujourd'hui, ils ont 3^m,30. On construit par-dessus un hangar, *yas-piong* (hangar de la porcelaine), assez solide pour qu'on puisse y marcher. Le tuyau placé derrière s'élève au-dessus du toit du hangar; cinq petites ouvertures, — les yeux du fourneau, — permettent de juger du degré de la cuisson.

« Le four se trouve au fond d'un assez long vestibule, qui sert comme de soufflet, et qui en est la décharge. Les cassettes y sont empilées et rangées régulièrement de

façon que la flamme circule librement entre toutes les colonnes. Cependant les pièces sont disposées suivant la mollesse ou la dureté de leur émail. Le feu ne s'allume que quand le fourneau est totalement rempli de vases crus.



Porcelaines chinoises (fabrications particulières).

« Un traité chinois nous apprend qu'il y a plusieurs siècles on jetait dans le foyer 240 charges de bois et 20 de plus si le temps était pluvieux; aussi la porcelaine avait-elle beaucoup plus de corps que celle d'aujourd'hui. Pendant sept jours et sept nuits, on



Porcelaines chinoises (blanc de Chine et camélie bleu).

entretenait un feu modéré; le huitième, on faisait un feu ardent.

Aujourd'hui, ces précautions sont omises; le four ayant été chauffé pendant un jour et

Liv. 113.

une nuit, deux hommes ne cessent d'y enfourner du combustible. Au bout de quatre jours la porcelaine est cuite.

Le four est ouvert de grand matin; les

113

cassettes présentent une teinte rouge; les ouvriers ne peuvent s'en approcher qu'en se couvrant la tête, la figure et les mains de linges mouillés pliés en dix. On profite de la chaleur du four pour y insérer d'autres cassettes.

Outre les fourneaux clos, il y a des fourneaux ouverts où l'on ne cuit que les petites pièces. Un fait curieux, c'est qu'après la combustion du bois — même quand on en a mis dans le foyer jusqu'à cent quatre-vingts charges — il n'y reste pas de cendres; cela tient à la manière dont on dispose le bois pour la cuisson de la porcelaine.

« En effet, dit Brongniart, le combustible qui est presque toujours du bois, fendu en bûchettes très déliées, ne se jette pas dans le foyer, mais se place horizontalement sur son ouverture qui est supérieure, de manière que la flamme du bois est renversée; elle se dirige donc d'abord du haut en bas et ensuite latéralement, pour pénétrer dans le four; disposition fort remarquable, d'où résulte une perfection telle de combustion qu'il n'y a point de fumée produite et point de braise; tout ou presque tout est brûlé lorsque le feu marche bien. »

Lorsque ces opérations sont terminées on emballe les porcelaine; des actions de grâces sont rendues aux dieux, des représentations théâtrales et des réjouissances terminent cette fête de l'industrie.

Voilà pour les procédés généraux, employés aujourd'hui dans tout l'Orient, et aux perfectionnements près, dans notre manufacture nationale; mais la Chine, dont les anciennes productions sont si curieuses, a connu, de longtemps, et pratique encore, certains procédés particuliers: tels que le *craquelé*, le *truité*, le *flambé*, le *soufflé*, qui, se révélant d'abord comme des accidents de fabrication, ont été utilisés ensuite pour produire des effets originaux.

Les poteries craquelées sont vraisemblablement les premières qu'ait fabriquées la Chine, grâce à l'inexpérience des ouvriers,

qui ne savaient pas alors que toute terre cuite dont la pâte est plus sensible aux changements de la température que son enduit extérieur, se gonfle à la cuisson et fait fendiller le vernis en cassures plus ou moins multipliées, selon la résistance de celui-ci.

Mais, comme nous l'avons dit, ce défaut fut érigé en procédé, et bien que, dans la porcelaine dure, la pâte et la couverte aient une unité d'origine qui empêche précisément le craquelage, les potiers chinois arrivèrent, en modifiant leurs pâtes ou leurs enduits, à produire du craquelé à peu près comme ils voulurent, et divisé, dans leur fabrication, en grand, en moyen, et en petit.

Ce dernier, qui a pris le nom de *truité*, est très employé pour des vases de petites dimensions, des potiches élancées, dont l'émail, de couleurs vives, ne porte ni décoration ni ornements accessoires.

Non que la décoration soit impossible avec le craquelage, puisque ce n'est qu'une question de vernis, et il n'est pas rare de voir des vases craquelés, sur lesquels des réserves en vernis blanc rehaussées de traits bleus, sont restées parfaitement lisses.

Il y a, du reste, un système de décoration tout indiqué pour les pièces craquelées: c'est la variété des vernis.

En exposant au contact de l'eau une porcelaine sortant du four, on obtient des craquelures très profondes, que l'on remplit, par exemple, avec du noir (les couleurs varient selon les effets qu'on veut obtenir et selon la teinte primitive de la pièce); on remet au four et l'on calcule la chauffe de façon à produire sur la surface du vase des craquelures extrêmement fines, que l'on colore par l'infiltration d'un liquide pourpre ou café pâle; l'effet obtenu est très original, et les poteries de cette nature atteignent un haut prix.

Le *flambé* fut encore en principe un accident, — la transmutation, dont la science

moderne connaît tous les effets; — mais il est probable que les premiers potiers ne savaient pas que le cuivre oxydulé, qui donne à la peinture vitrifiable la couleur rouge haricot, peut, s'il est trop chauffé, produire un beau vert, qui se transforme en bleu céleste si l'on chauffe encore davantage.

Un coup de feu donné à une fournée, le leur apprend, non à leurs dépens, car leurs premiers vases, veinés comme des agathes, sont très estimés; depuis, ils ont tellement perfectionné le procédé, qu'ils sont à peu près sûrs de leurs effets, et que leurs paires de vases flambés sont régulièrement : l'un à fond rouge, semé de veinules de toute la gamme des couleurs entre le vert et le bleu, et l'autre à fond bleu, strié de flammes rouges et lilacées.

Il font aussi, et avec plus d'habileté encore, des figurines, dont la tête et les mains sont couleur de chair et dont les draperies sont vertes ou bleues, et il n'est pas rare de rencontrer des théières en forme de pêche dont la base est bleue, le corps violacé et le sommet rouge vif.

De là à trouver l'émaillage à grand feu, il n'y avait pas loin; mais on se contenta longtemps des couvertes à demi grand feu; il est vrai que ce sont des merveilles, surtout les violets obtenus avec l'oxyde de manganèse, et les bleus turquoises, produits par le cuivre.

Quant au *soufflé* c'est un défaut de décoration qu'on a érigé en système; il s'agissait de faire, en rouge par exemple, un réseau qui couvrit comme d'une dentelle le fond bleu d'une potiche, le décor ne se vitrifie que par endroits, et produit une multitude de fines jaspures d'un bien meilleur effet.

Du reste, à quoi bon nous appesantir là-dessus? chacun sait que les Chinois sont passés maîtres en l'art de la porcelaine, leurs produits le démontrent clairement.

Ce qui serait plus intéressant, ce serait d'en faire une classification, qui permît de

les distinguer au premier coup d'œil; mais il faudrait y consacrer un volume tant ils sont nombreux et variés de formes et de dimensions.

Je ne l'essaierai point; mais, adoptant le système de M. Jacquemart, dans ses *Merveilles de la céramique*, je les diviserai par familles, au point de vue de la couleur et de la décoration, laissant de côté les formes, car la Chine ne produit pas seulement toute espèce de vaisselle, depuis la soucoupe qui sert d'assiette, jusqu'au plat grand à tenir un mouton rôti; toute espèce de vases, depuis le bol grand comme un coquetier, qui joue là-bas le rôle de verre, jusqu'à la potiche de deux mètres de hauteur, en passant par ces merveilleuses bouteilles dont le musée de Sèvres possède de si précieux échantillons; et toute espèce de statuettes, depuis les délicieux biscuits en blanc de Chine jusqu'au colossal magot qui dodeline de la tête.

Elle fabrique aussi des tuiles à émail coloré, des briques creuses qui s'ajustent en galeries ou en balustrades et des plaques de revêtement, soit pour les monuments comme le fameux mur de porcelaine et la non moins célèbre pagode des environs de Nankin, soit pour la décoration des meubles et principalement des paravents.

Sans compter des écrans, des éventails, des manches de couteaux, des cannes, des pipes à opium, même les objets les plus bizarres et les plus inattendus.

Nous distinguerons donc seulement, outre les vases craquelés, les vases truités et les flambés dont nous avons déjà parlé et qui sont représentées dans notre première gravure de la page 897.

Les *céladons*, dont la fabrication est très ancienne puisqu'il est acquis quelle a précédé la connaissance de la porcelaine dure, translucide.

On appelle ainsi tous les produits céramiques recouverts d'un enduit semi-opaque qui varie de couleur, entre le gris roussâtre et le vert de mer; les plus anciens, d'ailleurs

très rares, sont craquelés avec ou sans réserves.

D'autres qu'on appelle céladons fleuris, sont relevés de méandres ou de fleurs en relief.

Le *blanc de Chine*, qu'on nomme ainsi assez improprement, puisqu'il ne reste jamais blanc et qu'au contraire il est toujours recouvert d'un enduit plus tendre et plus vitreux que celui de la porcelaine ordinaire ;

qui prend admirablement les couleurs de demi grand feu, violet pensée et bleu turquoise.

Le *camaiëu bleu* ; c'est le décor le plus ancien et aussi le plus estimé en Chine, il s'exécute sur la pâte crue et simplement séchée et la couverte posée par-dessus le rend ineffaçable.

Les grandes pièces de la belle époque (de 1460 à 1487) se payent de 5 à 10,000 francs.



Porcelaines chinoises à décors polychromes.

Les *vases polychromes*, faciles à classer en somme, puisque nous avons vu que la décoration en est faite par le système de la division du travail et que les mêmes ouvriers exécutent toujours les mêmes dessins avec les mêmes séries de couleurs.

Nous distinguerons donc :

1° La *famille chrysanthemo-pœonienne*, ainsi nommée parce que sa décoration, très chargée d'ailleurs, se compose surtout de chrysanthèmes et de pivoines (pœonia).

Souvent les vases de cette famille présentent des réserves bizarres et même des appliques laquées qui s'étalent avec profu-

sion en médaillons plus ou moins réguliers, en cartouches en formes d'éventails, en bandes tressées, quadrillées qui s'entrecroisent, se cachent l'une l'autre, avec plus de richesse que de bon goût.

C'est la poterie usuelle du pays, celle avec laquelle se font les services de table des familles les moins opulentes.

2° La *famille verte*, reconnaissable à ses décors dans lesquels le vert de cuivre est prédominant, mais dont le dessin moins confus que dans le genre précédent, laisse toujours un espace libre pour la représentation d'un sujet historique.

Le décor varie peu. Ce sont toujours des tiges d'œillets, de marguerites, de nénumbo autour desquelles voltigent des insectes ou des papillons ; mais le sujet principal est avec chaque vase un épisode nouveau emprunté à l'histoire des anciens empereurs ou des hommes illustres.

C'est dans cette famille, dont les produits sont de grand effet et qui ne servent en Chine qu'à l'ornement des appartements,

que se rangent les coupes dites des grands lettrés, et les vases religieux destinés aux sacrifices.

3° La *famille rose* qui a pour base décorante un rouge carminé qui se dégrade par toutes les nuances jusqu'au rose pâle ; mais son caractère encore plus distinctif est la finesse de sa pâte et son peu d'épaisseur qui fait que nous lui donnons en France, le nom de *coquille d'œuf*.



Porcelaines coréennes et japonaises communes.

Les vases de cette famille sont décorés à compartiments remplis de personnages ; mais ce ne sont plus des personnages historiques ; les sujets qu'ils représentent — sauf les potiches de grande dimension sur lesquels on voit des intérieurs de palais, des fêtes et même des tournois équestres — sont des scènes familières, des femmes promenant leurs enfants, des servantes montant les escaliers d'un pavillon planté au milieu d'un lac, des jeunes filles se balançant sur une escarpolette.

Quelquefois même les personnages sont remplacés par des animaux, des oiseaux, des chevaux, aux couleurs les plus inattendues, qui courent au milieu de bouquets de fleurs.

La famille rose doit être plus moderne que les autres, car elle ne paraît être qu'une imitation des belles porcelaines du Japon.

Il ne faut pas oublier non plus les vases à *inscriptions*, fabriqués spécialement pour les cadeaux que les Chinois ont l'habitude de se faire à toute occasion, à l'époque de leur naissance, au renouvellement de l'année, quand il survient un événement heureux dans une famille, etc. ; on les désigne quelquefois sous le nom de vases de *longévit*, parce qu'ils portent presque toujours les emblèmes de la longévit, emblèmes tout de convention, mais que tout le monde connaît en Chine, où chaque décor appliqué sur la porcelaine est un symbole.

Les animaux surtout, sont parlants ; selon

leur espèce, ils désignent tous les mois de l'année; c'est un animal, le dragon à cinq griffes, qui personnifie l'empereur.

Ce sont aussi des animaux, le cerf blanc, l'axis et la grue qui, sur les vases offerts, prédisent la longévité aux personnes qui les reçoivent, ils sont accompagnés d'inscriptions qui les commentent et formulent des vœux, dont la collection peut satisfaire tous les goûts, comme les inscriptions de nos couronnes de cimetière; libre aux gens riches qui veulent formuler des souhaits spéciaux, de faire fabriquer leurs vases sur commande.

Les *vases réticulés* forment aussi une classe à part: et ce n'est pas la moins curieuse.

Les vases appelés ainsi, sont enveloppés dans un autre vase découpé à jour, soit en rets réguliers, soit en dessins arabesques, de façon à laisser voir le premier et à produire avec la variété des couleurs des effets très pittoresques.

Ce système est surtout adopté pour les tasses à thé, que le réseau extérieur permet de tenir à la main, malgré la chaleur du liquide qu'elles contiennent.

Mais dans les vases de fantaisie, il est poussé jusqu'à l'extrême limite de la difficulté. Ainsi les Chinois fabriquent des potiches réticulées seulement en partie, mais dont le reste est complètement découpé par une solution de continuité contournant, en les séparant absolument, deux séries de dessins arabesques.

Ces vases ne sont naturellement d'aucun usage en tant que récipient, mais ils posent un problème, à savoir comment ils ont pu cuire sans que les deux parties qui les composent se soient soudées; cela s'explique évidemment par une garniture occupant toute la partie qui doit rester vide, mais ce n'en est pas moins très curieux.

Ils font aussi, toujours pour se jouer de la difficulté, des potiches ornées d'un manchon ou d'un anneau mobile, qui tourne

entre le col à la partie renflée du vase.

On n'en finirait pas d'ailleurs si l'on voulait relever toutes les particularités de la fabrication chinoise, et faute de pouvoir tout dire, nous nous en tiendrons là.

PORCELAINES CORÉENNES

La presque île de Corée dut produire la porcelaine presque en même temps que la Chine, puisque c'est une colonie de Coréens qui, en l'an 27 avant Jésus-Christ, en introduisit la fabrication au Japon; mais elle n'en produit plus depuis longtemps.

Sa plus belle époque paraît être le *xvi^e* siècle et certaines porcelaines de ce temps peuvent soutenir la comparaison avec celles de la Chine.

On les reconnaît à une certaine sobriété de couleurs; les Coréens n'ont jamais employé que le rouge de fer, le vert de cuivre tirant sur le bleu, le jaune paille, le bleu céleste foncé, le noir et l'or, plus foncé que dans toutes les autres poteries de l'extrême Orient.

Ces couleurs, posées sur la couverte et non à cru, comme en Chine, forment le plus souvent relief.

Quelquefois, comme dans la théière que nous reproduisons, page 901, le fond est gravé en ondulations qui sont censé représenter les flots de la mer.

Quelquefois aussi, les potiches sont chargées de bouquets de fleurs qui ont dû inspirer le décor persan.

Quant aux vases à figures, ils n'ont pas une individualité bien marquée, les personnages sont généralement peu nombreux; mais comme ce sont toujours des Chinois ou des Japonais, on ne s'est point appliqué à leur donner leur origine véritable, et on les a presque toujours confondus avec les porcelaines de ces deux pays.

Ils en diffèrent pourtant, et à leur avantage, par un certain aspect de grandeur et de simplicité qui les a fait choisir pour modèles par les Européens lorsqu'ils ont



115.

PORCELAINE JAPONAISE.

commencé à fabriquer de la porcelaine, à ce point qu'en Saxe, on les a copiés servilement, mais assez heureusement, du reste, pour tromper même un œil exercé.

PORCELAINES JAPONAISES

Bien que connue depuis dix-neuf cents ans, la fabrication de la porcelaine ne fit de véritables progrès au Japon qu'à partir du ^{xiii}e siècle, alors qu'un fabricant nommé Katosiro-Oync-Mon se rendit en Chine avec le moine bouddhiste Fo-Gen, pour y surprendre les secrets de l'art céramique.

Il y réussit d'ailleurs, et ses successeurs, perfectionnant ses procédés, arrivèrent à faire aussi bien et quelquefois mieux qu'en Chine.

Naturellement, ils commencèrent par imiter leurs maîtres, et on retrouve dans leurs produits céramiques les mêmes divisions par famille, mais on les reconnaît facilement à la présence dans le décor du dragon impérial armé seulement de trois griffes, du *kiri-mon*, arbuste à trois feuilles, surmontées chacune d'une tige de graminées, d'un oiseau de proie tout particulier, et quelquefois d'une armoirie impériale appelée *guik-mon* et composée d'une fleur de chrysanthème ouverte en roue.

Du reste les porcelaines varient selon les fabriques, dont les principales sont :

Imari, en Fützen, où l'on fait surtout les vases artistiques que les Japonais distinguent maintenant sous le nom de *Nankintsoutsu* (terre de Nankin); Kaga, dont les produits ne sont point livrés au commerce, au Japon du moins, car ils s'exportent et ont figuré avec honneur à notre exposition de 1867.

Les plus remarquables sont des pièces d'un fond très blanc, décorées presque exclusivement de rouge et d'or, quelquefois le rouge est associé à des parties polychromes faisant bordures ou médaillons, et presque toujours quand l'or est en minces

ou en larges rubans, il est rehaussé de gravures à la pointe.

Une usine voisine produit ce qu'on appelle la poterie Kutani, qui fournit surtout les vases à inscriptions pour cadeaux, seulement au Japon les signes de longévité ne sont pas les mêmes qu'en Chine; c'est le pin, le bambou, la grue, et surtout une tortue fantastique terminée par une flamme en pointe.

On cite encore :

Owari, dont la porcelaine épaisse et très lustrée, est souvent chargée de fonds surajoutés en brun mat, ponctués d'une multitude de points noirs qui lui donnent l'aspect du chagrin. Owari fabrique surtout les grandes jardinières et les vases d'ornementation à fond bleu, avec reliefs réservés en blanc, soit pour une décoration à personnages soit pour des inscriptions.

Tamba, qui fait surtout de la porcelaine chrysanthemo-pœonienne d'un décor assez rudimentaire,

Et Yeddo, qui paraît continuer la fabrication coréenne.

Mais le Japon n'a pas fait qu'imiter, il a ses produits originaux, ses porcelaines artistiques et ses porcelaines à mandarins qui, avec sa porcelaine vitreuse et ses laques burgautées sont sa vraie gloire céramique.

Les porcelaines artistiques qui sont de la famille rose japonaise se distinguent par la pureté des couleurs que l'on dirait gouachées, par l'élégance des formes et la variété des décors.

Sans doute, les figures sont maniérées et presque uniformément dessinées, mais les plantes, les oiseaux surtout qui se jouent dans un fouillis de fleurs, sont au naturel, sauf le brillant des couleurs.

Les potiches à mandarins, ainsi nommées parce que le sujet principal de la décoration est une scène familière dont les personnages sont des mandarins chinois, se subdivisent presque à l'infini.

Il y a les grands vases dont le fond est

ornementé à l'encre de Chine, et les sujets peints sont entourés d'une bordure d'or.

Les vases à fond filigrané d'or très doux à rinceaux très serrés; le médaillon est encadré d'un filet ou d'arabesques d'or bruni, les petits sont généralement décorés de paysages en camaïeu rouge ou noir, ou d'oiseaux et de fleurs aux couleurs multicolores.

Les vases à fond rouge, rehaussé d'une mosaïque en tresses noires (ce qu'on appelle *clathré*) et de traits d'or groupés par trois.

Les vases chagrinés ou gaufrés, dont le fond est semé de petits points qui imitent la peau de chagrin, ou selon l'expression locale, la chair de poule.

Il y a aussi les mandarins camaïeu, ainsi



Porcelaines de la C^e des Indes (Japou). Statuettes représentant Louis XIV et la duchesse de Bourgogne.

nommés parce que certaines parties du fond sont remplies d'un losange ombré que les porcelainiers d'Europe ont imité à profusion, et qui a pris chez nous le nom de genre Pompadour.

Et les mandarins à fonds variés, et qui par cela même, défient toute description.

PORCELAINE VITREUSE

Arrivons maintenant à la porcelaine vitreuse, produit tout à fait spécial au Japon,

et qui est fait avec une substance si difficile à broyer par les moyens manuels que les céramistes japonais ont fait ce dicton : « Il entre des os humains dans la composition de la porcelaine. »

Ce qu'on fabrique surtout avec la porcelaine vitreuse, mince comme une feuille de papier et qui mérite plus que tout autre le nom de coquille d'œuf, ce sont de petites coupes très évidées qui servent à boire le *saki*, espèce d'eau-de-vie de grains que les Japonais avalent presque bouillante, et des

petites tasses, encore plus microscopiques, et sans soucoupe.

Elles restent blanches à l'intérieur, elles sont, du reste, le plus souvent entourées



Porcelaines japonaises artistiques.

d'un clissage en fils de bambou, l'intérieur n'en est décoré que très sobrement et avec des esquisses plutôt que des dessins.

Quant aux porcelaines laquées, peu communes, du reste, elles ne sont point l'objet d'une fabrication spéciale; ce sont des pote-



Porcelaines de Perse.

ries quelconques (on en connaît même de provenance chinoise), sur lesquelles on ap-

plique, soit entièrement mais plus souvent par médaillons réservés sur un décor, de la

laque burgauté; opération qui n'a rien de céramique puisqu'elle se fait sur toutes sortes de matières, mais que les Japonais sont les seuls à savoir exécuter sur la poterie.

Ils sont, du reste, passés maîtres en cet art, qui consiste à étendre sur un objet quelconque, une couche de vernis noir (extrait d'un arbre résineux de leur pays) qu'on appelle *laque*, et à incruster dans cet enduit humide, des parcelles de nacre provenant d'une coquille univalve nommée *burgau*, de façon à former des dessins et même à reproduire les tableaux les plus compliqués.

C'est de la mosaïque; puisque les parcelles de burgau sont colorées artificiellement pour rendre les tons du modèle, mais de la mosaïque microscopique qui demande une patience de bénédictin; l'effet du reste est merveilleux, surtout sur les vases en craquelé, que les Japonais réussissent aussi bien, sinon mieux que les Chinois.

PORCELAINES DES INDES.

C'est encore à la production japonaise qu'appartiennent les porcelaines connues sous le nom de porcelaines des Indes, ou plus exactement de la Compagnie des Indes, parce que c'est cette société, fondée en 1702, par les Pays-Bas, pour favoriser la navigation commerciale, qui les importa en Europe et en quantités si considérables que l'inventaire de 1664 porte à 44,943, le nombre des pièces rares ou précieuses, recueillies au Japon par la Compagnie Néerlandaise.

Il est vrai que cette année-là elle redoubla probablement d'efforts, pour battre en brèche la concurrence que la France essayait de lui faire, en créant aussi une Compagnie des Indes Orientales.

Mais cette tentative demeura infructueuse, et il n'en est resté au point de vue céramique, que de curieuses statuettes ayant la prétention de représenter Louis XIV et les membres de sa famille.

Les deux que nous reproduisons sont

celles du roi et de la duchesse de Bourgogne, faites évidemment d'après des estampes apportées de France, mais l'artiste japonais les a interprétées à sa façon et avec les traditions du pays.

Ainsi les fleurs de lis de l'habit de Louis XIV, sont devenus des *guik-mon*, armoiries du souverain, elles réapparaissent pourtant sur le bâton du commandement qu'il tient à la main, mais ce bâton a la forme du rouleau sacré des divinités bouddhiques.

Par la même raison les broderies de la robe de la duchesse de Bourgogne ont fait place au *fong-hoang*, oiseau qui dans l'extrême Orient est le symbole des impératrices.

Il ne faudrait pas juger la porcelaine des Indes, uniquement sur ces spécimens; cette classe de la fabrication japonaise a produit de fort belles choses, notamment en vases réticulés (voir celui que nous donnons) et en potiches, décorées assez sobrement et toujours avec des fleurs: la chrysanthème, l'œillet, la rose, le pavot et l'anémone double.

Seulement, elle a été obligée de se modifier pour satisfaire le goût des négociants hollandais exportateurs; on en trouvera la preuve dans ce passage des *Ambassades mémorables*.

« Pendant que le sieur Wagenaar se disposait à retourner à Batavia, il reçut 21,567 pièces de porcelaine blanche, et un mois auparavant il en était venu à Désima une très grande quantité mais dont le débit ne fut pas grand, n'ayant pas assez de fleurs.

« Depuis quelques années les Japonais se sont appliqués à ces sortes d'ouvrages avec beaucoup d'assiduité. Ils y deviennent si habiles que non seulement les Hollandais mais les Chinois même en achètent

« Le sieur Wagenaar, grand connaisseur et fort habile dans ces sortes d'ouvrages, inventa une fleur sur un fond bleu qui fut trouvée si belle, que de deux cents pièces où

il la fit peindre il n'en resta pas une seule qui ne fût aussitôt vendue, de sorte qu'il n'y avait point de boutique qui n'en fût garnie. »

C'est évidemment sous l'influence de ce Wagenaar, auquel la Compagnie des Indes concéda le monopole du commerce des porcelaines, que la fabrication pour l'importation perdit peu à peu son caractère japonais, qui n'avait pas *assez de fleurs*, et devint un bariolage.

Mais ce bariolage était à la mode, et il n'y eut pas dans le nord et le centre de l'Europe, si petit hobereau qui ne commandât à la Compagnie des Indes un service de table avec ses armoiries ; on s'ingéniait même à inventer des fleurs, comme le grand connaisseur Wagenaar.

Il fallut l'apparition de la porcelaine de Saxe, puis de la porcelaine française, n'imitant que les bons modèles, pour mettre un terme à ce dévergondage de décors et de couleurs.

PORCELAINES DE PERSE.

Les Persans connaissent la porcelaine depuis nombre de siècles ; ils ont d'abord fabriqué une espèce de porcelaine émail, en pâte très blanche, qu'ils décoraient simplement de quelques arabesques en traits noirs, quelquefois même ils se contentaient de percer dans la pâte des jours qui n'étaient recouverts que par l'émail.

Cette fabrication fut abandonnée pour la porcelaine tendre, dont nous n'avons point à nous occuper maintenant, et surtout pour la porcelaine dure, à l'imitation de celle de la Chine, puisque le nom qu'ils lui donnent est *tchini*.

Les produits persans, moins variés qu'en Chine et au Japon, comprennent :

1° — La porcelaine blanche, à décor bleu sous couverte, qui est peut-être la plus ancienne, mais qui ne mérite pas la haute estime que les Persans lui accordent, probablement parce que la fabrication en a disparu.

La pâte en est grossière, le tournage assez rudimentaire et l'émaillage assez généralement incomplet.

Le décor est quelquefois purement chinois ; quand il affecte le caractère national, il consiste en médaillons remplis de fleurs, peints à cru sur la pâte et dans les intervalles, en combinaisons assez harmonieuses de bâtons rouges, gravés sur les vases, avant la cuisson.

Les pièces exécutées le plus couramment de cette façon sont des bouteilles, des narghilés, des biberons, des aiguères sans anse, le plus souvent sans plateau, des cafetières, des tasses, etc.

2° — Les porcelaines à dessins polychromes, qui imitent celles de la Chine, sauf par les formes, se subdivisent comme elles en familles chrysanthemo-pœonienne, verte et rose.

Les vases de la première famille, qui sont surtout des aiguères, des gargoulettes à panse cannelée et des biberons, sont moins chargés qu'en Chine et partant plus élégants.

Ils ne portent le plus souvent que du rouge de fer et de l'or, quelquefois le bleu sous couverte ; la décoration, toujours sobre, se compose généralement de branches feuillées, terminées par une fleur à long pistil, et de palmes dont le fond rouge est rempli d'arabesques en réserve.

Les pièces de la famille verte sont plus variées, elles approchent de celles de la Chine par la valeur des émaux, mais elles les copient assez grossièrement dans les sujets à personnages ; les décorateurs persans, peu habitués à dessiner des figures (leur religion défend la représentation humaine), en font de véritables caricatures ; il est vrai que ce sont toujours des Chinois qu'ils représentent.

Ce qu'il y a de meilleur, dans cette catégorie de leur production, sont leurs vases à fonds diversement colorés, qui sont d'ailleurs très remarquables... c'est presque

toujours le bleu qu'ils marient avec les palmes vertes du décor principal, quelquefois sur un fond nankin, ou sous cette couverture feuille-morte que les Chinois appellent *tse-kin-yeou*.

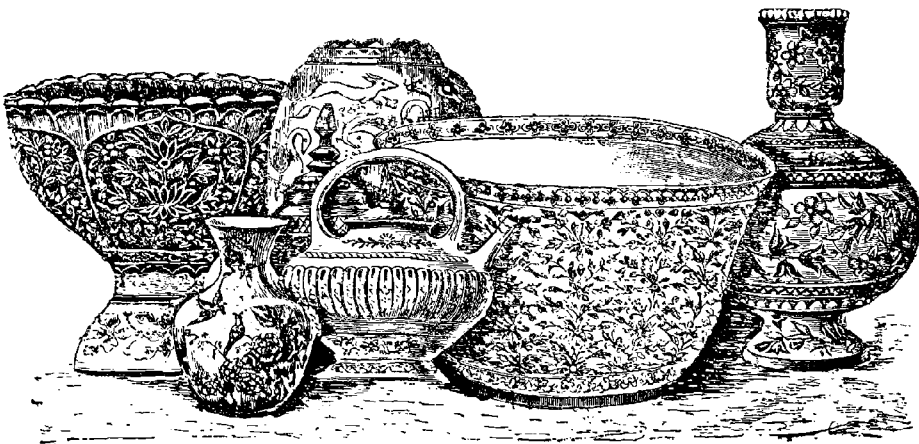
Les porcelaines de famille rose sont plus rares, elles reposent du reste sur les mêmes principes décoratifs.

Les Persans fabriquent aussi des porcelaines trempées en couleur, qu'ils décorent simplement avec un relief d'argile blanche, et des bordures arabesques, faites de la même façon; leurs céladons, dont la teinte vert de mer est aussi belle que celle des

vieux céladons chinois, sont décorés plus richement quand ils ne sont pas seulement cannelés ou *godronnés*, pour nous servir de l'expression consacrée.

PORCELAINES DE L'INDE.

On a cru longtemps que les Hindous, qui sont, sans contredit, le peuple le plus ancien du monde, n'avaient jamais connu la fabrication de la porcelaine; et cela, sur la foi d'anciens voyageurs, et notamment de Charadin, qui se connaissait en céramique comme un aveugle en couleurs, au point de confondre la faïence avec la porcelaine.



Porcelaines de l'Inde.

Il avait écrit : « On ne fait point de faïence aux Indes; celle qu'on y consomme y est toute portée ou de la Perse, ou du Japon, ou de la Chine, ou des autres royaumes entre la Chine et le Pegu; » on le crut sur parole.

Mais la question est élucidée maintenant par les recherches des savants et les spécimens qu'on rencontre dans nos musées et dans les collections particulières; ce qui ne serait peut-être pas très concluant, car, de ce qu'une porcelaine orientale existe, il ne s'ensuit pas qu'elle ait été fabriquée dans l'Inde, mais où il n'y a plus de doutes à

avoir c'est quand on a lu le passage du livre chinois traduit par M. Stanislas Julien, où dans un catalogue relatif à la fabrication, on trouve :

N° 54. Imitation des vases frottés d'or de l'Indo-Chine.

N° 55. Imitation des vases frottés d'argent de l'Indo-Chine.

Or, si les Chinois, si savants en céramique, imitaient les Hindous, c'est que non seulement ceux-ci fabriquaient de la porcelaine, mais qu'ils la fabriquaient très bien.

Ces porcelaines, frottées d'or ou d'argent, ne sont pas toutes cassées, on en peut voir

deux spécimens au musée de Sèvres, une petite cafetière à bec, et une coupe de forme originale.

Ce n'est pas, du reste, ce que les Hindous ont produit de mieux, leurs porcelaines imitant l'émail cloisonné sont infiniment plus remarquables.

En dehors de cela, leurs produits peuvent se classer en deux catégories : famille bleue et famille verte.

Voici d'ailleurs, d'après M. Jacquemart, si compétent en la matière, les caractères distinctifs de la porcelaine de l'Inde.

« La pâte hindoue est bleuâtre, son émail

est bien lustré et brillant; elle est souvent obtenue par coulage dans des moules, et à sa surface troublée, ces caractères la rapprochent des poteries de la Chine et du Japon.

« L'un des éléments du décor hindou est un bleu émaillé vif et profond, tout à fait caractéristique, il n'a d'analogue que le bleu de la porcelaine tendre de Sèvres; sur certaines œuvres il forme des fonds partiels, ou silhouette des bouquets du style des anciennes toiles peintes; on y voit des ananas, des pivoines, des chrysanthèmes et des fleurettes dont les détails sont marqués par des



Porcelaines de Saxe.

rehauts d'or d'une incroyable finesse; cette délicatesse infinie, qui laisse loin derrière elle tout ce qu'ont peint les Chinois et les Japonais, est le plus sûr moyen de reconnaître les œuvres hindoues.

« Des filets verts ou bleus sont chargés de points d'or qui en font une broderie, les guirlandes de ces points imperceptibles supportent des marguerites non moins imperceptibles, au cœur rouge. Des teintes douces et fondues, vertes ou carnées, jettent une harmonie parfaite sur certains motifs arabesques formant frises purs, des guillochures d'or, des losanges microscopiques, s'épandent sur des galons plats, et

complètent ainsi la ressemblance du décor peint avec les plus riches étoffes.

« Ces genres de transition deviennent faciles à reconnaître pour ceux qui les ont vus une fois, et ils se relient parfaitement, par le style et les procédés avec une espèce spéciale de l'Inde extrême, dont notre expédition de Cochinchine nous a rapporté les premiers spécimens.

« Ce sont des bols ou des vases cylindriques couverts, en porcelaine parfois assez fine, le plus souvent très commune; toute la décoration, en couleur de demi grand feu, couvre le biscuit; on n'aperçoit la couverte blanche que sous le pied des bols et à l'in-

térieur des pièces couvertes. Le fond principal est un émail noir verdâtre, semé de flammes lobées, rehaussées de rouge sur blanc; des figures bouddhiques, coiffées de la tiare et nimbées occupent les quatre faces du vase; deux sont représentées en buste, dans des médaillons arabesques, les deux autres jetées sur le fond se terminent en queue contournée, comme celle des sirènes.

« Ces pièces, dont la plupart sont de fabrication moderne, se rattachent évidemment à une tradition ancienne; nous n'en voudrions pour preuve qu'un bol décoré en bleu sous couverte, qui est venu à l'improviste éclairer la question par son apparition dans une vente publique d'anciennes marchandises hollandaises. »

PORCELAINES DE SAXE.

La porcelaine, comme nous l'avons dit, ne fut connue en Europe qu'au commencement du xvi^e siècle, par les Portugais, qui en importèrent quelques chargements, mais elle devint si à la mode au xvii^e siècle, alors que les Hollandais en faisaient par leur Compagnie des Indes, un commerce si étendu, qu'on chercha partout à l'imiter.

Les savants pourtant si chercheurs, les potiers pourtant si habiles du xvi^e siècle, avaient déclaré la chose impossible, parce que leurs efforts à en étudier la composition avaient été superflus.

Claude Révérend, au lieu de perdre son temps à la chercher, travailla à côté, et à l'aide de procédés d'une complication extrême, parvint vers 1660, à singer absolument la poterie chinoise; mais ce qu'il fabriqua n'était point de la porcelaine dure, mais seulement la première idée de la porcelaine tendre, dont la fabrication fut une des premières gloires de notre manufacture de Sèvres, mais dont nous n'avons point à nous occuper ici.

C'est de la Saxe que sortirent les premières porcelaines dures fabriquées en Europe, et l'invention, car ce fut une véritable

invention, puisqu'on ne connaissait aucun des procédés chinois, en est due à Jean Frédéric Boettcher, chimiste très distingué, et même alchimiste, car il cherchait, dit-on, la pierre philosophale, le grand dada du moyen âge.

C'est même à cette circonstance qu'il faut attribuer sa découverte.

L'électeur de Saxe, Frédéric-Auguste, qui voulait faire travailler le savant pour son compte personnel, le fit arrêter et emprisonner, lui donnant pour adjoint et surveillant un autre savant, Walther de Tschirnhausen, qui avait aussi essayé de faire de l'or.

Etc'est en travaillant que Boettcher découvrit en 1705, non pas le secret du grand œuvre, mais que la terre d'Okrilla avec laquelle il faisait ses creusets, était précisément de la nature qui convenait à la porcelaine, et il en fit des poteries, dont il perfectionna la fabrication et qui s'appelèrent *porcelaine rouge*.

Cinq ans après, encore par un hasard, il trouva la pâte blanche, avec une terre tirée d'Aue, près Schneeberg, et que tout le monde connaissait, puisque réduite en poudre, elle remplaçait avantageusement en Allemagne la farine à blanchir les perruques.

Trouvant un jour de pluie que sa perruque avait un poids inusité, il en palpa la poudre et lui reconnut les qualités plastiques qu'il cherchait.

Dès lors, l'électeur de Saxe renonça à l'or, prit possession du gisement kaolinique, et établit une nouvelle manufacture de porcelaines dans l'Albrechtburg (château d'Albert), à Meissen.

Boettcher fut le directeur de ce premier établissement qui, malgré les précautions prises, eut bientôt des imitateurs; du reste son ancien collaborateur Tschirnhausen fonda bientôt après la manufacture de Vienne, qui ne donna pourtant de résultats appréciables que vers 1720.

Dès 1713, on fabriquait de la porcelaine à Brandersbourg, en 1718 à Anspach, puis à Baireuth, à Hochist, à Frankental, Furstensberg, Louisbourg, Nymphenbourg; la manufacture de Berlin ne fut créée qu'en 1743, et à cette époque déjà il y en avait en Allemagne une trentaine, qui eurent des destinées plus ou moins éphémères, écrasées qu'elles furent, plus ou moins, par la supériorité des produits de Meissen.

Les premières porcelaines de Boettcher furent des imitations coréennes ou japonaises, mais si exactement reproduites, que sans la marque de fabrique, qui était alors un caducée (les deux épées croisées, ne furent adoptées qu'en 1720), il serait impossible de les reconnaître pour des porcelaines européennes.

La manufacture de Meissen ne prit un style personnel, abusant peut-être un peu de la composition rocaille, que lorsque Boettcher mort à 35 ans, fut remplacé comme directeur par Horold.

Les guirlandes en relief, aussi bien que les figures, qui n'acquirent d'ailleurs leur remarquable fini que beaucoup plus tard sous la direction artistique de Dietrick, professeur de peinture à Dresde, — ne commencent à paraître sur les vases de Saxe que vers 1730, sous l'impulsion du sculpteur Kandler, mais chose bizarre et tout à l'honneur de notre manufacture nationale, ce ne fut qu'à partir de 1765 lorsque le sculpteur François Assier, de Paris, introduisit à Meissen le style de Sèvres, que la réputation des porcelaines de Saxe devint européenne.

Ce fut la belle époque de la fabrication, celle dont les produits, qu'il ne faut pas confondre avec ce qu'on appelle le vieux Saxe, sont le plus chèrement cotés par les amateurs.

Mais Sèvres, déjà célèbre par sa manufacture de porcelaines tendres, entrainé en lutte pour la porcelaine dure, et créait à l'usine de Meissen une concurrence si redou-

table, que bientôt elle ne fut plus qu'au second plan.

D'autant que les produits de Saxe ont peu à peu cessé d'être artistiques pour devenir de plus en plus industriels.

Les procédés de fabrication diffèrent peu de ceux de Sèvres; que nous décrirons de préférence, les matériaux employés sont le kaolin argileux d'Aue, le kaolin de Seilitz et celui qu'on rencontre à Sosa près Johanngeorgenstadt; quant au feldspath il vient de Carlsbad.

Jadis la pâte renfermait un nombre assez considérable de matières diverses, mais sous la direction de Kuhn on a adopté seulement celles que nous avons citées et dans les proportions suivantes pour la pâte de service :

Kaolin de Saxe	18	0/0
Kaolin de Aue	18	"
Kaolin de Seilitz	36	"
Feldspath laminaire de Carlsbad	26	"
Et Degourdi	2	"

La glaçure, autrement dit le petuntse, se compose de :

Quartz hyalin calciné	37	0/0
Kaolin de Seilitz calciné	37	"
Calcaire de Neuntzschdorf	17	1/2 "
Tessons de porcelaines pulvérisés	8	1/2 "

Nous donnons ces chiffres d'après Brongniart, qui par faveur spéciale, fut admis en 1812 à visiter la manufacture de Meissen, mais il n'y aurait rien d'étonnant à ce que les dosages aient changé depuis cette époque; ce qui est d'ailleurs pour nous d'une importance très secondaire.

PORCELAINES DE SÈVRES

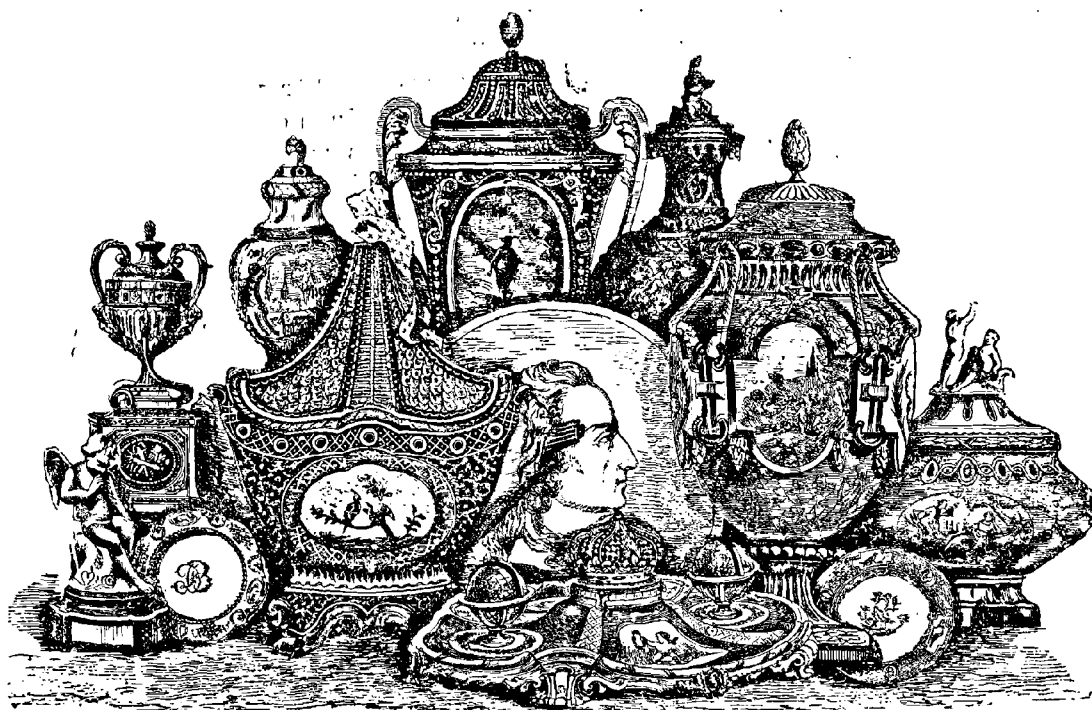
Un mot, d'abord, de la genèse de notre manufacture nationale, qui restera, malgré ses défaillances passagères, une des gloires de l'industrie française.

Nous avons dit déjà que Claude Révérend avait trouvé le moyen d'imiter avec de la poterie émaillée, les porcelaines chinoises; ce succès, bien qu'incomplet, suffit à l'enfantement de l'usine de Sèvres.

En 1693, le chimiste Morin, membre de l'Académie des sciences, établit à Saint-Cloud une fabrique de poteries sous la direction des frères Chicauneau qui, poussant à la perfection l'invention de Révérend, produisirent nombre d'assez belles pièces, que l'on reconnaît à un décor bleu symétrique sur une pâte d'un blanc laiteux assez épaisse, mais plus facilement à la marque du soleil, qu'ils avaient prise, par une flatterie à

l'adresse de Louis XIV, flatterie qui leur valut d'ailleurs quelques privilèges.

En 1736, les frères Dubois : l'un peintre, et l'autre modelleur de la manufacture de Saint-Cloud, la quittèrent pour fonder à Chantilly, sous la protection du prince de Condé, un établissement qui donna de si beaux résultats que le ministre des finances Orry leur acheta leurs procédés de fabrication, en 1740, et les installa à Vincennes



Porcelaines de Sèvres du XVIII^e siècle (Vieux Sèvres).

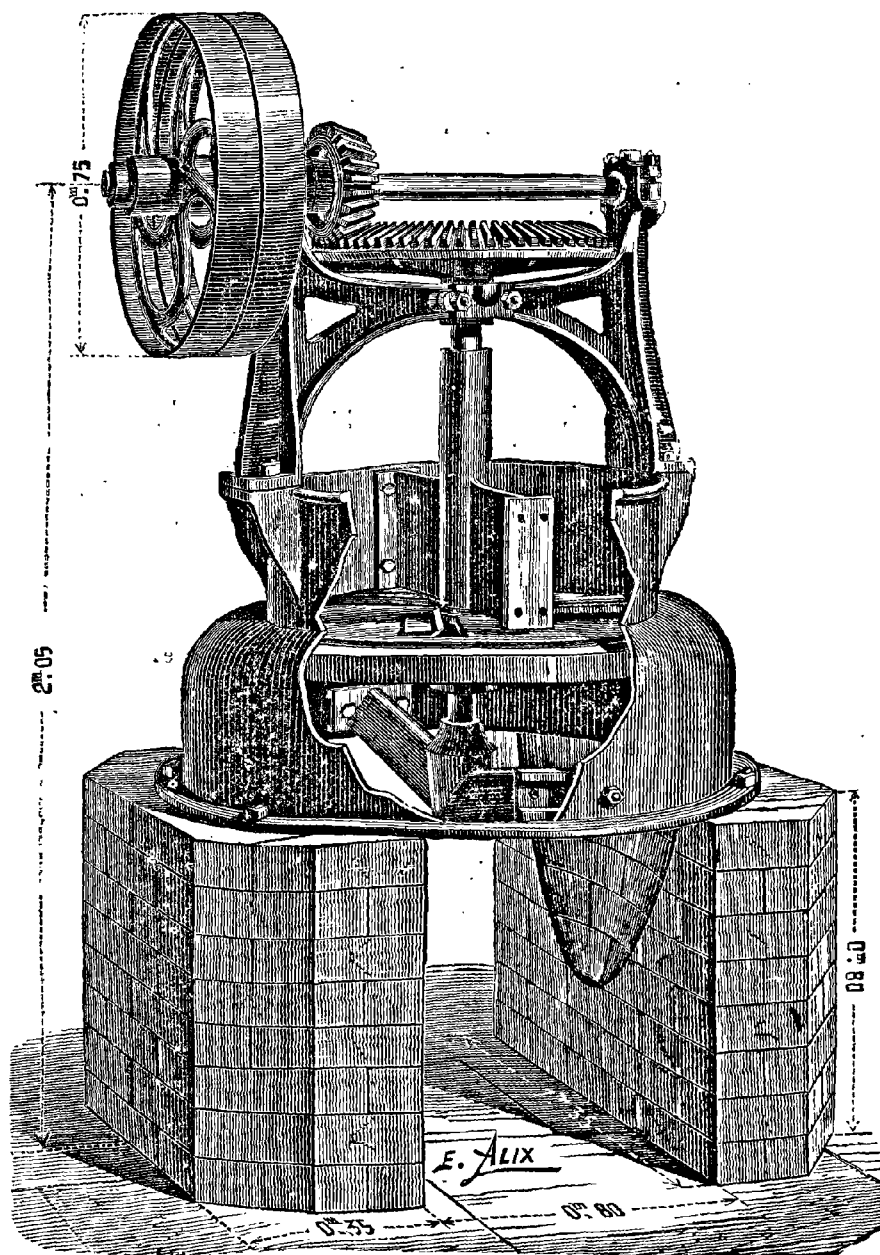
où leurs essais n'étant point couronnés du succès qu'on attendait, on les remplaça par un de leurs ouvriers nommé Gravaud, qui végéta pendant quelques années.

En 1744, Orry de Fulvy, frère du ministre, à la tête d'une société de huit bailleurs de fonds, versant chacun 30,000 francs, se fit concéder pour 30 ans la nouvelle manufacture, dont la direction fut confiée au sculpteur Charles Adam. Celui-ci acheta d'un nommé Callot, un procédé de compo-

sition des couleurs, et celui de la dorure du frère Hippolyte, prit Duplessis comme modelleur, Mathieu comme dessinateur des ornements et Hellot comme chimiste.

Cette société périclitant, le roi s'y intéressa bientôt personnellement en se chargeant des trois quarts du capital, mais il fit passer le privilège entre les mains d'Éloi Brichard ; alors la manufacture, sortie des tâtonnements et mise sous la direction de Boileau, produisit des porcelaines tendres qui

eurent un tel succès que l'établissement devint trop petit, et qu'en 1756 on le transporta à Sèvres, dans de vastes bâtiments construits tout exprès; quatre ans plus tard, le roi



Tailleuse pour les terres plastiques.

désintéressa les derniers actionnaires et devint seul propriétaire de la manufacture royale de Sèvres, dont la réputation était

Liv. 115.

déjà faite et à laquelle il consacra environ 90,000 francs par an.

C'est à peu près à cette époque que la

115

manufacture acquit de Hannong de Strasbourg, fils du directeur de la fabrique de Frankenthal, le secret de la pâte dure. Malheureusement, pour utiliser ce secret, il fallait posséder le kaolin, produit naturel qui était la base de la porcelaine dure et l'on n'en connaissait aucun gisement en France.

L'acquisition de ce secret était d'ailleurs bien inutile, car il n'en était plus un depuis que le père d'Entrecolles, missionnaire en Chine, avait publié un mémoire dans lequel il était dit que les Chinois avaient pour matériaux principaux le kaolin et le *petuntse*, mais ces mots barbares avaient effarouché les céramistes et les savants.

Excepté pourtant Réaumur qui, ayant analysé des échantillons rapportés par le père d'Entrecolles, déclara qu'il existait en France des terres analogues.

On chercha et on trouva, du moins à peu près, car il y eut de la porcelaine dure française avant celle de Sèvres, sans compter bien entendu celle qu'Hannong fabriquait à Strasbourg puisqu'il employait des matériaux tirés d'Allemagne.

Mais le comte de Brancas Lauraguais produisait à Paris, dès 1758, une porcelaine dure, avec des terres kaolineuses recueillies aux environs d'Alençon.

Cette porcelaine était bise, il est vrai, mais n'en excita pas moins l'émulation du duc d'Orléans qui, depuis longtemps, faisait travailler dans son cabinet d'expériences de Bagnolet, le chimiste Guettard, — ayant découvert aussi lui le gisement kaolinien d'Alençon, — et produisit de la porcelaine dure, qu'il présenta à l'Académie des sciences le 13 novembre 1755.

L'année d'avant, Gerault, directeur de l'usine céramique d'Orléans, avait fabriqué quelques pièces en pâte dure, notamment des groupes en biscuit.

On en fit aussi à Marseille; le faïencier Gaspard Robert produisait, dès 1766, des vases de grande dimensions ornés de sculptures en relief, des bouquets de fleurs en

biscuit, et même des services de table.

A cette époque, du reste, la plupart des faïenciers connaissaient les secrets de la fabrication des porcelaines; toute la question était de trouver, pour en faire, de la terre qui à la cuisson devint blanche et translucide, en un mot du kaolin.

Le hasard fit découvrir à M^{me} Darnet, femme d'un chirurgien de Saint-Yrieix, une matière encore plus précieuse que le kaolin pur, car elle renfermait, en outre, le *petuntse* qui sert à fabriquer la glaçure de la porcelaine.

Cette terre, que M^{me} Darnet avait cherché à utiliser comme savon, fut étudiée et essayée par le chimiste Macquer, qui en reconnut les doubles qualités et établit à Sèvres, en 1769, la fabrication de la porcelaine à pâte dure, qui prit tout de suite un essor considérable, mais ne détrôna pourtant la pâte tendre que vers 1808.

Dès 1774, Sèvres produisait en quantité des services de table et toutes sortes d'ustensiles, mais d'un très grand luxe, car la manufacture royale ne travaillait guère que pour les maisons princières et les grands seigneurs.

La porcelaine de cette époque, qui se termine à la Révolution de 1789, où la fabrication des objets de luxe fut abandonnée, est très recherchée des amateurs, elle est d'ailleurs fort belle, bien que d'un style un peu efféminé: car, dessins, décors, statuettes d'ornement, tout rappelle le faire des Boucher, des Natoire et des Watteau, les peintres élégants du règne de Louis XV.

On la distingue sous le nom d'ancien Sèvres.

Les pièces marquées du double L couronné, pour les distinguer des porcelaines tendres, dont elles ne diffèrent guère d'aspect, sont l'œuvre d'artistes distingués dans tous les genres: sous les règnes de Louis XV et de Louis XVI, la manufacture, sous la direction artistique de Genest, comptait:

Comme peintres de figures: Dodin, Caton;

Peintres d'oiseaux : Arnaud, Castel ;
 Peintres de fleurs : Bouillat, Parpette,
 Micaud, Pithou ;
 Peintres de paysages : Rosset, Évans ;
 Peintres d'arabesques : Chulot, Laroche ;
 Doreurs : Vincent, Girard, Leguay.

On cite comme une des merveilles de cette époque, le service de cent mille écus, commandé par l'impératrice de Russie. Chaque assiette, qui coûtait 250 livres, représente cinq têtes de personnages illustres, dessinées d'après l'antiquité.

Les pièces reproduites par notre gravure, ne sont pas moins célèbres : On y voit le vase pendule de Marie-Antoinette, des assiettes du fameux service fait pour la du Barry ; un vase en forme de vaisseau à mât, d'une décoration magnifique ; le beau médaillon en biscuit, représentant Louis XV ; au-dessus, un grand vase de milieu à sujet mythologique ; devant, l'encrier de la reine Marie Leczinska et, à côté, l'un des deux grands vases faits pour le roi, en commémoration de la bataille de Fontenoy.

La période révolutionnaire passée, la manufacture de Sèvres fut réorganisée sous la direction de Brongniart, qui la dirigea pendant plus de quarante ans et s'attacha surtout à faire prévaloir la porcelaine dure sur la pâte tendre.

Il ne recula, d'ailleurs, devant aucun essai, aucune expérience pour agrandir le domaine de l'industrie, répandre les découvertes tout en conservant les bonnes traditions.

C'est ainsi qu'on aborda les pièces gigantesques, et qu'on reproduisit sur des plaques de plus d'un mètre carré, les chefs-d'œuvre de Raphaël, Titien, Van-Dyck et ceux des maîtres de l'école moderne.

Pour en arriver là, il fallut d'abord combattre le goût du jour qui, outrant le style noble de David, adoptant exclusivement les décorations grecques ; était devenu monotone à force d'être théâtral.

Isabey, Swebach, Parent, employés à la

décoration des grandes pièces, réagirent bien un peu, mais, vers la fin de l'Empire, l'école de David régnait d'une façon aussi exclusive que déplorable, et il ne fallut rien moins que l'influence de Fragonard et de Chenavard pour la détrôner.

Il est vrai que le style byzantino-gothique introduit dans la décoration par ce dernier, pouvait, et précisément par son éclectisme, faire reprocher aux productions de Sèvres, de manquer de caractère.

L'époque Empire a cependant produit le fameux *service des philosophes*, commandé par Napoléon et ainsi appelé parce que toutes les pièces représentaient les bustes des philosophes de l'antiquité.

Depuis lors, et bien que notre manufacture puisse citer parmi ses collaborateurs :

Peintres d'histoire et figuristes : Leguay, Constantin, Béranger, Georget, Parent ;
 M^{me} Jacotot, Decluzeau, Ferd. Regnier ;

Fleurs et fruits : Drouet, Schild, Van-Os, Jacobber, Fontaine, Sinsson ;

Paysages : J. Robert, Langlac, Lebel, Poupert, Duvelly ; Jules André, Swebach ;

Peintre de camées : Degault, Parent ;

Peintres de coquillages : Philippini ;

Peintres de genre et décorateurs : Develly, Huard, Barbin, Didier, Eug. Julienne ;

Doreurs : les frères Boullennès,

Elle a subi des phases diverses, ses progrès eurent des intermittences plus ou moins prolongées, trop prolongées même, car à la fin du second Empire, elle était sur la pente de la décadence, à ce point que ses produits avaient fait une assez triste figure à l'exposition de 1867.

A cette époque, les bâtiments de la manufacture menaçant ruine, on construisit à l'extrémité du parc de Saint-Cloud, près du pont de Sèvres, un palais de grand aspect, dans lequel elle s'installa définitivement en 1876 ; de ce jour, d'importantes modifications furent apportées dans son administration, et, innovation capitale, au lieu d'être dirigée par un savant, elle le fut par un ar-

tiste, M. Robert, assisté d'une commission de treize membres.

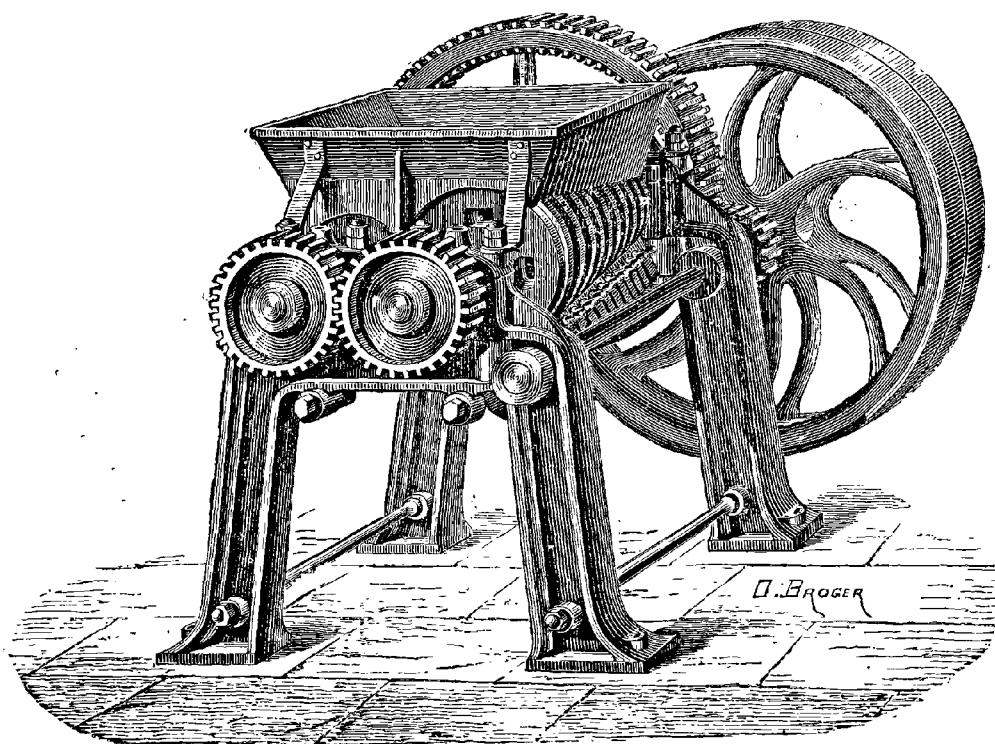
Notre grande manufacture se releva à l'exposition de 1878, de son quasi-échec de 1867, et elle est entrée dans la voie des progrès qu'on est en droit d'exiger d'elle, puisqu'elle coûte annuellement près de 500,000 fr. à l'État, et qu'elle en produit à peine 100,000.

Mais il ne faut pas la considérer seule-

ment au point de vue spéculatif, et l'admettre bien plutôt comme un grand conservatoire d'une des branches importantes de l'art industriel.

C'est à ce titre qu'elle possède un musée de céramique, unique au monde, et où l'on admire les plus beaux et les plus rares spécimens des productions anciennes et modernes de tous les pays.

Outre le musée et les galeries d'exposi-



Machine broyeuse à cylindres, de MM. Boulet et Lacroix.

tion, des produits si variés et si intéressants de la manufacture, ouverts tous les dimanches au public, on peut visiter, certains jours de la semaine, les différents ateliers et assister à presque toutes les phases de la fabrication des produits.

Ces phases sont généralement curieuses ; nous allons les indiquer en détail, en adoptant les grandes divisions suivantes :

Préparation des pâtes, façonnage, glaçure, décoration, cuisson.

PRÉPARATION DES PÂTES

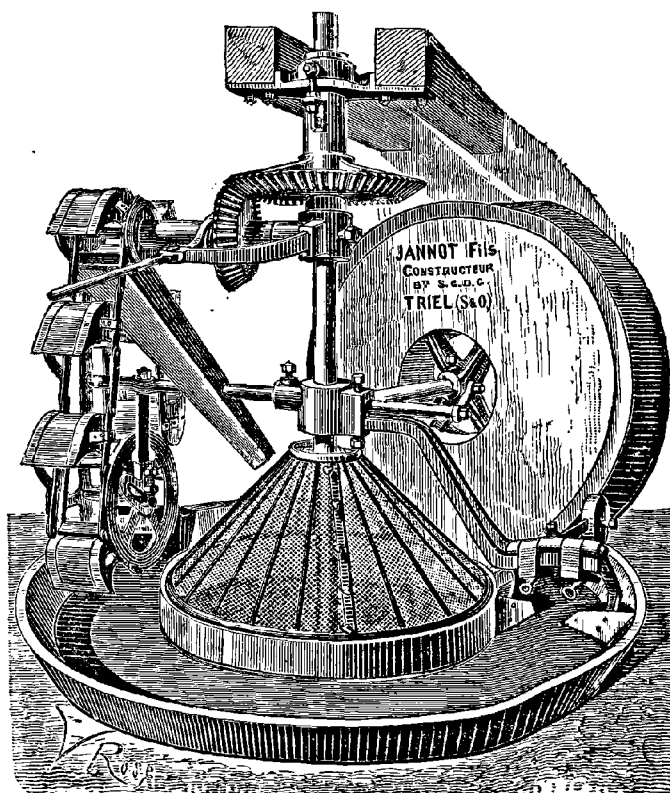
Nous avons dit que le kaolin était la matière première de la porcelaine dure ; celui qui est employé à Sèvres provient de Saint-Yrieix la Perche, à 26 kilomètres de Limoges, et est tiré des carrières de Marcagnac et du clos de Barre.

Les mêmes carrières fournissent aussi le feldspath qui donne la translucidité, le *pe-tun-tse* des Chinois, et que les fabricants

de porcelaine appellent plus communément caillou.

Le kaolin est employé dans la fabrication des pâtes, soit comme kaolin argileux, kaolin caillouteux ou sable de kaolin, additionné, outre le pe-tun-tse, indispensable, de plus ou moins de craie de Bougival, de sable siliceux d'Aumont (près de Creil) ou d'argile plastique recueillie à Abondant, dans la forêt de Dreux, selon les usages auxquels on destine ces pâtes.

Il y en a de trois sortes : la pâte de service ordinaire qui sert à faire la vaisselle et les petites pièces ; la pâte de sculpture avec laquelle on fabrique, sans glaçure, les bustes, les groupes et les statuettes dits en biscuit de Sèvres ; sa couleur est d'un blanc tirant sur le bleu, et a l'aspect du beau marbre de Carrare ; et la pâte chinoise due à M. Régnier, chef d'atelier sous la direction Brongniart, qui est surtout propre à la fabrication des grandes pièces.



Broyeur à tamis conique central (système Janot).

La pâte de service doit contenir 58 pour cent de silice, 35 d'alumine, 4 de chaux et 3 de potasse.

La pâte de sculpture se compose de :

Argile de kaolin caillouteux	64	pour cent
Feldspath	16	»
Sable d'Aumont	16	»
Craie de Bougival	4	»

La pâte chinoise, destinée à la fabrication

des grandes pièces et qui a besoin d'être plus plastique, renferme :

Argile de kaolin caillouteux de 42 à 44 pour cent	
Argile plastique d'Abondant	21 à 25
Feldspath	16 à 17
Sable quartzeux d'Aumont	16 à 9
Craie de Bougival	4 à 5

Mais quelle que soit la composition de la pâte, la préparation s'en fait toujours de la même manière.

Que le kaolin brut caillouteux (c'est-à-dire, en granules plus ou moins quartzeux et friables) soit sablonneux, c'est-à-dire en poudre où le quartz est très visible, soit argileux, ce qui est son état le plus satisfaisant, il faut d'abord qu'il soit débarrassé par un lavage, du sable feldspathique qu'il contient encore.

A cet effet, on le laisse sécher et on le réduit en poudre grossière, soit à la batte à main, soit sous les meules broyeuses, soit mieux encore au moyen d'une tailleuse d'invention récente et déjà très employée pour le déchiquetage des terres plastiques.

Cette machine, construite par MM. Boulet et Lacroix, n'exige que la force d'un cheval et taille facilement trente mètres cube de terre par journée de travail; pour que son fonctionnement, que l'on comprendra facilement par l'examen de notre gravure, soit aussi satisfaisant que possible, il faut que la poulie motrice fasse de 110 à 120 tours par minute.

Sortant de là, le kaolin est arrosé d'une petite quantité d'eau, dont on le laisse s'imprégner pendant vingt-quatre heures, après quoi on le délaye dans une cuve remplie d'eau, dans laquelle se meut, comme dans les malaxeurs ordinaires, un agitateur vertical muni de bras,

Le sable plus lourd se dépose au fond de la cuve, et l'argile entre en suspension dans l'eau; on soutire cette eau trouble que l'on verse dans des cuves échelonnées, où on la laisse jusqu'à ce que l'argile se soit déposée.

Dans cet état, surtout si l'on a eu soin d'en séparer les impuretés en la passant sur un tamis au sortir de la première cuve, elle peut entrer dans la fabrication.

Mais ce n'est là qu'une partie de la pâte, reste à traiter le sable, que le lavage a séparé du kaolin qui est le pe-tun-tse, et le sable ou feldspath d'alliage.

Ces matières dures sont d'abord *étonnées* pour en faciliter la réduction en poudre, c'est-à-dire, chauffées à une haute tempéra-

ture et jetées toutes rouges encore dans l'eau froide, qui détruit ainsi leur ténacité et les rend plus friables.

Ensuite on les broie à sec; il y a pour cela, maintenant, une machine à cylindres qui est un heureux perfectionnement des broyeuses américaines, dont nous avons déjà parlé dans notre travail sur la métallurgie, pour la pulvérisation des minerais.

Cette machine, actionnée à 130 tours de volant par minute, peut produire de 12 à 15 mètres cubes de matières par dix heures.

Mais à la manufacture de Sèvres, dont l'outillage a été refait pour sa nouvelle installation, et où l'on ne tient pas à aller très vite pourvu que l'on fasse très bien, on se sert de meules verticales munies de râteaux, qui ramènent dessous automatiquement la matière qui n'est pas suffisamment broyée, analogues, en un mot, à la broyeuse de M. Janot de Triel, que nous avons déjà eu occasion de décrire, mais que nous remettons sous les yeux de nos lecteurs pour leur éviter des recherches.

Les matières broyées une première fois, on les crible soigneusement, puis on achève de les pulvériser à l'eau dans des moulins particuliers qu'on appelle *tournants*, et qui ressemblent assez aux moulins à farine.

Ces *tournants*, sont composés de deux meules de grès, placées horizontalement dans une cuve en bois, sans fond. La meule inférieure est fixe, tandis que la supérieure, mobile et entraînée dans un mouvement de rotation sur elle-même par le moteur de l'usine, frotte dessus, en écrasant naturellement les parties grossières qu'elle rencontre.

Le résidu de l'opération est ensuite soumis au lavage par décantation, comme on l'a fait déjà pour les argiles, mais beaucoup plus facilement.

Reste maintenant la deuxième série des opérations, qui est la préparation proprement dite des pâtes, et qui a pour objet

d'obtenir un mélange aussi intime que possible des matières premières.

Pour obtenir cette parfaite homogénéité, à laquelle la pâte de la porcelaine de Sèvres doit surtout sa supériorité sur les porcelaines des manufactures privées, on jette toutes les matières quand elles ont été soigneusement dosées, soit par des pesées directes, soit en employant des volumes déterminés, dans une tonne à malaxer d'une disposition spéciale.

C'est une grande cuve pleine d'eau, dans laquelle une roue, munie de jantes de bois, pousse des blocs de pierre pesant au moins 100 kilogrammes, lesquelles glissant à frottement avec une vitesse de huit tours par minute, sur le fond de grès très dur de la cuve, augmentent encore la ténuité de toutes les molécules composant la pâte.

Mais ce qu'on obtient ainsi n'est pas de la pâte, et bien qu'on n'ait employé qu'une quantité d'eau insuffisante pour que les matières se déposent par ordre de densité, ce n'est que de la bouillie, qu'il faut raffermir au plus vite pour que ses composés ne se séparent pas.

Cette expulsion d'une partie de l'eau est ce qu'on appelle le *ressuage*, qu'on obtient de différentes façon.

Par le système ancien, on versait la bouillie dans des caisses en plâtre appelées coques. Ce procédé est excellent, par la raison que le plâtre gâché clair, absorbe promptement l'eau avec laquelle il est en contact, et raffermir ainsi la pâte, mais il est très coûteux par le matériel considérable qu'il exige.

Le procédé trouvé par MM. Honoré et Grouvelle est bien plus pratique, il consiste à enfermer la pâte claire dans des sacs de grosse toile, préalablement trempée dans l'huile bouillante (pour empêcher l'eau d'en altérer le tissu) et à placer ensuite ces sacs par lits de quatre, séparés par des planches sous les plateaux d'une presse.

Dans le principe on se servait, pour cela, d'une presse à percussion, mais mainte-

nant on accélère la filtration de l'eau par un système de pression atmosphérique, imaginé par M. Alluaud.

Cet appareil comprend une trémie en fonte, munie d'une grille hémisphérique convexe, que l'on recouvre d'une étoffe de laine, serrée mais perméable à l'eau, et sur laquelle on verse la pâte à ressuier.

On fait le vide dans des cylindres placés au-dessous de l'entonnoir et la pression atmosphérique commande la filtration de l'eau.

Pour cela, les cylindres sont munis de deux robinets, placés à la partie supérieure, dont l'un communique avec l'air, et dont l'autre sert à mettre le cylindre en communication ou avec la trémie ou avec un réservoir d'eau supérieure; un troisième robinet, placé à la partie inférieure, et mu par la même tige que le précédent, communique avec un tuyau de décharge, de 10 à 11 mètres de long, et qui va plonger dans un réservoir d'eau inférieur.

On remplit d'abord le cylindre d'eau empruntée au réservoir supérieur en laissant ouvert le robinet à air; sitôt que l'eau jaillit par ce robinet, on le ferme, et, changeant le sens des deux autres robinets, on produit dans le cylindre un vide barométrique indiqué intérieurement par un manomètre.

Ce n'est pas tout encore, la pâte ressuée, raffermie, doit être à nouveau pétrie, et l'expérience a démontré qu'elle donnait des résultats d'autant plus avantageux qu'elle avait été remuée plus souvent.

Le pétrissage se fait ou au malaxeur ou dans l'aire, par le marchage sur un cercle plan, qu'un ouvrier opère en piétinant dessus en partant du centre et en tournant en spirale vers la circonférence; ce travail terminé il relève la pâte en masses d'environ 25 kilogrammes, qu'on appelle ballons et qu'on porte de là sur des tours spéciaux, où ils sont ébauchés, quelquefois même tournassés.

Après le pétrissage, vient le pourrissage

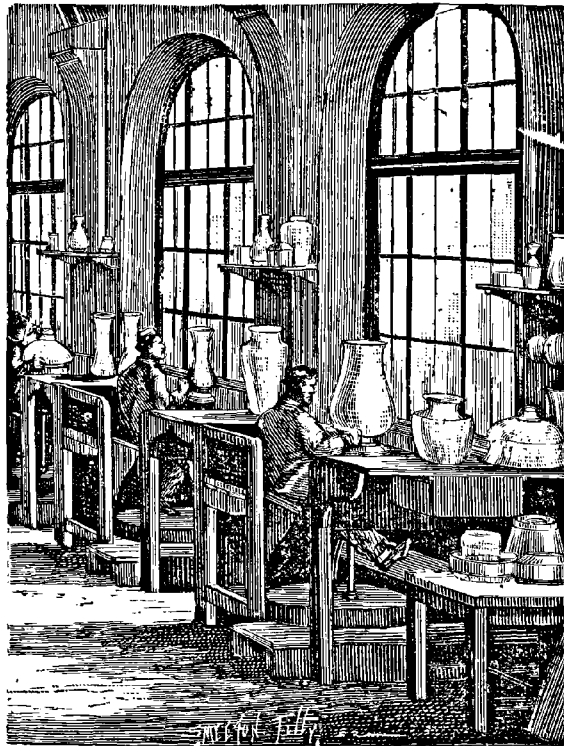
que nous avons déjà suffisamment expliqué et que l'on prolonge le plus longtemps possible, étant généralement admis par tous les fabricants : que les pâtes anciennes se travaillent beaucoup mieux que les nouvelles, qu'elles sont moins susceptibles de gauchissements et de fissures, soit au séchage ou à la cuisson.

On trouve encore moyen d'ajouter à la

bonne qualité des pâtes neuves en les mélangeant d'une certaine quantité de *tournassures* anciennes, c'est le nom qu'on donne aux copeaux enlevés aux pièces ébauchées par le tournassage, opération que nous décrirons tout à l'heure.

FAÇONNAGE DES PÂTES

Le façonnage est la première des opéra-



Atelier de tournage de la Manufacture de Sèvres.

tions de la fabrication proprement dite.

Les procédés en sont variables, selon la forme, les dimensions et l'épaisseur des pièces qu'il s'agit d'obtenir ; ils reposent ou sur l'emploi du tour, qui permet à la main de l'ouvrier de donner à la pièce un profil régulier, au besoin même compliqué ; ou sur l'emploi de moules, soit avec de la pâte liquide qu'on appelle *barbotine*, pour les petites pièces, soit avec de la pâte affermie comme pour le tournage.

De là trois sortes de procédés : le tournage, si l'on ébauche sur le tour ; le moulage, si l'on ébauche au moule avec de la pâte affermie ; et le coulage, si l'on procède avec de la pâte liquide.

TOURNAGE

L'ébauchage sur le tour se fait exactement comme le façonnage des poteries grossières et l'instrument est le même, seulement l'opération, qui est peut-être la

plus intéressante des phases par lesquelles la terre passe pour devenir vase, tasse ou cuvette, est infiniment plus délicate.

La pâte ayant subi, au sortir des fosses de pourrissage, un battage préalable, l'ouvrier en prend une masse proportionnée à l'objet qu'il veut faire, et après l'avoir pétrie dans ses mains, frappée avec force sur une table de marbre, repétrie de nouveau pour en

expulser jusqu'à la moindre bulle d'air, il la pose sur la tête du tour, qu'on appelle *girelle*, met le tour en mouvement, et les mains mouillées de *barbotine* (bouillie très claire de pâte à porcelaine), il élève la terre en cône, la rabaisse comme pour en faire une lentille, perce cette lentille avec ses pouces et, l'élevant de nouveau, lui donne par la simple pression de ses doigts les



Atelier du petit moulage, à Sèvres.

formes les plus délicates et les plus variées.

Les petites pièces s'ébauchent seulement avec les doigts par l'opposition du pouce à l'index, soit d'une seule main, soit des deux à la fois; l'ébauchage des grandes pièces se fait avec les mains et les poignets opposés l'un à l'autre; l'ouvrier augmente l'étendue de ses doigts en se servant d'une éponge fine, mais dans un cas comme dans l'autre, la pièce conserve à l'ébauchage une telle épaisseur, qu'on ne peut se faire qu'une idée

vague de la forme définitive qu'elle doit avoir.

Cette épaisseur voulue, a sa raison d'être dans la fusibilité de la pâte à porcelaine, et elle a pour objet, surtout, d'éloigner le plus possible de la pièce, telle qu'elle doit être, les surfaces internes et externes de l'ébauche, qui ont reçu toutes les pressions successives ayant amené sa transformation.

En somme, l'ébauchage ne donne en quelque sorte qu'un bloc, duquel sortira

après nombre d'opérations de finissage, la pièce qu'on veut fabriquer.

MOULAGE

Les pièces que leurs dimensions : soit trop grandes, soit trop petites, empêchent d'être modelées au tour, de même que les anses et les ornements qu'on ajuste après coup aux vases, sont ébauchés par le moulage.

Les modèles employés pour cela, peuvent être en plâtre, gaché serré et durci à l'huile siccativ, ou en étain, ou en bronze; cela n'a pas d'importance, puisqu'ils ne constituent pas le moule, qui est fait sur ce modèle type en deux parties se raccordant exactement, soit en plâtre, soit en terre demi-cuite ou déglacée; l'important est de savoir que dans le moule en plâtre les dimensions de la pièce augmentent d'un pour cent, tandis qu'elles diminuent, plus ou moins, dans les moules en terre cuite.

Du reste, comme il y a plusieurs espèces de moulage, les moules varient de formes, selon les pièces qu'il s'agit de faire.

Le moulage se fait, suivant les cas, à la balle, à la croûte et à la housse.

Pour le *moulage à la balle*, l'ouvrier prend deux balles de pâte, qu'il introduit exactement dans les cavités de chacune des deux coquilles du moule, qu'il rapproche ensuite, après en avoir enduit les bords de barbotine pour augmenter l'adhésion de la pâte; aussi bien que pour éviter les bavures trop fortes.

Ce système est employé pour les vases sculptés et ornementés de moyenne grandeur, pour les pièces de garniture et tous autres ornements d'application qui doivent rester pleins.

Il demande, dans tous les cas, une grande adresse, car il faut que la pression exercée par le mouleur pour obtenir une empreinte nette, soit égale sur toute la pièce moulée; il faut aussi, ce qui est surtout délicat lorsqu'il s'agit d'un vase assez élevé, qu'il le fasse sortir du moule sans le déformer et

sans produire le moindre gauchissement, qui, bien que réparé, se reproduirait à la cuisson.

Cette opération est très simple pour une pièce de garniture isolée, puisque la partie qui reste en saillie dans l'une des deux coquilles, sert à la prendre pour l'enlever du moule, mais quand il s'agit d'un ornement d'application, destiné à être posé sur une surface concave ou convexe, on ne peut la sortir du moule qu'au moyen d'une petite pelote de pâte, que l'ouvrier tient à la main, et qu'il applique contre la pièce, encore engagée dans le moule, de façon à en faire une sorte de poignée.

L'habileté est d'ailleurs indispensable dans toutes les opérations du façonnage.

Le *moulage à la croûte*, appliqué aux pièces creuses d'une grande dimension telles que les soupières, et aux garnitures creuses telles que becs de théières, de cafetières, se fait avec une feuille de pâte obtenue, de l'épaisseur nécessaire, sur une toile forte ou une peau mouillée, posée sur une table en pierre, au moyen d'une espèce de rouleau de pâtisseries.

On dépose cette croûte et on la fait adhérer avec une éponge, sur la convexité mouillée du noyau en plâtre, qui doit former l'intérieur du vase; on pose ensuite par-dessus le moule creux qui sera l'extérieur de la pièce et qui, étant plus sec, enlève la croûte au noyau.

Ce moule renversé, c'est-à-dire, placé dans la position naturelle du vase, on presse la croûte contre ses parois, d'abord avec l'éponge, ensuite avec des tampons remplis de poussière de pâte à porcelaine.

Pour les becs de théières, l'opération se modifie en ce sens qu'on ne se sert pas de noyau et qu'on applique la pâte au doigt et à l'éponge dans les deux coquilles du moule, de façon à polir le canal intérieur que formera le creux de la pièce, on réunit ensuite les deux parties en ayant soin de laisser dans le canal, un petit tampon de linge,

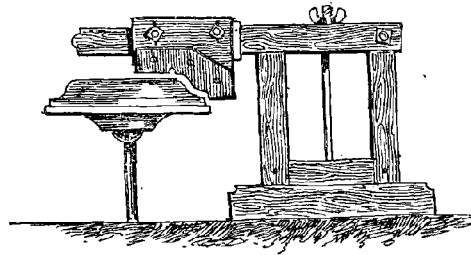
qu'on en retirera ensuite, pour enlever de l'intérieur les bavures du moule.

Le *moulage à la housse* n'est employé que pour les pièces que l'on ébauche au tour.

Retirées de sur la girelle, on les place encore molles dans un moule de plâtre creux contre les parois duquel on les applique avec une éponge. Quelquefois pourtant,

c'est l'inverse qui se produit, ainsi le moule qui a la forme d'un noyau et peut donner directement des dessins à l'intérieur, est posé sur le tour; et l'on place la housse dessus et on l'y fait adhérer pendant que le tour est en mouvement.

Pour les pièces, dites de petit creux, on fait mieux encore, au point de vue économique surtout, car on moule mécanique-



Calibrage des assiettes.

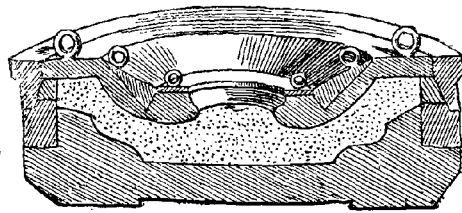
ment en faisant à la fois l'ébauchage et le moulage.

Le moule creux est placé sur le tour en même temps qu'une balle de pâte, que l'on fait monter, soit en la perçant avec les doigts, soit même avec une sorte de noyau, qui les remplace, le long des parois du moule.

Le *calibrage* est un procédé du même

genre, plus expéditif et plus régulier, qu'on emploie maintenant partout pour le finissage des assiettes, soucoupes et de toutes les pièces plates de révolution.

Après avoir été ébauchées, soit au tour, mais plus généralement par le moulage à la croûte, on les pose renversées sur un tour spécial dont le noyau présente la forme



Moules à assiettes de M. Hubert Moreau.

intérieure qu'elles doivent avoir, et qui se meut sous un calibre, qui présente à son bord interne le profil exact, découpé dans une lame d'acier, de leur forme extérieure.

Ce calibre, de même aspect que ceux dont les maçons se servent pour faire les ravalements des maisons, est fixé à charnière sur un support convenable; établi au-dessus

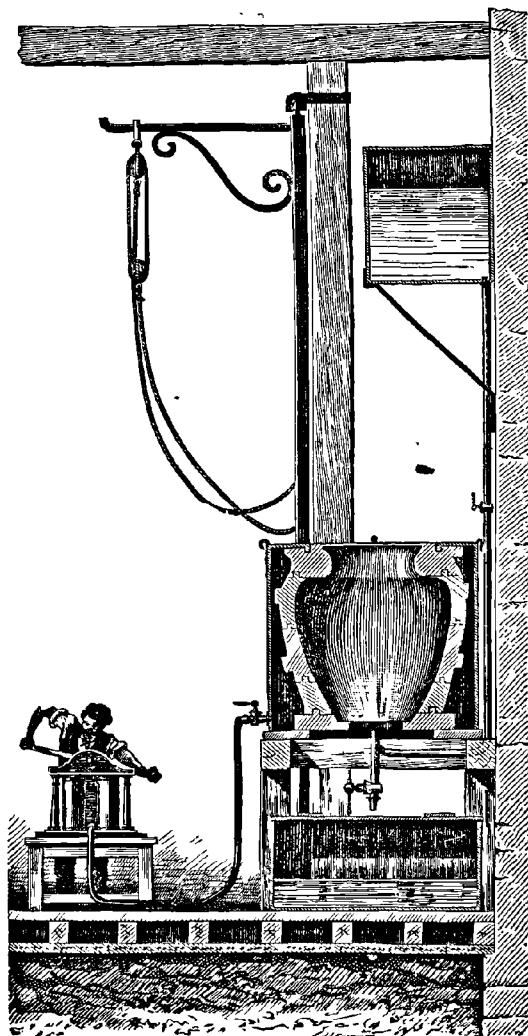
du tour, il peut, au moyen d'écrous, être baissé ou haussé à volonté, de manière à régler l'épaisseur que l'on veut donner aux pièces.

C'est par ce moyen, que notre dessin fera bien comprendre, que l'on fait à Sèvres des assiettes d'une régularité, d'une minceur et d'une légèreté remarquables.

Le calibre est également adopté dans toutes les usines industrielles, dans quelques-unes, notamment à Mehun, chez M. Pillywuyt, à Bordeaux, les assiettes sont ébauchées au moulage, dans des moules spéciaux inventés par M. Hubert Moreau, car les moules ordinaires présentent un inconvé-

nient : le plâtre se gonfle au fur et à mesure qu'il est en prise avec la barbotine, et augmente de volume à ce point que la vingtième assiette, tirée dans le même moule, diffère de deux centimètres et plus de la première.

Dans le moule nouveau le gonflement



Coupe de l'appareil Regnault pour l'emploi du vide dans le moulage.

graduel du plâtre disparaît et il n'y a plus ce gauchissement qui déforme les assiettes.

Il se compose d'une mère en plâtre durci à l'huile grasse, et présentant la forme intérieure de l'assiette, cette mère est surmon-

tée d'une couronne en zinc d'une seule pièce qui fait obstacle au gonflement du plâtre au moment de la coulée.

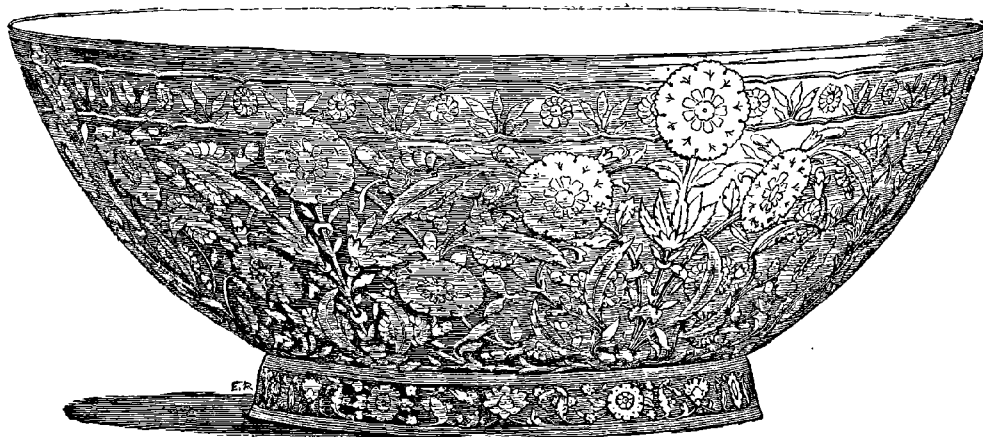
Sur cette couronne adhérente, on en place, pour régler le diamètre et la hauteur du

moule, une autre composée de trois pièces | tant dans le cercle adhérent à la mère; les
qui sont réunies dans une chape s'emboî- | autres parties du moule sont formées de



Atelier de moulage à la croûte et de garnissage.

pièces en zinc, s'adaptant dans une chape | facile pour le moulage, qu'elles sont munies
qui détermine la forme extérieure de l'as- | d'anneaux métalliques.
siette, et sont d'un maniement d'autant plus | En consultant notre dessin, qui est une



Jatte chinoise coulée, décors en pâte de couleurs appliquées au pinceau.

coupe du moule, on se rendra facilement | que la partie surplombante qui reste au
compte de son usage, et l'on comprendra | milieu de l'assiette, sert pour la retirer du

moule; elle disparaît d'ailleurs par les opérations du rachevage.

COULAGE.

Le coulage, qui est un moulage à la pâte liquide, est surtout employé pour la fabrication des pièces extrêmes, c'est-à-dire les infiniment grandes et les infiniment petites; on l'applique aussi au façonnage des plaques, tables, tubes, colonnes, qu'on ne saurait exécuter autrement.

Son principe repose sur la propriété que possède le plâtre, d'absorber l'eau avec laquelle on le met en contact, et l'on prépare la pâte en conséquence.

On mélange de la pâte neuve, avec son poids de rognures, provenant du tournassage des pièces, et on la délaye dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle forme une bouillie très claire, qu'on appelle barbotine et que l'on filtre dans un tamis de laiton, avant de la verser dans les moules.

S'il s'agit d'une plaque, le coulage se fait sur une plaque en plâtre humectée, et encadrée dans une bordure de planches. Dès que la barbotine s'est suffisamment raffermie par l'absorption de l'eau dans le plâtre, on enlève les planches de bordure et on retourne la plaque de pâte sur une autre plaque de plâtre très sèche, où on la laisse de 10 à 15 jours, jusqu'à ce qu'elle ait atteint un degré de dessiccation convenable.

Cette opération est extrêmement difficile lorsqu'il s'agit de pièces de grandes dimensions.

Le coulage des tubes se fait dans des moules à deux coquilles, que l'on réunit ensemble et que l'on pose verticalement; on bouche d'un tampon l'extrémité inférieure du moule, que l'on remplit de barbotine, et on l'y laisse un moment, puis on retire le tampon pour laisser écouler le liquide qui n'a pas adhéré aux parois du moule; on recommence cette opération jusqu'à ce que la

partie adhérente ait atteint l'épaisseur voulue.

L'opération la plus délicate est la fabrication de certaines tasses presque transparentes à force d'être minces et qu'on appelle coquilles d'œufs.

Ce n'est pas le moulage de la tasse proprement dite qui présente les difficultés sérieuses, puisqu'il n'y a qu'à verser la barbotine dans un moule en plâtre et à décanter le trop plein pour obtenir l'épaisseur voulue, mais c'est celui de l'anse, qui doit être creuse pour ne pas augmenter le poids de la tasse.

On procède par injection, car la barbotine qu'on verserait dans le moule, ne tarderait pas à le remplir complètement; on se sert pour cela d'une petite seringue qui chasse le liquide dans le moule, par un petit tube disposé à l'entrée; un tube semblable favorise la sortie de l'excédent de liquide.

Naturellement, on répète l'injection jusqu'à ce que l'anse ait atteint l'épaisseur voulue, ce qui est assez difficile à préciser.

Pour les très grandes pièces, qui sont aussi de fabrication courante à Sèvres, où l'on a fait beaucoup, si l'on n'en fait plus maintenant, de grandes jattes chinoises comme celle que représente notre gravure, et qui atteignent et dépassent même 80 centimètres de diamètre, c'est une tout autre affaire.

On a d'ailleurs des procédés spéciaux qui demandent un outillage.

La barbotine est déposée, en quantité plus que suffisante, dans un bac placé le long d'un mur à une certaine hauteur, et mis en communication, par un tuyau, avec le moule, percé à cet effet d'un orifice à sa partie inférieure, et placé sur une espèce de table, dont le dessous est occupé par une cuve, destinée à recevoir l'excédent de la barbotine nécessaire au coulage et qu'on soutire au moyen d'un robinet, s'adaptant au trou de réception.

On comprend que la barbotine, arrivant par le bas, monte graduellement dans le

moule sans secousses et par conséquent sans former de bulles d'air.

Reste à boucher le trou qui perce le fond de la pièce, ce que l'on fait en y adaptant d'abord un bouchon de plâtre très sec et en coulant par-dessus, pour plus de précaution, assez de barbotine, très épaisse, pour faire un nouveau fond à la pièce.

Ce qui est difficile dans le coulage de ces vases géants, c'est de maintenir la pâte liquide aux parois du moule, car l'éponge et la pression manuelle, qui d'ailleurs déformeraient la pièce, y sont insuffisantes, et l'on est obligé d'opérer une pression en quelque sorte mécanique, soit au moyen de l'air comprimé, soit avec l'air libre, en faisant le vide extérieurement.

Dans le premier cas, une fois que la barbotine a rempli, au moyen d'un tuyau en caoutchouc, le moule hermétiquement fermé, on ouvre un robinet inférieur pour laisser échapper l'excédent, et l'on met en mouvement une pompe à compression, au moyen de laquelle l'air comprimé, conduit dans le moule par un autre tube, colle aux parois la pâte légère qui, sans cela, s'affaisserait, et n'adhérerait pas.

Dans le second cas, le plus usité à Sèvres, au moyen de l'appareil Regnault, qu'une de nos gravures représente, la partie supérieure du moule est ouverte pour donner accès à l'air et tout le reste est recouvert d'une caisse de tôle; la barbotine, une fois injectée, on fait avec une machine pneumatique, le vide entre la caisse de tôle et les parois extérieures du moule, et la pression atmosphérique, s'exerçant par l'ouverture supérieure, on obtient le même résultat qu'avec la pompe foulante.

Il nous reste à parler maintenant du procédé de coulage adopté pour les plateaux des cabarets, déjeuners, services à thé.

Au lieu de verser la barbotine dans le moule, on fait glisser celui-ci dans un bain de pâte liquide où il se recouvre naturellement, dessus et dessous, de pâte bientôt

affermie par la porosité du plâtre gâché très clair; mais on en est quitte pour gratter la face inférieure du moule avec un couteau dont la lame sert à détacher le faux bord du plateau, lequel se dessèche sur le moule comme dans les coulages ordinaires, car quel que soit le mode employé, le démoulage ne s'opère que lorsque la pâte a acquis assez de solidité pour ne plus redouter la déformation.

En général, on ne se presse point de retirer les pièces des moules, excepté lorsque, comme les garnitures creuses, bec de théières et autres, elles demandent à être terminées sans délai.

LE RACHEVAGE

Les pièces façonnées, soit au moyen du tournage, soit au moyen du moulage, on laisse sécher un peu la pâte, après quoi on se livre à une série d'opérations qui constituent le *rachevage* ou *reparage*; car les pièces ne sont en somme qu'ébauchées.

Ces opérations sont nombreuses et presque toutes très délicates.

Les pièces qui ont été façonnées sur le tour subissent d'abord le *tournassage*; elles sont reposées sur la girelle ou sur un tour spécial, et à l'aide d'une série d'instruments, de formes et de calibres divers, qu'on appelle *tournassins*; mais qui ressemblent assez aux outils des tourneurs sur métaux, l'ouvrier enlève l'excédent de pâte présentée par l'ébauche et laissée à dessein pour ménager une dessiccation lente, creuse les gorges, arrondit les saillies, accentue les arêtes, rabat les moulures, revers de feuilles, baguettes, et réduit le vase à l'épaisseur déterminée.

Quand il a fini, il en polit la surface avec une lame de corne.

Les copeaux provenant de cette opération, et qu'on appelle *tournassures*, sont employés, comme nous l'avons dit, à la bonification des pâtes neuves.

Les pièces moulées subissent une opération à peu près identique, qui constitue le reparage proprement dit, mais qu'on appelle aussi le *grattage*, parce qu'au moyen d'instruments nommés *gradines*, on enlève les coutures et autres saillies provenant du moulage.

Les opérations suivantes sont communes à toutes les pièces, soit tournées, soit mou-

lées. Il y a : le remplissage, le sculptage, l'estampage, le garnissage et l'évidage.

Le *remplissage* consiste à faire disparaître, en les bouchant avec de la pâte raffermie, mais sans compression, les gerçures, les défauts en creux et les trous que le tournage ou le grattage ont pu mettre à découvert.

Le *sculptage*, en raison duquel, comme



Atelier de rachevage à la manufacture de Sèvres.

son nom l'indique, on creuse les ornements en relief, qui ne peuvent avoir encore qu'une forme assez grossière.

Cette opération, faite avec habileté, devient un procédé sinon absolument de fabrication, mais tout au moins de décoration, que l'on appelle à Sèvres, où l'on fait ainsi des pièces de dimensions très variées et d'une grande valeur artistique, *sculpture en pâte crue sur cru*.

Ce procédé, dont les Chinois ont tiré un

très grand parti, consiste à appliquer au pinceau, sur une pièce unie ou en relief, de la pâte blanche ou colorée, pour obtenir des reliefs d'une forme déterminée, soit ton sur ton, ou sur un fond d'une autre couleur.

On peut modeler ensuite la pâte par incision et grattage, comme si c'était une ébauche moulée, pour produire des saillies serrées et très nettes.

« Cette méthode, dit M. Salvetat, permet de conserver religieusement la touche du

sculpteur si souvent altérée par les opérations du moulage. Elle ajoute encore à la valeur artistique de la pièce faite par ce moyen, le mérite de constituer en quelque sorte un objet unique, puisqu'il n'a pas été

confectionné dans le but de multiplier les épreuves.

« Le même motif, encadré différemment, ajusté dans d'autres données, peut présenter sans frais de composition la plus grande



Vase de Rimini, décor en pâte blanche sur fond Céladon, forme de M. Diéterle, figures de M. Regnier.

variété d'aspects. Par le moulage, au contraire, pratiqué comme on est dans l'usage de le faire, on n'obtient qu'une reproduction fâcheuse pour des objets d'art.

« Lorsqu'on fait usage de pâtes de diverses couleurs, on peut produire les effets

LIV. 117.

les plus heureux, et les plus belles productions en ce genre qu'ait offertes la manufacture de Sèvres sont les vases dits en Céladon, rehaussés de sculptures en pâte blanche. Au lieu des pâtes vert d'eau, on peut faire un fond de toute autre nuance et

117

créer de la sorte des poteries très variées et du meilleur goût. »

Comme spécimens de ce genre de fabrication nous donnons une grande jatte chinoise et un vase de Rimini, qui sont deux pièces remarquables de la fabrication moderne de Sèvres.

La jatte, dont le coulage a déjà été une difficulté, est pour la forme de M. Peyre et sa décoration consiste en pâte de couleurs variées, appliquées au pinceau d'après les dessins de M. Diéterle. Le vase de Rimini est à fond céladon, rehaussé de sculptures en pâte blanche, la forme est de M. Diéterle, les figures de M. Régnier; c'est d'ailleurs une pièce magnifique.

L'estampage consiste dans l'application des ornements en creux, ou sur champ creux, soit avec des poinçons ou cachets, soit avec des molettes; dans le dernier cas l'opération prend le nom de *moletage*.

Le *garnissage* comprend deux sous-opérations : le collage et l'applicage, qui toutes deux ont pour objet l'addition des anses, des becs, des pommes de couvercles, de certains ornements en relief, comme perles, fruits et fleurs quelconques, fabriqués d'avance et que l'on n'a qu'à coller sur les pièces avec de la barbotine.

Rien de plus simple quand la pièce est humide et que la garniture a été préservée d'une trop grande dessiccation, par l'application à ses extrémités de petites balles de pâte fraîche; on les ajuste et l'on fait sur les deux surfaces, qui doivent être collées ensemble, des raies croisées qui les rendent rugueuses et que l'on enduit de barbotine avec une petite spatule; le collage se fait parfaitement.

Mais lorsque les pièces sont sèches; comme elles absorbent promptement l'humidité, la barbotine serait desséchée avant qu'elles ne soient en contact; alors on évite cette absorption, en enduisant d'eau gommée les surfaces qui doivent être soudées ensemble et l'on procède avec la barbotine, également

gommée, exactement comme dans le premier cas.

L'évidage consiste à faire, avec des lames coupantes, les jours et les ouvertures qu'on pratique généralement dans les corbeilles, les bordures de certaines assiettes et soucoupes.

L'évidage est aussi devenu un procédé de fabrication; il est même la base de deux, le façonnage des pièces riches qu'on appelle réticulées et le façonnage par incrustation.

Les vases réticulés, c'est-à-dire recouverts d'une enveloppe à jour en forme de rets, dont nous donnons comme spécimen un vase piriforme moulé par M. H. Régnier, s'ébauchent dans des moules qui donnent un trait en creux, indiquant les parties qu'il faut enlever, et se terminent par un évidage d'autant plus délicat, que le réseau, toujours d'une couleur tranchant sur celle du fond, est plus serré.

Dans ce cas, on se sert de lames très étroites et très aiguës, au besoin même de petites gouges qui font presque l'office d'emporte-pièce.

Le façonnage par incrustation est presque un procédé mécanique, qui permet de reproduire des vases anciens, coupes précieuses, à peu près comme on veut.

L'expérience en a été faite à Sèvres pour copier la coupe en faïence fine de Oiron, dite de Henri II, que représente notre gravure de la page 933.

On contre-épreuve une mère en plâtre sur la pièce elle-même, et on procède au moulage, dans ce moule, qui, naturellement trace les parties de pâtes de couleur qu'il s'agit d'incruster; naturellement aussi, au moyen de l'évidage, on creuse toutes ces parties aussi régulièrement que possible, et on les remplit, au pinceau, de pâtes de tons aussi variés que l'on veut et enlacés de la façon la plus bizarre, de manière qu'elles se trouvent en relief sur la surface de la pièce.

Si l'on veut éviter l'évidage et ne pas conserver de relief sur la pièce, c'est sur le

moule lui-même qu'on fait l'opération; les reliefs qu'on y applique donnent à la pièce des creux correspondants qu'on n'a plus qu'à remplir de pâtes de couleurs, pour obtenir l'effet désiré.

La coupe de Bologne, que nous reproduisons (page 933) a été faite ainsi.

SÉCHAGE

Quel que soit le mode de fabrication adopté, lorsque les pièces sont façonnées et rachevées, il faut leur faire subir une première dessiccation qui les met en état de supporter, non pas précisément l'action du feu qui doit leur donner la dureté et la translucidité, mais une demi-cuisson qu'on appelle *dégourdi*.

Dans beaucoup d'usines ce séchage se fait au soleil, ce qui a de grands inconvénients, ne fût-ce que celui d'une pluie subite qui ne laisse pas toujours le temps de rentrer les pièces, sans qu'elles soient mouillées.

Dans d'autres, on les expose dans des hangars, plus ou moins aérés, sur des planches superposées, et où l'on entretient du feu, au moyen de poêles disposés au centre de la pièce et dont les longs tuyaux traversant le magasin, servent de surface de chauffe.

M. Salvétat trouve que ce système, qui élève plus ou moins graduellement la température, mais ne chasse point la vapeur d'eau qui se répand dans l'atmosphère, laisse beaucoup à désirer, et il cite comme infiniment préférable celui que les manufacturiers anglais ont adopté, d'autant qu'il utilise la chaleur perdue des fours servant à la cuisson.

« Deux fours accolés sont placés près d'une cheminée commune; ces fours, dont le laboratoire forme un cône surmonté d'une calotte sphérique, sont séparés par une galerie qui donne accès, d'une face à l'autre, à deux chambres où se trouvent les cuiseurs; les alandiers, au nombre de six pour chaque four, trois de chaque côté, sont placés

immédiatement au-dessous du volume des marchandises à cuire.

« Les produits de la combustion s'élèvent au travers d'arcadons dont la surface supérieure forme le sol du four; ils traversent les matériaux qu'ils doivent porter à la température rouge, et s'échappent ensuite par une ouverture qui existe dans la calotte sphérique, limitant le laboratoire dans sa partie supérieure.

« Les fours n'ont donc pas de cheminée comme les fours ordinaires. Un canal horizontal, qui se recourbe pour passer dans les ateliers dits séchoirs, conduit ces gaz chargés de fumées épaisses, et portant encore une température élevée, dans les tuyaux circulant dans l'atelier, de manière à maintenir l'atmosphère à 30 ou 40 degrés centigrades. La vapeur d'eau, produite par la dessiccation des matériaux encore humides, est conduite, au moyen d'ouvertures communiquant avec un canal, qui dirige les fumées et les gaz chauds dans la cheminée d'appel.

« En sortant des séchoirs qu'ils ont échauffés sans dépense nouvelle, les gaz et les fumées reviennent dans la partie inférieure du four, se partageant en deux courants qui circulent entre les trois rangées de fourneaux; là, rencontrant les plaques de fonte portées au rouge, qui forment les parties latérales du foyer, ils se brûlent en dégageant une chaleur assez intense pour déterminer un tirage très violent, dans la cheminée verticale, dont la hauteur règle l'appel de l'air froid sur les grilles des alandiers chargés de charbon de terre.

« Avec deux systèmes de fours accolés, placés chacun à l'extrémité des séchoirs, on pourrait chauffer d'une manière continue; car on peut toujours avoir un four en feu, pendant qu'on en emplit un ou qu'on vide les deux autres, on a de la sorte, toute faculté pour cuire un four tous les trois jours. »

Cette installation n'est guère pratique à Sèvres où la fabrication n'est pas très

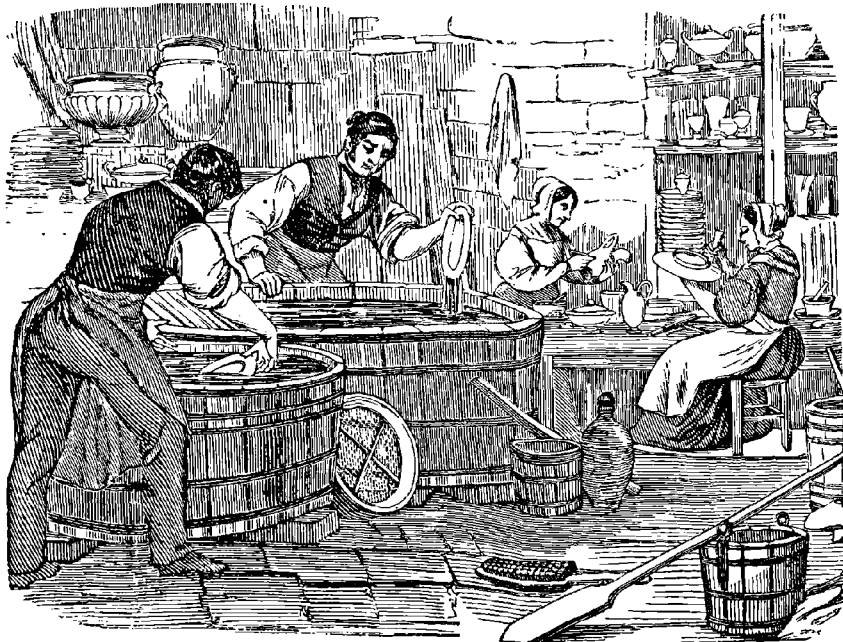
active, mais elle est recommandable pour les usines privées, dont la prospérité est en rapport avec le travail.

Les pièces suffisamment séchées, subissent seulement, comme nous l'avons dit, une demi-cuisson qui les met en état de recevoir la glaçure.

Cette demi-cuisson, qu'on appelle le *dégourdi*, s'obtient en mettant les pièces dans la partie supérieure du four, après les avoir préalablement enfermées, pour les préserver des souillures, dans des étuis en terre ré-

fractaire appelés *cazettes*; on les y laisse le temps d'une cuisson ordinaire, car si la température, en cet endroit du four, est assez forte pour faire évaporer toute l'eau que contient la pâte, elle est insuffisante pour la cuire complètement.

Sortant de là, la porcelaine est très poreuse, perméable à l'eau et par conséquent dans les meilleures conditions pour recevoir la glaçure; sorte d'enduit qui, se liquéfiant à une certaine température, recouvre les pièces d'une couche vitreuse qui les rend imper-



Pose de la glaçure. — Trempage, égouttage, retouchage.

méables aux liquides, augmente leur dureté et leur donne la translucidité qui est le caractère distinctif de la porcelaine.

GLAÇURE DES PIÈCES

La glaçure de la porcelaine, la *couverte*, puisque c'est le nom qu'on lui donne généralement, se compose, comme nous l'avons dit, de pegmatique de Saint-Yrieix qui contient environ 74 pour cent de silice, 18 d'alumine, 7 de potasse et 1 de chaux ou magnésie.

Cette roche broyée, réduite en poudre

impalpable, par les moyens que nous avons indiqués, est mise en suspension, dans une fois et demi son poids d'eau, avec cinq pour cent de pâte de sculpture, qu'on mélange intimement avec pour la rendre plus fusible et lui donner plus d'étente; on agite le tout, pour empêcher que la poudre ne tombe au fond, et l'on s'oppose encore à sa précipitation par une addition de vinaigre.

La pose de cette couverte, qui reste le plus souvent blanche, mais que l'on peut colorer selon les fabrications entreprises, se fait par immersion; on en est quitte, lorsqu'on veut

ménager des réserves qui doivent cuire à nu, ce qu'on appelle en *biscuit*, pour enduire au pinceau les parties que l'on veut préserver du vernis, d'une couche de suif ou de graisse fondue.

La théorie de cette opération s'explique d'elle-même : quand on plonge une pièce dans l'eau, devenue trouble par son mélange



Vase piriforme réticulé, moulé par M. H. Reguier.

avec les matières composant la couverte, elle absorbe du liquide et se trouve recouverte d'une couche de glaçure, plus ou moins épaisse, selon le temps de l'immersion qu'il appartient à la pratique de régler; car il est bien évident qu'une pièce de petite dimension n'a pas besoin d'une couche de vernis aussi épaisse qu'une très grande.

Naturellement, la partie par laquelle l'ouvrier tient la pièce pour l'immerger dans le haquet de couverte, ne prend point de



Coupe à incrustations, moulée.

glaçure; on l'y met après coup au pinceau, quelquefois même lorsque les pièces sont déjà séchées, ce qui n'a nul inconvénient et ne laisse aucune traces de raccord, puisque la cuisson liquifiera de nouveau la couverte; qui s'étendra également sur toutes les parties de la pièce, pour peu qu'elle soit bien posée.

Les mêmes femmes, qui appliquent de la glaçure aux endroits qui en manquent,



Coupe de Bologne, moulée par M. Diéterle.

enlèvent avec une brosse ou avec des gradines, souvent même avec un feutre, cette glaçure aux parties qui n'en doivent point avoir; notamment au-dessous des tasses, des assiettes, et de toutes les pièces qui pourraient se coller aux cazettes lors de la cuisson.

ENCASTAGE DES PIÈCES

Les retouches terminées, les pièces sont portées au séchoir où l'on s'occupera de leur *encastage*; car si les poteries communes peuvent être cuites pêle-mêle dans le four, il n'en est pas ainsi des porcelaines, qui doivent être protégées contre l'action des cendres, de la fumée, des flammes, et qu'on enferme pour cela dans des cazettes, qui, comme nous l'avons dit, sont des espèces de boîtes en terre réfractaire, de dimensions plus ou moins grandes selon les pièces qu'elles doivent contenir, mais de formes régulières pour pouvoir être empilées les unes sur les autres avec le moins de perte possible de place.

Mais il ne suffit pas de mettre les pièces dans les cazettes, il faut encore les consolider, car par leur propre poids elles s'affaibliraient et se déformeraient à la cuisson; et c'est ce qu'on appelle l'encastage.

L'encastage est une opération très délicate et qui nécessite des supports de toutes sortes pour se prêter à toutes les formes des pièces et éviter qu'elles soient placées en porte à faux.

Ces supports sont faits au moule et de la même pâte que la porcelaine à cuire, de manière à subir le même retrait par l'action du feu.

Les pièces creuses comme les pots, tasses, sont placées dans des cazettes dont le fond est parfaitement dressé et qui sont composées, pour cela, de cercles à talons superposés; sur les talons on pose des rondaux qui servent à supporter les pièces et les retiennent toujours verticalement.

Les assiettes, qui se cuisaient jadis dans

des cazettes à culs-de-lampes, sont encastées maintenant dans des cazettes inventées par M. Régnier, infiniment plus économiques en ce sens qu'elles en tiennent davantage, et qui sont divisées, ainsi qu'on le voit par notre dessin, en autant de compartiments, mobiles sur des supports ménagés dans les parois des cazettes, que l'on peut y mettre de pièces.

Mais il est un système beaucoup plus simple, l'encastage à *pernette*, pratiqué surtout en Angleterre; il consiste à placer entre chaque assiette un support circulaire qu'on appelle *pernette*, dont l'emploi est facile à comprendre par l'examen de notre dessin.

Comme on le voit, ces garnitures ont différentes formes, car le système n'est pas bon seulement pour les assiettes; elles portent alors les noms de pattes de coq ou colifichets.

Les grandes pièces, les vases ornés de sculptures ou d'ornements surajoutés, sont d'un encastage beaucoup plus difficile, car il faut des supports appropriés à leurs formes et fabriqués tout exprès.

Les parties qui sont en contact avec ces supports, doivent être dégarnies de couvertes, pour qu'il n'y ait pas d'adhérence; de plus on les *terre*, ce qu'on fait aussi pour le pied des vases reposant sur le fond de la cazette. Ce terrage se fait avec du sable mélangé d'un peu d'argile plastique, quelquefois même avec de la gomme dont on enduit le bord de la pièce.

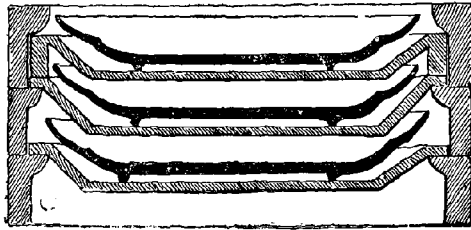
Les pièces cuisent généralement sur leurs pieds, quand celui-ci est assez fort; s'il est trop délicat on les cuit séparément et on les ajuste ensuite ensemble, au moyen d'une tige de fer munie d'écrous.

Certaines pièces comme les soupières, les tasses, se cuisent à *boucheton*, c'est-à-dire en reposant par leur orifice, sur un support plat ou légèrement conique.

Pour cuire les tubes, on ne les glace qu'intérieurement d'abord, on les place horizontalement les uns sur les autres, dans

une espèce de gouttière en porcelaine cuite, où ils sont terrés convenablement pour prévenir toute adhérence.

Les colonnes sont cuites verticalement, suspendues par un rebord ménagé dans la fabrication et qu'on enlève après la cuisson.



Encastage Regnier.

CUISSON DES PIÈCES

L'encastage terminé, on procède à l'enfournement qui se fait comme nous l'avons dit, en empilant les cazettes l'une sur l'autre en plusieurs rangées circulaires, en laissant entre elles un espace suffisant pour que la flamme puisse se répandre également partout.

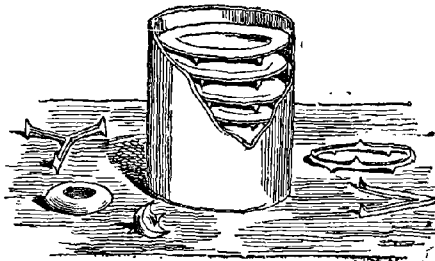
Les fours à porcelaine diffèrent de ceux que nous avons déjà décrits.

Ce sont des tours cylindriques à un, deux ou trois étages, flanqués à leur base ou à chaque étage, d'un certain nombre de fourneaux extérieurs à flammes renversées qu'on appelle *alandiers*, d'où le nom de fours à alandiers donné aux fours à porcelaine.

A la manufacture de Sèvres les fours

sont à trois étages voûtés, les deux premiers ont chacun quatre alandiers : le dernier qui n'en a point et se termine par le tuyau de cheminée qui laisse échapper la fumée, n'est employé que pour le *dégourdi*.

Le four rempli, c'est-à-dire : le premier étage, de poterie et de platerie, le second de pièces plus délicates, le troisième de pièces crues qui vont y subir le *dégourdi*, on assure la solidité des cazettes à l'aide de tasseaux en briques qui réunissent les piles; celles de la circonférence sont elles-mêmes réunies au mur par des fragments de cazettes hors d'usage, qu'on appelle *accots*, et protégées du côté des foyers, contre les coups de feu, par un doublage de plaques cintrées.



Encastage à pernettes.

Cela fait et les cazettes préalablement lutées, on ferme le four avec un mur de briques et l'on allume les alandiers, chauffés

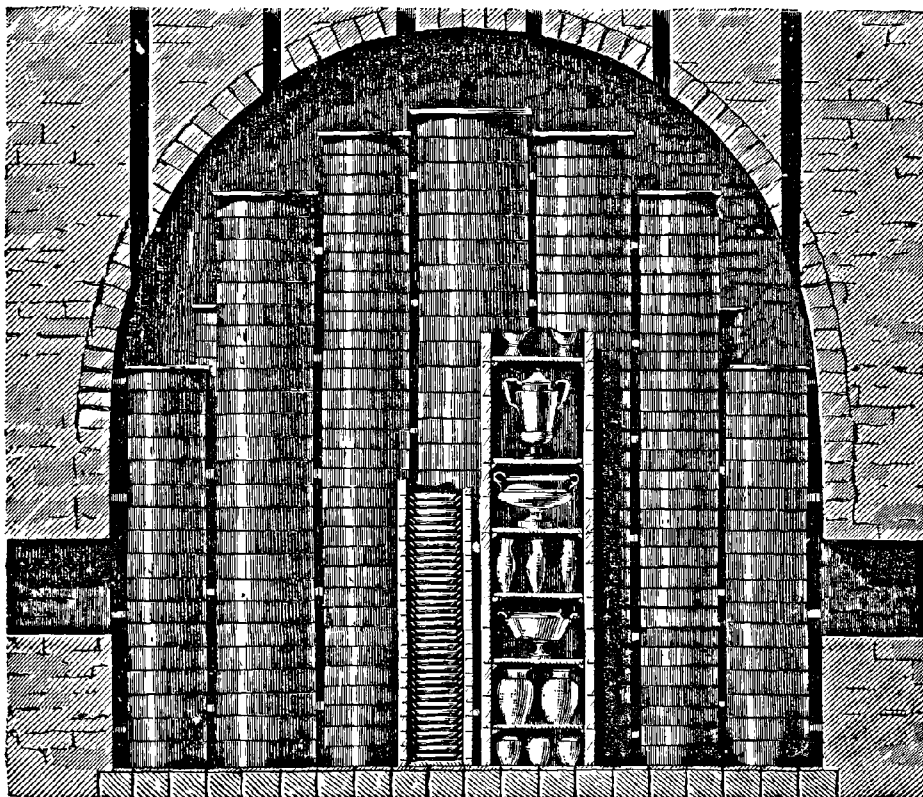
soit avec du bois, soit avec la houille, qui est entrée maintenant dans la fabrication courante et donne d'aussi bons résultats

que le bois, grâce à des systèmes de grilles ingénieusement disposées et qui ont été appliquées pour la première fois à Sèvres par M. Vital Roux.

On fait d'abord petit feu, puis un grand feu que l'on maintient à un degré égal pendant trente-quatre ou trente-six heures, temps nécessaire à la cuisson, que l'on peut surveiller, du reste, au moyen des *visières* et des *montres*.

Les *visières* sont des ouvertures réservées dans certains endroits du four, munies d'un long tuyau en terre cuite, dont l'extrémité est fermée par un morceau de verre, au travers duquel on peut voir dans l'intérieur et juger de l'état d'incandescence des cazettes.

Les *montres* sont des petits tessons de porcelaine, analogue à celle que l'on cuit, disposés sur divers points du four, par



Manufacture de Sèvres. — L'empilage des cazettes.

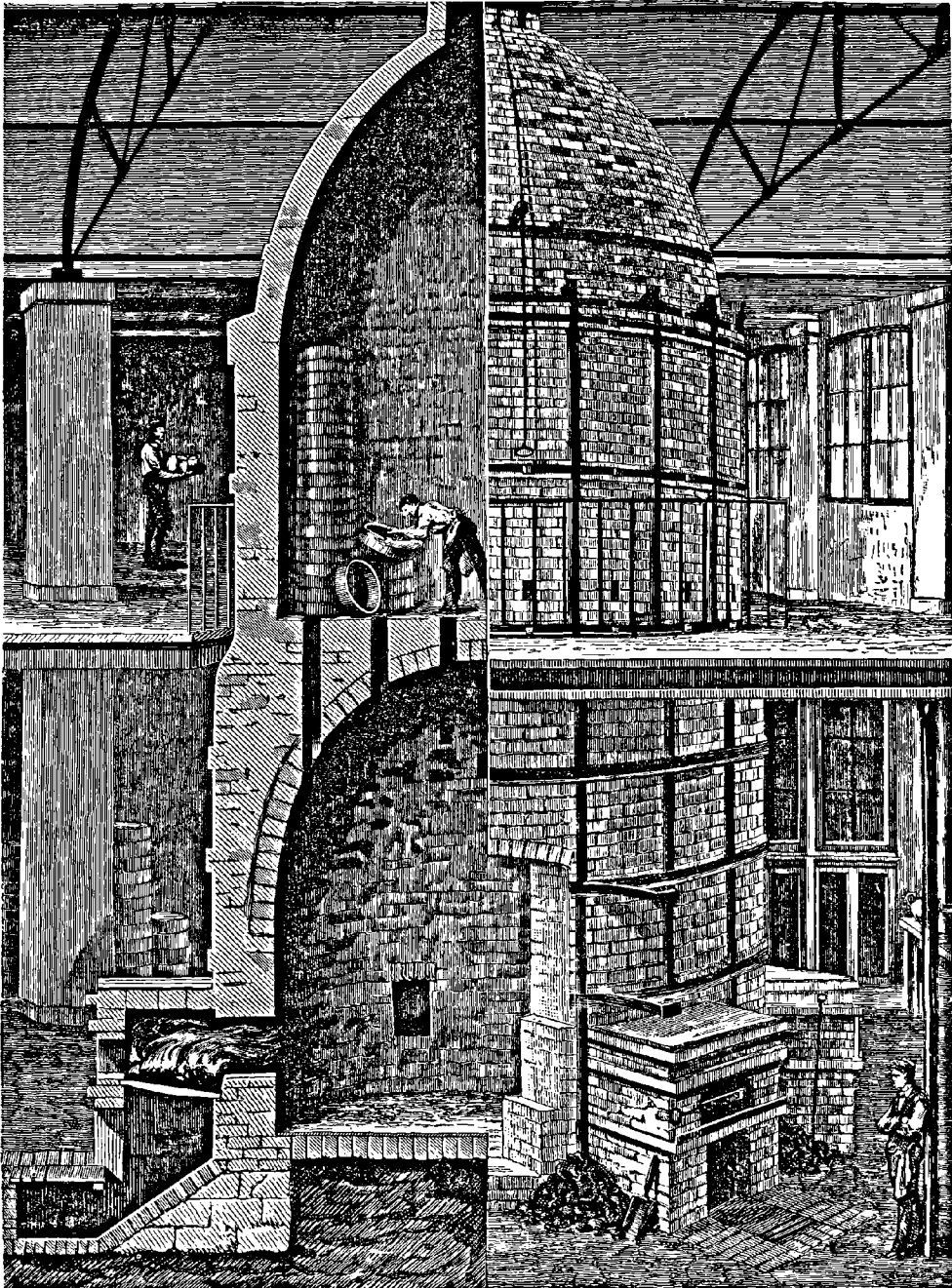
l'examen desquels on suit les progrès de l'opération.

Quand on la juge terminée, c'est-à-dire lorsque les montres indiquent par le glacé de la couverture et la transparence de la pâte, une cuisson parfaite (une température de 1,600 degrés centigrades), on cesse le feu et l'on ferme les alandiers et toutes les

ouvertures, pour empêcher l'accès de l'air froid, qui pourrait mettre la fournée en danger, et l'on attend que la chaleur du feu soit tout à fait tombée avant de l'ouvrir et de le décharger.

Ce refroidissement dure généralement quatre jours. On démolit d'abord la porte, qu'on a murée avec des briques, et l'on

n'entre dans le four pour procéder au défournement. que lorsque les cazettes | sont descendues à la température de l'air ambiant.



Manufacture de Sèvres. — Four à alandiers (coupe et élévation).

Les pièces défournées, sont débarrassées | un grès artificiel, qui ne raie pas la cou-
du sable de terrage, par un frottement avec | verte.
Liv. 118.

Les grains de terre tombés des cazettes, pendant la cuisson, sont enlevés sur un tour à polir, à peu près semblable au tour des lapidaires.

La même opération est faite au-dessous des vases, tasses, assiettes, ainsi qu'aux orifices et aux parties qui n'ont pas pu recevoir de glaçure, parce qu'elles étaient en contact avec d'autres pièces ou avec des supports, et ce polissage leur donne un brillant à peu près égal à celui de la couverte; il est même une excellente préparation pour la dorure.

Quant aux pièces délicates ou de grand luxe, dont la consolidation a nécessité un grand nombre de supports et qui sont naturellement privées de glaçure, en tous les endroits de contact, elles sont retouchées au pinceau et cette glaçure nouvelle se vitrifiera par une seconde cuisson, qu'elles doivent d'ailleurs subir pour la fixation des décors.

DÉCORATION

Sortant du four, la porcelaine est faite, mais les pièces ne sont terminées que si l'on ne veut pas les décorer; ce qui n'est pas le cas à Sèvres, où le fini de la décoration est poussé aux dernières limites, si même on n'y dépasse pas le but; car au lieu de ne demander à l'art que ce qu'il peut donner de beau en se combinant avec la chimie, on veut aller plus loin et chercher des gammes de tons qui n'ont de raison d'être que dans la peinture à l'huile.

« C'est là, disait en 1862 M. Aldalbert de Beaumont, dans une excellente critique encore applicable aujourd'hui, c'est là l'erreur funeste, le vice inhérent à tout ce que la manufacture enfante. La chimie, qui domine tout ici, ne veut admettre que les procédés mathématiques et les formules certaines; les seules couleurs dont elle fait cas sont celles de grand feu; peu lui importe le charme de la nuance. Ainsi cet oxyde de

chrome dont Sèvres est si fière d'avoir fait la découverte en 1802, donne des verts et des jaunes détestables et toujours inharmoniques. Voyez ces paysages, ces arbres et ces gazons d'un ton si faux, si dur, si écrasant, qui couvrent les vases et les assiettes! N'est-ce pas un ennemi véritable introduit dans la gamme des couleurs?

« On croit logique de se proposer comme but suprême de l'art industriel, l'imitation de la peinture à l'huile, parce que ses ressources puissantes permettent de reproduire le relief et la couleur, et l'on ne songe aucunement à la forme ou à l'usage de l'objet qu'il s'agit de décorer. La *Vierge à la chaise*, un portrait de Van Dyck, ou tel autre chef-d'œuvre de ce rang, sont produits sans hésitation au fond d'un plat ou sur le ventre d'une potiche. Vous sortez de même des lois du bon sens et du bon goût lorsque vous imitez en porcelaine l'argent, le bronze, l'or ou l'acier. Le résultat ne saurait être qu'un pitoyable objet d'art.

« Si vous voulez le progrès dans l'art du décor céramique renoncez à ce système déplorable: « faire de la grande peinture ».

« Transformer une industrie de pure décoration en un art d'expression, c'est la détourner de son but. Non seulement il y a la difficulté de peindre sur des matériaux impropres, mais encore l'inconvénient d'appliquer l'objet peint à un usage qui jure avec l'effet qu'on a voulu produire. Ainsi, quoi de plus ridicule que ce service de table où chaque assiette représente, d'après les tableaux de Joseph Vernet ou de Gudin, des marines au clair de lune, des tempêtes, des naufrages et des hommes à la mer? Tout cela est admirablement peint, mais en désaccord complet avec le bord rouge, vert ou bleu qui encadre le tableau, et l'œil n'est pas moins choqué que le goût par ces contre-sens.

« Et pourtant voilà des assiettes-tableaux qui reviennent à 500 francs la pièce, tant il faut de soins et de patience pour obtenir

ce résultat, si déplorable au point de vue de l'art céramique.

« Sous Louis XV et au commencement du règne de Louis XVI, lorsqu'on se permettait de faire soit un portrait sur un vase ou sur une assiette, soit des amours et parfois des paysages, c'était avec une légèreté de touche, une fraîcheur de nuances qui laissaient la chair, les draperies ou les fleurs sans ombres, sans traits noirs, sans dureté, mais seulement tracées et modelées, ou pour mieux dire modulées par des nuances du même ton. Souvent le paysage était teint en rose, en bleu ou en violet, avec les dégradations de ces couleurs, et cela suffisait à l'ornementation. On se gardait bien alors de cet entassement de dessins et de couleurs, que par un singulier euphémisme, vous appelez composition, de ces ombres noires que vous prenez pour des reliefs et qui percent le vase au lieu de l'arrondir. »

Cette critique était juste, tout le monde l'a comprise, et sans renoncer absolument aux reproductions de tableaux, on a su mieux choisir les sujets ; sans se modeler sur le xviii^e siècle, on s'en est insensiblement rapproché. De plus, pour introduire des éléments nouveaux dans la production, la commission directrice a créé un concours et un prix de la valeur de 2,000 francs, qui est décerné tous les ans depuis 1875, à l'auteur du meilleur modèle proposé, qui est exécuté dans le cours de l'année à la manufacture. Ce système qui a déjà produit des résultats excellents, remettra bientôt notre grand établissement national au niveau de sa haute réputation.

Après avoir constaté que la manufacture de Sèvres, dont les produits nouveaux avaient été très remarquables à l'exposition de 1878, a pris une revanche éclatante à celle d'Amsterdam, occupons-nous des divers procédés de décoration, aussi succinctement que possible, car la décoration n'est passeulement un accessoire de la céramique ;

c'est un art très complexe, fourmillant de détails, dont l'étude nous entraînerait sans profit hors de notre sujet.

MATIÈRES COLORANTES

Les porcelaines, comme toutes les autres poteries, du reste, sont décorées au moyen de matières colorantes, qui se fixent dessus par l'action du feu et qu'on distingue en oxydes métalliques, engobes, émaux, couleurs vitrifiables, métaux et lustres métalliques.

OXYDES MÉTALLIQUES

Les oxydes métalliques sont surtout employés pour la coloration des pâtes avant la fabrication de la poterie, on s'en sert cependant aussi pour faire, sous la glaçure, des irisations, des dessins colorés qui prennent, après leur cuisson, avec la glaçure même, l'aspect d'une peinture en couleurs vitrifiées.

C'est ce qu'on appelle peindre sous couverte, procédé beaucoup plus à l'usage des faïences que des porcelaines, mais qui est cependant employé à Sèvres : notamment pour des décorations analogues au fameux bleu sous émail des Chinois.

En général, huit espèces d'oxydes servent à colorer les pâtes, ce sont :

Les oxydes de fer, qui donnent, suivant le degré de cuisson, du jaune, du rouge ou du brun.

L'oxyde de manganèse, produisant du violet ou du brun.

L'oxyde de chrome, qui donne du vert jaune ou vert bleu, mais qui, excellent pour colorer les pâtes à biscuit, n'est pas applicable aux porcelaines, parce que son addition enlève la transparence aux terres les plus translucides.

L'oxyde de cobalt, qui donne une teinte bleue aux pâtes incolores, mais qui pousse au brun les pâtes plus ou moins ferrugineuses.

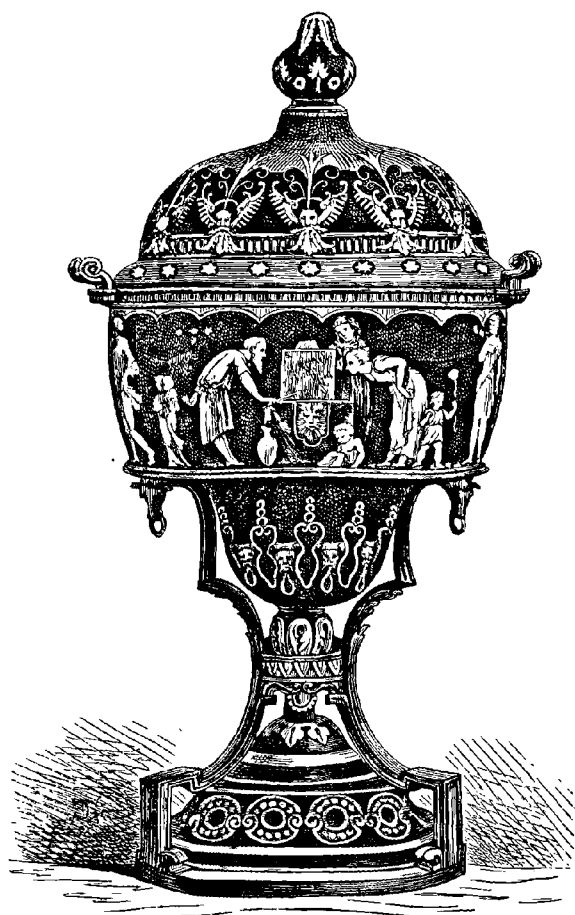
L'oxyde d'urane, qui produit une colora-

tion d'un jaune clair, lorsque la porcelaine est cuite dans un courant d'air, et brune si la cuisson se fait au charbon, dans une atmosphère enfumée.

L'oxyde d'or, qu'on appelle aussi pourpre de Cassius, donne du rose ou du gris violacé.

L'oxyde de platine, qui donne un joli gris.
L'oxyde d'iridium, qui produit du gris ou du noir.

On comprend, du reste, que les nuances varient selon les quantités d'oxyde ajoutées à la pâte, et voici, d'après M. Salvetat, les principaux dosages employés à Sèvres



Vase en émail de M. Jobert.

pour cent grammes de pâte blanche :

Bleu foncé.	2 gr. 500 d'oxyde de cobalt.
Bleu tendre.	5 centigrammes du même oxyde.
Vert Céladon.	Mélange de 10 centigrammes d'oxyde de chrome avec 3 milligrammes d'oxyde de cobalt.
Bronze foncé.	50 centigrammes oxyde de nickel.
Vert olive	1 gramme oxyde de nickel

Brun.	et 20 centigrammes d'oxyde de cobalt.
Brun noir.	15 centigrammes oxyde de fer rouge.
	Mélange de 1 gr. 55 de chromate de fer, 1,55 oxyde de cobalt, 1,55 oxyde de manganèse et de 1,52 d'oxyde d'urane.
Jaune.	20 centigrammes d'oxyde d'urane.
Rose.	1 gr. 10 d'or à l'état de pourpre de Cassius.

ENGOBES

Les engobes sont des matières terreuses et opaques, soit blanches, ou colorées par

l'addition des oxydes, dont on enduit des pièces ou des parties de pièces, pour en dissimuler le fond.



Buire en cuivre émaillé. — Grisaille sur fond bleu de roi par M. Meyer Heine.

L'engobage est un procédé de fabrication très usité pour les faïences fines et communes, mais qu'on n'emploie que partiellement dans les porcelaines, notamment pour la sculpture en pâte, cru sur cru, que nous avons expliquée précédemment.

ÉMAUX

Les émaux ne diffèrent des engobes

que par leur apparence vitreuse, qui atteint même quelquefois la limpidité la plus complète; leur emploi pour la décoration de la porcelaine est limité aux pièces dites de grand feu, parce que le décor cuit en même temps que la glaçure.

Cependant la manufacture de Sèvres qui a fait des essais de toutes sortes, dans le

but honorable de vulgariser des procédés perdus, a produit de grandes pièces émaillées non seulement sur pâte, mais encore sur tôle, sur cuivre, à l'imitation des anciens émaux de Limoges.

L'émaillage sur pâte n'est en somme que de la peinture décorative dont nous dirons les procédés plus loin, avec cette différence pourtant qu'elle est dans un état granuleux qui la rend difficile à employer et qu'il ne faut compter ni sur le charme ni sur le prestige de la couleur pour faire valoir la pièce; tout réside absolument dans le dessin, dans la justesse du modèle, puisque l'émail doit être appliqué couche par couche sur un fond noir ou très coloré, pour que le modèle s'obtienne par transparence.

Pour produire une œuvre réussie comme le vase de M. Gobert que nous reproduisons et qui figurait avec honneur à l'exposition de 1878, il faut plus que du talent, il faut une très longue pratique et surtout une grande expérience du feu, l'éclat, la richesse de l'émail dépendant surtout de la cuisson.

L'émaillage sur métaux n'est pas intrinsèquement plus difficile, mais demande infiniment plus de patience et est d'autant plus incertain que le résultat ne s'obtient qu'après nombre de cuissons.

Suivons par exemple la fabrication de la buire en cuivre émaillée en grisaille sur fond bleu de roi par M. Meyer Heine et qui fut un des plus beaux produits de cette fabrication, commencée à Sèvres vers 1849.

Il fallut d'abord enduire la pièce, préalablement décapée au carbonate de potasse, frottée avec des cendres chaudes, lavée à l'eau acidulée, asséchée dans de la sciure de bois, d'un émail préparatoire blanc et à deux couches, car tout se fait à deux couches en émaillage.

La première, toujours très incomplète, s'étend au moyen d'une spatule, on assèche ensuite la pièce en la mettant en contact avec une étoffe de toile d'un tissu peu serré, puis on régularise la couche avec la partie

plane de la spatule, on fait sécher à l'air et l'on porte au four.

La seconde couche, qui se fait de la même manière, a pour objet de combler les vides que les grains de la matière vitreuse ont laissés sur la pièce, d'égaliser la surface préparée en augmentant son épaisseur.

La pièce subit alors une seconde cuisson.

Quelquefois il en faut même une troisième, car si la seconde couche présente des bouillons, des fentes; il faut faire disparaître les grains en crevant les bulles avec une série de poinçons, de limes, de râpes, et boucher les fentes avec de l'émail en poudre, qui doit nécessairement passer au four pour se souder complètement avec les parties voisines.

Cette préparation faite, il n'y a plus qu'à décorer la pièce, c'est-à-dire lui donner une première couche de bleu et la porter au four, pour lui faire subir une troisième cuisson si l'on ne compte pas la précédente, qui peut n'être qu'accidentelle.

Donner une seconde couche de bleu, quatrième feu; sur le fond, dessiner au trait la grisaille qu'il faut empâter avec du blanc pour obtenir les transparences; cette grisaille est faite au moins à trois couches qui exigent trois feux successifs.

Voilà donc sept cuissons pour une pièce où il n'y a que du blanc sur fond bleu.

S'il s'était agi d'un émaillage en couleurs il aurait fallu deux feux de plus pour cuire les deux couches d'émaux; s'il y avait eu des rehauts de peinture, deux nouvelles cuissons, l'une pour l'ébauche, l'autre pour la retouche.

Des applications d'or, encore deux feux pour cuire le fondant qu'on passe par-dessus.

Bref, pour une pièce émaillée en couleur avec ornements d'or, il faut compter sur treize cuissons successives, qui représentent, l'une après l'autre, des chances de non réussite.

Qu'on s'étonne après cela du prix élevé des émaux!

COULEURS

Les couleurs diffèrent des émaux parce qu'elles se composent d'un principe colorant et d'un flux vitreux appelé fondant, qui les font adhérer sur la pâte et qui leur donnent par la cuisson, un brillant qu'on peut comparer au vernis appliqué sur la peinture à l'huile.

Selon le degré de chaleur auquel elles se vitrifient, les couleurs se divisent en trois catégories: couleurs de grands feu, couleurs dures ou de demi-grand feu et couleurs tendres ou de moufle ordinaire.

Les couleurs de grand feu sont peu nombreuses et, si l'on n'employait pas les émaux aux décorations de ce genre, on n'aurait qu'un choix peu varié pour les fonds.

Une des plus belles couleurs employées à Sèvres est le bleu, dit gros bleu, obtenu avec de l'oxyde de cobalt pur que l'on mélange si l'on veut des nuances, avec de l'oxyde de zinc et de l'alumine.

Les couleurs tendres sont beaucoup plus nombreuses: elles embrassent même toute la gamme des tons et le peintre sur porcelaine peut avoir une palette presque aussi variée que le peintre sur toile, bien qu'il ne puisse faire de mélanges, à moins de posséder une connaissance complète de la composition de ses couleurs.

Nous n'entrerons point ici dans le détail et la combinaison des principes colorants; nous dirons seulement que les noirs et les gris sont produits par des mélanges d'oxyde de cobalt et d'oxyde de fer, les verts par l'oxyde de chrome, les bleus par l'oxyde de cobalt, les rouges par différentes combinaisons d'oxyde de fer, les jaunes par l'oxyde d'antimoine; enfin les carmins, les pourpres, les violets, par l'or à l'état de pourpre de Cassius.

Naturellement les matières sont pulvérisées très finement et mélangées avec les fondants spéciaux à chaque teinte et de

l'essence de térébenthine, qui en augmente la fluidité.

On trouve du reste aujourd'hui dans le commerce, les couleurs vitrifiables toutes préparées et en petits tubes, absolument comme les couleurs à l'huile.

Quant aux couleurs de demi-grand feu, ce sont les mêmes que les précédentes, qu'on a durcies par l'addition d'un ou de plusieurs des oxydes qui entrent dans leur composition: ainsi l'oxyde de fer sert pour les rouges et les bruns, le jaune de Naples pour les jaunes; mais le carbonate de zinc peut être employé presque dans tous les cas.

MÉTAUX

Les seuls métaux employés en nature pour la décoration des porcelaines, sont l'or, l'argent et le platine, encore l'argent est-il à peu près abandonné, du moins à l'état pur, parce qu'il perd trop facilement son éclat et noircit à la longue.

Les métaux, appliqués sur la pâte sous forme de poussière insoluble préparée par des moyens chimiques ou mécaniques, ne prennent point à la cuisson l'apparence vitreuse, mais ils doivent la remplacer par un grand éclat, qu'on leur donne en les frottant avec de l'agate ou de la sanguine, employées sous formes de brunissoirs.

LUSTRES MÉTALLIQUES

Les lustres métalliques ne diffèrent des métaux qu'en ce qu'ils sont préparés de façon à recevoir directement de la cuisson le brillant, qu'on ne donne aux métaux proprement dits que par le brunissage.

Les plus employés sont:

Le *lustre burgos*, qui s'obtient en précipitant, par un acide faible, une solution de sulfure double d'or et de potassium, que l'on broie ensuite avec du fondant et de l'essence de lavande.

Le *lustre d'or*, obtenu par une précipi-

tation dans l'ammoniaque d'une dissolution régaliennne d'or, on le délaye dans l'essence de térébenthine, mais sans ajouter de fondant.

Le *lustre d'argent*, produit par du chlorure d'argent fondu dans une matière plus ou moins fusible et plombifère.

Le *lustre cuivreux*, employé surtout en Espagne, et qui s'obtient avec du silicate de

protoxyde de cuivre, il donne à peu près les mêmes effets que le *burgos*.

Le *lustre de platine*, dissolution concentrée de chlorure de platine, mélangée avec une huile essentielle.

Le *lustre cantharide*, mélange de verre plumbeux avec de l'oxyde de bismuth et du chlorure d'argent.

Il y a aussi les *lustres nacrés*, dont l'emploi



Vase décoré en grand feu par M. Ch. Cabau.

est assez récent ; ils se composent d'un fondant spécial, obtenu avec des sels de bismuth et de plomb et de colorants : nacre blanche, jaune, jaune-orange, imitation d'or, couleurs irisées du prisme, dont la préparation est généralement très délicate.

Tous les lustres que nous venons d'énumérer se posent sur les pièces exactement comme les couleurs.

L'apposition des couleurs sur la pâte se fait selon les cas, sous la glaçure, dans la glaçure et sur la glaçure.

Le posage sous glaçure ne se fait en porcelaine que pour les pièces de grand feu, dont la fabrication n'est pas absolument courante, vu les grandes difficultés qu'elle présente, surtout pour les vases de grande dimension.

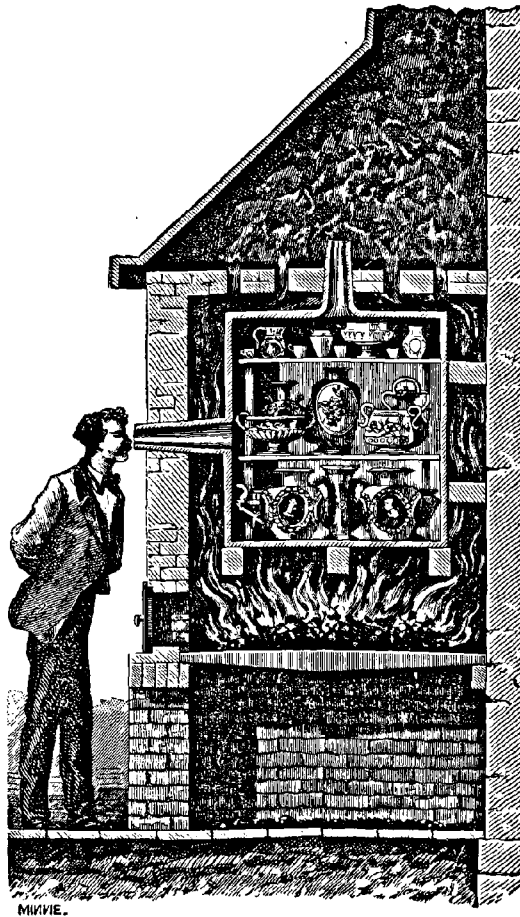
Ce n'est guère qu'à l'Exposition de 1878,

que la manufacture de Sèvres a pu montrer de grandes pièces décorées par ce procédé. Celle que représente notre gravure est du nombre, et quoique simple dans la forme, peu compliquée dans le décor, elle représente une grande somme de difficultés vaincues par l'artiste, M. Charles Cabau.

En effet, la peinture destinée à être cuite

à grand feu, c'est-à-dire en même temps que la couverte, ne peut pas se retoucher; il faut qu'elle soit parfaite du premier coup et que les couleurs soient bien nuancées pour les effets de vitrification qu'on en attend.

Elle se fait sur le dégourdi, qu'on a d'abord imbibé d'eau pour le rendre moins



Vue en coupe d'une moufle pour faire cuire les porcelaines peintes.

absorbant, ou en y faisant des réserves avec du suif fondu, pour que la peinture ne s'étale pas sur le fond.

Dans ce cas, par exemple, la pièce décorée doit passer une seconde fois au dégourdi pour détruire la matière grasse, qui l'empêcherait de prendre la couverte.

Le posage dans la glaçure est peu usité

Lrv. 119.

en porcelaine, ce n'est, du reste, qu'une autre façon de procéder en faisant usage de réserves, pour obtenir le même résultat que tout à l'heure.

Le posage sur la glaçure est le plus répandu, il se fait soit au pinceau, soit par impression.

Au pinceau, c'est œuvre de peintre, dont

119

les procédés varient avec les artistes ; les uns se servent de couleurs, toujours additionnées d'un peu d'essence, comme pour l'aquarelle ; d'autres travaillent à la gouache ; d'autres au pointillé comme pour la miniature ; tous doivent bien connaître la composition des couleurs, pour savoir celles qu'ils doivent mettre en couches épaisses pour donner les meilleurs effets de vitrification ; car au point de vue de la cuisson, il y a trois sortes de couleurs :

Celles qui se fondent.

Celles qui ne se fondent pas.

Celles qui se frittent.

Les couleurs qui ne fondent pas, provenant de l'oxyde de fer, de l'oxyde de chrome et de l'or, sont les plus faciles à employer, puisqu'elles conservent à la cuisson le ton qu'elles ont à l'application.

Celles qui se fondent, comme les verts de cuivre, les jaunes d'antimoine et les bleus de cobalt, prennent des tons différents, selon les degrés de cuisson.

Les couleurs qui se frittent sont les plus délicates de toutes, car non seulement elles n'ont pas le ton à l'emploi, mais on n'est jamais absolument certain de la nuance qu'elles prendront à la cuisson.

Les fonds, les teintes plates, se font au putois ; pour les grandes pièces dont les fonds seraient trop longs à couvrir ainsi, on les fait au *mordant*, c'est-à-dire en recouvrant les parties qui doivent recevoir le fond, d'huile de lin ou d'huile de noix lithargirée, et en les saupoudrant, au tamis, avec de la couleur bien sèche et finement broyée.

Le posage par impression est un travail mécanique, peu usité à Sèvres, où l'on fait surtout de l'art, sinon pour les encadrements et les décors métalliques ; mais qui est fort expéditif et très intéressant.

Deux procédés sont en usage, l'impression directe en couleur, qui est un report de taille-douce, sur la pâte, ou l'impression au mordant, qu'on saupoudre ensuite avec de la couleur sèche.

D'une façon comme de l'autre, la matrice est toujours une gravure en creux, sur cuivre ou sur acier, que l'on imprime sur du papier non collé, comme une taille-douce, soit avec les couleurs, ou les lustres métalliques mélangés d'huile de lin.

Quand l'épreuve tirée sur le papier, assez épais pour le report sur biscuit, très fin pour le posage sur glaçure ; est sèche, on la décalque sur la pièce à décorer, en comprimant le papier avec un rouleau.

Si l'on veut décorer au mordant, l'épreuve est tirée sur gélatine, à l'huile de lin seulement, et reportée de la même façon sur la pièce, qu'on n'a plus qu'à couvrir au tamis, de couleur sèche en poudre très fine.

Naturellement, il faut faire autant de tirages qu'il entre de couleurs dans la pièce à décorer, à moins qu'on ne décalque seulement que le dessin et qu'on pose les couleurs au pinceau, ce qui se fait assez fréquemment, mais il y a un système qui abrège singulièrement le travail ; une chromolithographie spéciale, que tout le monde connaît ou a connu, car elle a été très à la mode pendant un temps, sous le nom de *décalcomanie*.

C'est une chromolithographie, mais faite au mordant, c'est-à-dire que les couleurs y sont posées en poudres, par autant d'opérations successives, qu'il y a de tons dans le dessin, sur un papier, dans la préparation duquel il entre du jus d'ail cuit dans l'eau, du tapioca et de l'amidon, ou de la féculé de pomme de terre.

Ce mucilage donne au papier, la propriété de pouvoir se conserver convenablement pour l'impression pendant plusieurs années,

On peut avoir ses dessins d'avance et ne s'en servir qu'au fur et à mesure des besoins. Le décalque est des plus faciles, il suffit d'humecter le papier, appliqué sur la pièce à décorer, avec une éponge fine ou un linge mouillé, et de laver ensuite à grande eau lorsque le papier, tout blanc alors, est décollé.

Seulement il faut qu'au préalable une matière adhésive, qu'on appelle mixtion ait été posée sur la pâte ou sur le dessin, pour plus de sûreté sur les deux à la fois. Cette mixtion est de composition variable, mais le principe en est toujours la térébenthine de Venise ou le vernis copal.

Comme on le voit, ce système de décoration est très économique, mais, répétons-le, il n'a jamais été en usage à Sèvres, où les artistes ne manquent point pour peindre les porcelaines.

CUISSON DES COULEURS

Les couleurs de grand feu se cuisent, comme nous l'avons dit, en même temps que la pièce qu'elles décorent, mais les autres se vitrifient dans des fourneaux spéciaux qu'on appelle *mouffles*, d'où leur nom de couleurs de moufle.

La moufle n'est autre chose qu'une grande cazette, divisée en étages et en compartiments, par des tablettes sur lesquelles on pose les pièces, le tout en argile réfractaire bien entendu, et renfermée dans un four de petite dimension, presque toujours accolé à un autre; ce qui produit une économie de combustible.

Comme dans le grand four, l'intérieur est à l'abri des atteintes de la flamme et de la fumée, et percé de *visières*, par lesquelles on surveille la cuisson, qui est moins lente, quoique faite à un feu plus doux, puisqu'il s'agit seulement de vitrifier les couleurs et les métaux.

Outre les visières, on se sert aussi de *montres*, pour suivre les progrès de l'opération. Ces montres sont des tessons de porcelaine cuite sur lesquels on a couché de l'or et du carmin pour peindre.

Cette dernière couleur donnant une échelle thermométrique suffisamment exacte pour faire apprécier les diverses températures du four.

Ainsi au rouge naissant, elle est brique, et passe par tous les tons du rouge, jusqu'au

violet sale, qu'elle prend seulement à la température de fusion de l'argent.

L'or contrôle les indications du carmin, car s'il commence à prendre de l'adhérence c'est qu'on approche de la température à laquelle la peinture serait trop cuite, et qu'il est temps de cesser le feu.

Ceci indique suffisamment que l'or ne se cuit pas en même temps que les couleurs; puisqu'il lui faut une température de mille degrés pour devenir adhérent.

Du reste, il faut bien plus d'une cuisson pour terminer les pièces.

Celles dans la décoration desquelles il entre de l'or, sont cuites d'abord, avant que les couleurs aient été appliquées dessus.

On les brunit, comme nous l'avons dit déjà, puis on les peint; elles subissent alors une seconde cuisson, suivie d'une et de plusieurs autres; car il y a toujours des retouches à faire à la peinture et il faut bien que les couleurs ajoutées, surtout pour corriger des défauts, soient vitrifiées à leur tour, et se fondent avec les autres.

On répète donc l'opération autant de fois que cela paraît nécessaire, et ce n'est que lorsque la décoration est bien réussie que la pièce est faite et parfaite.

Ce dernier adjectif n'a rien d'excessif, du moins au point de vue de la fabrication, car il ne sort rien de Sèvres qui ne soit absolument achevé, et tout ce qui est vicié, si peu que cela soit, est impitoyablement brisé.

Les morceaux en sont bons, du reste, pour faire de nouvelle pâte.

PORCELAINE DE VALENCIENNES.

En suivant, pas à pas, les procédés de fabrication en usage à la manufacture de Sèvres, nous n'avons pu viser que la porcelaine d'art, nous allons maintenant nous occuper de la porcelaine d'usage, en étudiant la première manufacture privée qui ait été établie en France, celle de Valenciennes, dont à ce titre, les produits sont

classés parmi les curiosités céramiques.

Cette fabrique date de 1785, mais son fondateur, Fauquez, avait commencé dès 1771, alors que faïencier à Saint-Amand-les-Eaux, il avait sollicité l'autorisation de transformer son établissement.

La manufacture royale, voulant conserver le privilège de fabriquer des porcelaines dures à l'imitation de celles de la Chine, il n'obtint de livrer au commerce que des produits décorés en camaïeu et sans aucune dorure ni peinture polychrome.

Il réussit assez bien dans la fabrication,

mais non au point de vue commercial, car écrasé par la concurrence que lui faisait la porcelaine tendre de Tournay, beaucoup plus décorée, et naturellement plus attrayante d'aspect, il ne lutta que quelques années, et en 1778, il ne faisait plus que des faïences.

Il sollicita pourtant, en 1785, un nouveau privilège pour établir une fabrique de porcelaine dure à Valenciennes, mais il n'y fut autorisé qu'à la condition de ne chauffer ses fours qu'au charbon de terre.

Cette difficulté n'arrêta pas Fauquez, il



Ecuelle en porcelaine de Valenciennes.

mit à la tête de sa manufacture, Michel Varnier, d'Orléans, inventeur d'un procédé de cuisson à la houille, et réussit parfaitement.

Le procès-verbal du premier défournement, 27 novembre 1785, constata que sur 1,548 pièces sorties du four, il n'y en avait que 48 de défectueuses.

L'établissement prospéra, mais la tourmente révolutionnaire vint l'arrêter dans son essor, d'autant que Lamonary, beau-frère et associé de Fauquez, et ensuite seul

propriétaire de l'usine, se mêla un peu trop aux événements politiques.

Condamné à mort par le tribunal révolutionnaire, il n'échappa à cette sentence que par la fuite.

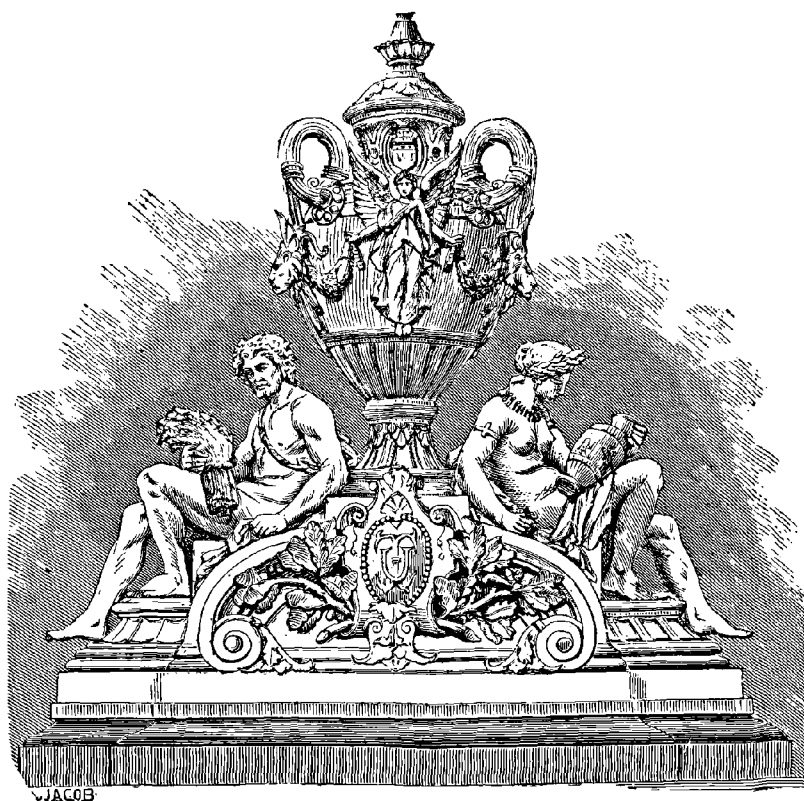
Rentré en France, quelques années plus tard, il essaya de relever sa fabrique qui avait été mise sous séquestre et qu'on n'avait pas vendue, faute d'acquéreur. mais l'établissement fermé pendant sept ou huit ans, ne retrouva point son ancienne splendeur, il fallut l'abandonner.

Malgré sa mauvaise fortune la manufacture de porcelaine de Valenciennes a été l'une des plus importantes de la fin du xviii^e siècle, elle occupait quatre-vingt-dix ouvriers et ses produits, renommés pour leur exécution parfaite, rivalisaient avec ceux des plus célèbres fabriques de l'époque.

Ils avaient d'ailleurs leur physionomie

particulière, ainsi qu'on en jugera par les spécimens que nous avons fait dessiner et qui représentent trois sortes de décors, dont l'un la tasse en fond bleu, relevée de bandes blanches chargées de bouquets de bluets est aussi original que les autres sont gracieux.

Les guirlandes de roses sur le petit broc



Porcelaine de Limoges. — Vase en biscuit de MM. Ardant et Bourdeau.

blanc, quoique bien xviii^e siècle, sont d'un effet charmant.

Ce qu'il y avait de plus remarquable dans la fabrication de Valenciennes, c'étaient les décors à sujets de paysages en camaïeu violet, ou rouge de fer, entourés d'or et de légères guirlandes de fleurs, comme dans la soupière que nous représentons page 948.

Mais, si la manufacture de Valenciennes — dont nous avons surtout parlé parce qu'elle fut la première à adopter le chauffage à la houille, en usage presque partout aujour-

d'hui — a disparu, notre pays, peut s'enorgueillir de beaucoup d'autres, qui rivalisent d'élégance dans les formes, de goût dans les décors.

Bordeaux, Limoges, Mehun, pour ne citer que les plus connus, sont des centres d'une production aussi considérable que remarquable.

Si l'on n'y fait pas couramment de l'art, comme à Sèvres, parce qu'on y travaille pour gagner de l'argent, on y est tout aussi bien outillé, tout aussi bien pourvu de ma-

tières premières de choix ; et l'on sait y employer des artistes aussi capables de créer des compositions, que d'exécuter les décorations.

Un seul exemple suffira, d'autant qu'il est pris dans une spécialité de fabrication, où notre manufacture nationale a une supériorité marquée.

Voici (page 949) un vase en biscuit fabriqué à Limoges par MM. Ardant et Bourdeau, et qui figurait dans leur exposition de 1867, comme pièce de milieu d'une garniture de cheminée, exécutée pour le cercle de l'Union de Limoges.

Notre dessin n'en peut donner que la forme, mais cela est suffisant pour prouver que la province peut lutter avec Paris et surtout avec la Saxe, — qui aujourd'hui produit lourd et bariolé, — dans l'art de la porcelaine.

Il faudrait, du reste, n'être jamais passé dans la rue Paradis-Poissonnière, qui est une exposition permanente de Céramique, pour n'avoir pas constaté les progrès immenses de richesse et de bon goût, accomplis tous les jours dans cette branche si intéressante de notre industrie nationale.

Nous retrouverons d'ailleurs la fabrication moderne, quant nous nous occuperons des faïences, de la céramique artistique, et des porcelaines tendres française et anglaise, mais avant et pour rester dans l'ordre chronologique, il nous faut faire une sorte d'exposition rétrospective, pour parler des poteries lustrées.

POTERIES LUSTRÉES

L'étude que nous allons faire de la poterie lustrée ne sera guère qu'une revue des produits les plus remarquables de toutes les époques, cette fabrication ayant complètement disparu depuis l'invention du vernis planibifère ; à moins qu'on ne fasse entrer dans cette catégorie, les carreaux incrustés, si en usage au moyen âge, mais comme la

plupart de ces produits étaient vernissés nous en parlerons dans le chapitre suivant.

L'histoire de la poterie lustrée embrasse les époques Assyrienne, Égyptienne, Osque, Étrusque, Grecque, Romaine, Italo-Grecque, Celtique, Américaine et Gallo-Romaine.

ÉPOQUE ASSYRIENNE

De l'époque Assyrienne proprement dite, il ne nous est guère parvenu que les curieuses briques de Babylone, mais les poteries de l'Asie Mineure, lui appartiennent par filiation, bien que la plupart de celles qu'on a trouvées à Santorin, à Rhodes, à Chypre, à Corfou, à Milo, aient été fabriquées en Grèce.

On les divise en trois catégories : vases peints de style primitif, vases asiatiques à relief, et vases peints de style asiatique.

Les vases primitifs sont en terre blanche ou jaunâtre, chargés, en brun ou en noir rougeâtre, de chevrons, de zones ou de damiers tracés au trait ; on y voit quelquefois des poissons, des oiseaux ou des serpents, dessinés très sommairement.

Les vases à reliefs, largement représentés au Louvre et au musée de Sèvres, sont généralement de terre rouge ornés de cannelures, soit horizontales, soit verticales, quelquefois même de bandes en relief, représentant, avec un art très rudimentaire, des animaux, des courses de chars, etc.

Cependant, on en voit dont le lustre est d'un beau vert ou d'un bleu turquoise, mais ce lustre est un véritable vernis que les Égyptiens et leurs voisins possédaient presque dès l'origine de leur fabrication céramique, mais que les Grecs et les Romains n'ont point connu.

L'ampoule côtelée qui figure dans notre gravure (page 952) est d'un émail bleu turquoise, cette pièce précieuse a été trouvée dans l'île de Rhodes.

Les vases peints de style asiatique, qu'on a longtemps qualifiés d'égyptiens, sont les

premiers essais de l'art grec, qui devait faire de si étonnants progrès; aussi ne sont-ils que des imitations. On les distingue en trois classes qui répondent à des époques successives de fabrication.

Les premiers sont d'aspect terne, sans reflet, et les décors, d'un jaune orange, sont des zones superposées d'animaux naturels ou fantastiques.

Les seconds sont rehaussés de dessins, mais d'un noir terne.

Les plus modernes, qui remontent au VII^e siècle avant notre ère, présentent des scènes mythologiques encadrées par des zones d'animaux, et les figures noires sont presque toujours rehaussées par des teintes rougeâtres ou blanc mat.

Dans la collection du Louvre, les plus beaux vases de ce genre, qui ont été trouvés dans l'île de Milo, représentent Bacchus assis au milieu d'une troupe de Menades, un combat de Grecs et d'Amazones, la naissance de Minerve, etc.

ÉPOQUE ÉGYPTIENNE

De toutes les poteries remarquables que possèdent nos musées, les poteries égyptiennes, trouvées dans les ruines d'Edfon, de Memphis, de Karnac, et dans les catacombes de Thèbes, sont incontestablement les plus anciennes, et au point de vue de l'art céramique elles ne sont pas les moins intéressantes.

On les distingue en trois époques, dont la fabrication a ses caractères particuliers, la haute antiquité, l'antiquité moyenne et l'ère des Ptolémées.

Les produits de la haute antiquité, dont le travail est très pur, sont à peine lustrés, l'enduit qui les recouvre est excessivement mince.

Les vases de cette époque sont presque toujours sans pied, mais on ne les enfouissait pas dans le sable, comme les amphores grecques; pour les faire tenir debout, on les fixait sur des trépieds de métal.

Leur décoration consistait généralement en gravures ou en incrustations dans la terre, quelquefois peintes de couleurs variées, quelquefois ton sur ton, surtout dans les vases ornés de fleurs de lotus, très communs alors.

Les produits de l'antiquité moyenne, moins purs peut-être de formes, sont infiniment plus ornés, et couverts d'une glaçure si épaisse qu'elle constitue un véritable émail, tantôt d'un beau vert, tantôt d'un bleu mat, comme dans la gourde figurée sur notre gravure, mais assez souvent polychrome, car dans la série qu'on admire au Louvre, la plupart des pièces sont à glaçure blanche, rehaussées de dessins incrustés ou peints en noir, violet foncé, rouge, vert, violet de manganèse et jaune.

Toutes ces couleurs étaient maniées avec une telle habileté par les potiers égyptiens que les tons, tranchant vivement l'un sur l'autre, occupent quelquefois des espaces très restreints, et qu'on y distingue même des hiéroglyphes microscopiques se détachant sur l'agrafe du bracelet d'un personnage.

L'époque des Ptolémées, à laquelle appartient le vase à hiéroglyphes du musée de Sèvres, que nous avons fait dessiner, se reconnaît pour la forme, à une influence grecque, assez caractérisée, et pour la fabrication, à l'abandon de la pâte siliceuse pour une pâte plus tendre, mais plus grossière, décorée à la façon des Grecs, soit par des peintures sur la surface nue des vases, soit par une glaçure plus ou moins vitrifiée, mais qui n'était déjà plus l'émail, dont les céramistes d'alors semblent avoir oublié les procédés, que les Arabes et les Persans avaient vraisemblablement appris d'eux.

ÉPOQUE GRECQUE

Nous étudierons tout de suite les poteries lustrées grecques, parce que toutes celles que l'on classe parmi les époques Osque,

Etrusque, Italo-Grecque, Romaine, et naturellement Gallo-Romaine, en dérivent.

Bien que les vases trouvés dans les tom-

teaux des Osques soient plus anciens que ceux qui nous sont parvenus des Grecs, ce qui s'explique par la disposition des tom-



Poteries lustrées. — Époque Assyrienne.

beaux osques, ils sont, à n'en pas douter, de fabrication grecque, aussi bien que la plupart des poteries dites Étrusques; l'art céramique ayant été apporté en Étrurie, lors

de son plus grand développement, par la colonie qu'y fonda l'aïeul de Tarquin, Demarate, de la race des Bacchiades, une des plus puissantes de Corinthe.



Poteries lustrées. — Époque Égyptienne.

La poterie grecque est composée d'argile figuline, de marne argileuse et de sable, matières premières très vulgaires... mais qui, préparées avec un soin extraordinaire,

décorées avec une science particulière, n'en constituent pas moins de véritables œuvres d'art.

La pâte, qui contient en quantités varia-

bles : du silice, de l'alumine, du fer et de la chaux, est fusible à la température de 40 de- grés, elle produit alors une sorte d'émail brun jaunâtre, mais le lustre non métalloïde



Poteries lustrées grecques : Olpes, Amphores de diverses époques; — Amphoridion et Stamnos.

et dont la composition a longtemps intrigué les savants, n'est pas le seul employé par les artistes grecs.

Leurs vases présentent trois couleurs de fond :

Le rouge brique, qui est le ton de la pâte,



Poteries lustrées grecques : Hydries, Phiales, Amphore, Lécythus, Oenoché.

quelquefois recouvert d'un vernis très mince, mais le plus souvent avivé par un polissage sur le tour.

Le noir, dont les éléments sont l'oxyde
Lrv. 120.

de fer et l'oxyde de manganèse, et qui passe au vert bronze par l'action d'un combustible produisant beaucoup de fumée.

Et le brun marron, qui s'obtient par

120

l'adjonction, sur la pâte, d'une couche de noir très mince. Cette glaçure prend un ton vert olivâtre, dans un four trop chauffé.

Ces fonds étaient les seuls employés par les potiers grecs, et si quelques pièces de nos musées en présentent d'autres, c'est que quelques-unes ont été brûlées; ayant été placées sur le bûcher de leur propriétaire, avant d'être enfouies avec lui dans la tombe.

Du reste, il est quelquefois assez difficile de distinguer le fond des poteries, car les Grecs employaient pour enrichir leurs vases des engobes argileuses, jaunes, blanches, rouges, violacées, qu'ils posaient en saillie ou en fond, et qu'ils décoraient au pinceau, de dessins de couleurs très variées, dont quelques-unes, le rouge, le vert et le bleu, n'étaient pas vitrifiables; pas plus que l'or avec lequel elles étaient mélangées dans les pièces qu'on appelle : richement colorées.

Mais avant de nous occuper de la classification des vases, par genre de fabrication, étudions-les d'abord par leur dénomination, ce qui nous aidera beaucoup, puisqu'ils ont des formes particulières selon les usages auxquelles ils étaient destinés, à l'exception pourtant de l'*urne*, expression vague qui est devenue une sorte de terme générique, employé assez arbitrairement pour désigner toutes sortes de vases, mais qui pour les céramographes n'a pas de signification.

Il faut aussi excepter l'*amphore*, qui n'a pas de destination absolue, et qui peut être aussi variée de formes que de dimensions.

Tout vase allongé, à col rétréci, qui a deux anses, est une amphore, puisque ce mot est composé de deux autres, qui signifient « porter des deux côtés. »

On donne cependant le nom d'*amphoridion* aux amphores de proportions très réduites.

Les très grandes, qui servaient à conserver le vin dans les caves, sont aussi quelquefois appelées *pithos*, mais elles n'ont

pas le col rétréci, qui est le caractère distinctif de l'espèce.

Les Grecs ont fabriqué des amphores pour toutes destinations; les plus remarquables sont les pièces à inscriptions destinées aux cadeaux que les citoyens se faisaient entre eux à l'occasion des noces, des réjouissances.

Et surtout les amphores panathénaïques, ainsi nommées parce qu'elles servaient de prix pour les vainqueurs des jeux publics, courses, luttes, etc., célébrés dans les fêtes appelées Panathénées.

Ces vases étaient pour la plupart décorés de la représentation de Minerve, comme celui que l'on peut voir dans notre gravure de la page 953, et dont l'original est au Louvre.

Les autres vases grecs sont, par espèces : l'*hydrie*, espèce de cruche qui sert à porter l'eau et même à la puiser, aussi y en a-t-il de plusieurs sortes et de différentes dimensions; le plus souvent leur anse se replie sur l'ouverture, évasée en forme de trèfle, comme celle de notre gravure de la page 953; quelquefois l'ouverture est ronde, le vase plus petit mais plus richement décoré, c'est le cas du premier de la même gravure, un des plus élégants de la collection du Louvre et dont la peinture représente la lutte d'Hercule et de Nérée.

Le *cratère*, vase de grandes dimensions qui servait au mélange de l'eau et du vin, soit pour le service de la table, soit pour les sacrifices.

De là, deux espèces de cratères, mais ils ne diffèrent que par la richesse des ornements et par l'adjonction d'un pied; en principe le cratère est un vase largement ouvert, muni de deux poignées, fixées au point de réunion du cylindre avec la base sphéroïdale.

Un des plus beaux que l'on connaisse est celui du Louvre, dont le sujet est Apollon poursuivant le géant Tytus qui veut enlever Latone, mais celui que nous donnons page 956 n'est pas moins remarquable, il est d'ailleurs de même provenance et repré-



120.

VASE HISPANO-MAURESQUE.

sente : Oreste réfugié au temple d'Apollon à Delphes.

Le héros, assis, tient encore à la main le glaive avec lequel il a assassiné sa mère; derrière lui, Apollon, dont le corps est à moitié couvert par un riche manteau, tient à la main droite un petit cochon, victime expiatoire qu'il semble secouer au-dessus de la tête du parricide; derrière Apollon est Diane en costume de chasseresse.

De l'autre côté d'Oreste on voit l'ombre de Clytemnestre, qui réveille deux furies endormies, pour les charger du soin de sa vengeance; une troisième furie, vue à mi-corps au pied de l'autel, complète le tableau.

De la même famille que le *cratère* sont la *kélébé* et l'*oxybaphon*.

La *kélébé* a d'ailleurs la même destination et ne diffère du *cratère* que par la disposition des anses, qui s'élèvent en courbes gracieuses et dépassent parfois le rebord saillant du vase.

Celle que nous donnons comme type page 956 est étrusque et appartient à ce qu'on appelle l'époque de la décadence de l'art grec, qui a pour principaux caractères : l'exagération dans la proportion des vases, la surabondance des ornements et le choix des sujets, qui s'affranchit du domaine de l'histoire pour entrer, sinon dans celui de la vie privée, au moins dans les représentations théâtrales.

La scène de notre vase, très remarquable d'ailleurs par sa richesse, est de ce genre; dans l'un des deux personnages portant le masque tragique on reconnaît facilement Mercure à ses ailes talonnières, bien que l'instrument qu'il a sur l'épaule ne ressemble guère à un caducée; l'autre est Saturne qui agite les serpents de la jalousie derrière un mari qui embrasse sa femme (vraisemblablement Agamemnon et Clytemnestre).

L'*oxybaphon* est de proportions beaucoup plus réduites; son usage le plus ordinaire était de contenir du vinaigre; cependant, il en est de très ornés, qui n'ont évidemment

pas été faits pour cette destination et que l'on peut considérer comme des coupes à boire, tels sont ceux de notre gravure de la page 956.

Les instruments bachiques ne sont du reste pas rares dans la céramique grecque.

En première ligne il faut citer le *canthare*, coupe à deux anses très élancées et posée sur un pied délicat. Ces vases dont on se donnera une idée par notre gravure de la page 956 étaient des vases sacrés, réservés plus spécialement pour les sacrifices à Bacchus.

Pour le service de la table il y avait l'*amphotis*, coupe à pied également à deux anses, se relevant exagérément au-dessus des bords, comme on peut le voir, page 961, ce qui ne devait pas être très commode pour boire.

Le *calyx*, d'où nous avons fait calice, bien qu'il donne de ce vase une idée beaucoup moins complète que le *canthare*.

Celui que nous avons fait graver page 961 est une coupe étrusque, un peu lourde d'aspect, mais qui devait être beaucoup plus maniable que sa voisine.

L'*aryballos*, sorte de tasse, de bol plutôt, quelquefois large à sa base et se rétrécissant un peu au sommet, quelquefois sans pied, mais toujours de forme bursaire, et souvent décoré de fines peintures à sujets mythologiques comme ceux de notre gravure page 956.

Enfin le *kottabe*, dont nous donnons, page 961, un spécimen qu'il ne faut pas cependant considérer comme un type; d'abord il est de façon étrusque et dans ce pays, de même qu'en Sicile, on ne s'en servait pas spécialement pour boire, mais plutôt pour un jeu, assez innocent d'ailleurs, et qui consistait à jeter avec, du liquide dans un vase d'airain en produisant un certain bruit.

Ce divertissement devint tellement à la mode qu'on fabriqua des vases exprès pour cela.

Pour puiser le vin dans les *cratères* et le

verser dans les coupes, les Grecs avaient deux sortes de vases.

L'*œnoché*, ou coupe ovoïde, au col mince, s'évasant pour recevoir une anse gracieusement recourbée en S (voir page 953).

Le *cyathus* (représenté page 961), espèce de coupe plate munie d'une seule anse et dont on se servait comme d'une grande cuillère pour soutirer le liquide des cratères et surtout des *kélébés*, dont l'orifice moins

large ne permettait pas l'introduction d'une cruche comme l'*œnoché*.

Introduction qui avait, du reste, l'inconvénient de mouiller les parois du vase, et partant de salir les convives, mais on y remédiait en transvasant leur contenu dans des vases à peu près de même forme, mais plus ornés, appelés *olpes*, et avec lesquels on pouvait remplir les coupes des convives sans risquer de tacher leurs habits.



Poteries lustrées grecques : Hydrie, Aryballos, Kélébé, Oxybaphons, Cratère, Canthare.

L'*olpe* se faisait aussi de dimensions plus petites pour renfermer l'huile dont s'oignaient les athlètes au moment de la lutte.

Celui que nous donnons, page 953, est un *olpe* de table, célèbre dans la collection Campana, sous le nom de Vase des trois Muses.

L'ornementation en est simple, puisqu'elle ne comprend que deux frises et les trois figures de femme, mais elle est d'une pureté, d'une élégance remarquables.

La représentation des Muses, est d'ail-

leurs très rare sur les vases grecs, et jamais on ne les y voit au complet, comme dans les œuvres romaines, où elles semblent reproduire par des attitudes et des attributs presque invariables, un modèle consacré; et cette circonstance augmente encore la valeur du vase du Louvre, sur lequel on voit Uranie, muse de l'astronomie, un compas à la main, Calliope représentant la poésie héroïque, et Melpomène, muse de la tragédie, jouant de la double flûte.

Il y avait encore pour le même usage des vases à couvercles, légèrement bombés,

qu'on appelait *stannos*, mais comme forme ils se rapprochent plus du genre cratère, étant pourvus de poignées fixées au-dessous des hanches.

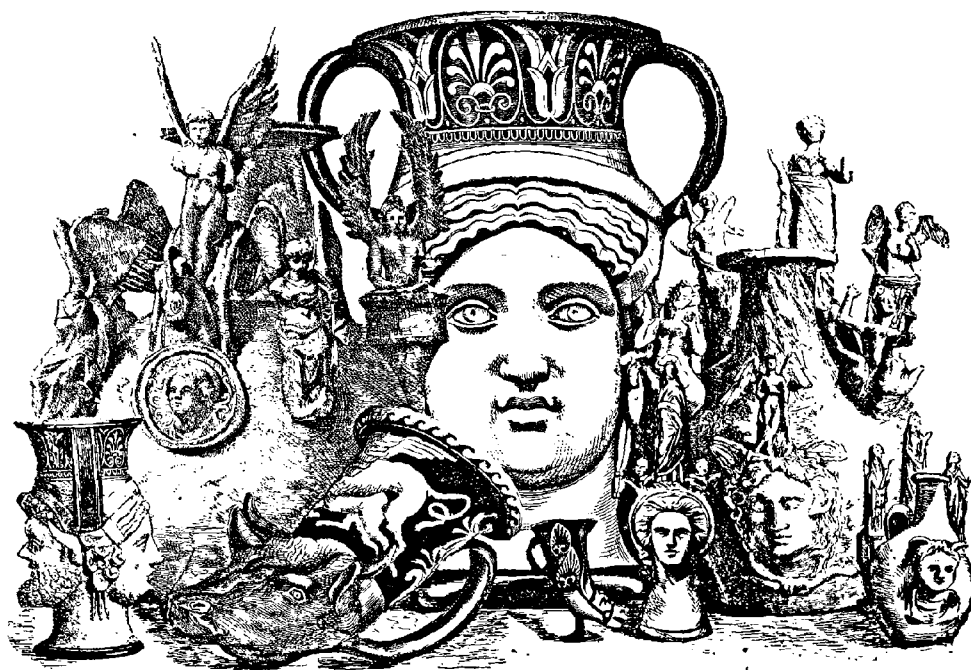
Les poteries destinées à contenir des parfums sont moins variées, il n'y a guère que le *lecythus* et la *phiale*.

Les *lecythus* sont très variés de dimensions, mais jamais de forme, rarement même de dispositions de décors ; c'est toujours une burette élancée, dont le col rétréci

se termine par une embouchure évasée en entonnoir, contre laquelle s'appuie une anse mince et large, dont l'autre extrémité se fixe sur la partie cylindrique du vase, laquelle est presque toujours entièrement recouverte par un sujet à personnages peints sur engobe.

Nos gravures, page 953, donneront une idée de ces sujets, qui ne sont pas toujours d'une compréhension très facile.

La *phiale* est une petite bouteille du



Poteries italo-grecques : Rhytons, vases à figures et vases d'ornementation religieuse.

genre de celles que nous appelons *fiote* par corruption... et il y en a de forts jolies, témoin celle que nous avons fait copier au musée céramique de Sèvres, et qui fait partie de notre 2^e gravure de la page 953.

Outre ces vases d'un usage courant, les Grecs fabriquaient aussi des poteries de fantaisie, qui avaient plus ou moins d'utilité pratique.

Tels sont les *rhytons*, les pièces à figure et les vases d'ornementation religieuse.

Le *rhyton* est un souvenir de la corne à

boire, employée à l'origine de presque toutes les civilisations, mais particulièrement chez les Grecs.

Il a la forme de la corne de bœuf, et se termine souvent par la représentation de la tête de cet animal, quelquefois aussi remplacée par celle d'un cheval ou mulet bridé, d'un éléphant, d'un chien, d'un bélier, d'un griffon, etc.

La série des rhytons de la collection Campana est particulièrement remarquable.

En somme, ce sont des coupes, d'une

espèce particulière, car la plupart ne sont pas percées au fond, de manière à devenir des vases propres à boire à la régale.

Quelques-uns pourtant, sont à cet usage, comme le petit, à tête de cheval, de la collection du Louvre, qu'on voit sur notre gravure page 957, mais on remarquera que l'anse est disposée très haut et de façon à ce qu'on puisse passer dedans, le pouce, pour tenir le rython au-dessus de sa tête.

Tandis que dans l'autre, à tête de bœuf, l'anse plus large, posée plus bas, est faite pour servir comme celle d'une tasse.

Ce rython, provenant de la riche collection de Luynes, est un des plus remarquables que l'on connaisse par la richesse de son ornementation.

Au-dessus de la tête de bœuf, couverte d'un lustre noir, qui le termine, on voit, modelé en demi-relief, dans la terre rouge, un griffon terrassant un cheval.

Le seul inconvénient pratique de ce genre de coupe était de ne pas tenir debout; un spécimen, que l'on voit au Louvre, prouve qu'on l'avait reconnu et qu'on cherchait à y remédier.

C'est un rython, coloré en blanc et rose, qu'une femme nue posée sur un genou, embrasse en le maintenant debout; mais alors, c'est une composition qu'on peut classer dans les vases à figure.

Les vases à figures, très nombreux au Louvre, sont de deux sortes : ceux dont la panse est formée par une tête ou deux têtes accolées, et ceux qui représentent des personnages et même des groupes.

Nous avons donné page 957 des spécimens de la première sorte; et notre vase, dont les deux têtes représentent Alphée et Aréthuse, est un des plus beaux de ce genre que l'on connaisse.

Nous n'en donnons point de la seconde, parce que c'est de la plastique proprement dite; nous nous contenterons de citer parmi les plus curieux qu'on voit au Louvre, un nègre accroupi, un pygmée étouffant une

grue, et un crocodile dévorant un homme.

C'est presque aussi à la plastique qu'appartiennent ces terres cuites d'ornementation religieuse, qu'on fabriquait dans la Grande Grèce et particulièrement dans l'Apulie, mais avec quelque prodigalité qu'elle s'y montre, la sculpture n'y est pourtant qu'un accessoire purement ornemental.

Ce n'est qu'en 1843, qu'on a trouvé près de Canosa, dans l'ancienne Apulie, les premiers vases de ce genre, qu'à cause de cela on appelle quelquefois « vases de Canosa, » et jusqu'à l'acquisition de la collection Campana, le musée du Louvre n'en possédait qu'un exemplaire, offert par M. le baron de Janzé, exemplaire très curieux d'ailleurs, et que nous avons fait graver, avec quelques autres, page 957.

C'est celui de moyenne grandeur, dont la base est rehaussée d'une tête de femme, finement modelée, surmontée d'un génie ailé.

De chaque côté, en guise de poignées, sont implantés dans la panse du vase, deux tritons dont les pieds de chevaux marins battent l'air; au-dessus s'élèvent parallèlement au col de la poterie, évasée comme une hydrie, deux divinités ailées; et une plus grande, placée au milieu, lui sert d'anse.

Notre gravure nous dispensera de décrire les autres vases, qui de formats divers et de compositions différentes, affectent néanmoins la même disposition dans l'ornementation, le même goût dans le coloris, bleu céleste ou rose tendre des draperies des figures, et la même harmonie dans l'ensemble.

* *

Cette description, par espèces, a presque fait toute notre besogne, il nous reste pourtant quelques mots à dire sur les différentes fabrications, que nous distinguerons chronologiquement : en vases corinthiens, vases italo-grecs à figures noires, vases italo-grecs à figures rouges, vases noirs à figures blanches.

Les vases corinthiens furent, en principe, des imitations du style asiatique, mais ils abandonnèrent bientôt les zones d'animaux fantastiques pour aborder les sujets mythologiques.

Le Louvre possède de ce genre une kélébé représentant Hector prenant congé de la famille de Priam pour aller combattre, et quelques hydries fort remarquables.

Les plus anciens que l'on connaisse ont été trouvés dans le tombeau lydien, qui fait partie de la collection Campana; les uns rappellent les poteries asiatiques, d'autres sont à couverture noire avec des peintures blanches, rouges et brunes, et presque tous ont quatre ou six anses.

C'est dans cette collection que nous avons pris les types que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs page 960.

Les vases italo-grecs à figures noires, sont déjà beaucoup plus modernes, leur fabrication ne date guère que du v^e siècle avant notre ère, aussi les progrès sont-ils considérables, les formes sont élégantes, les pieds, les anses, sont attachés avec grâce, mais le dessin, dont les contours sont tracés à la pointe sur le vase, pêche par l'uniformité, le convenu.

C'est à cette époque qu'appartient la grande amphore panathénaïque, représentée page 953, ainsi que la première du même dessin, connue sous le nom de son auteur, Nicosthènes, et qui est le type de cette époque, où il était de règle, que de deux chevaux attelés à un char, l'un fût toujours blanc et l'autre noir; la même règle voulait aussi que les parties nues du corps des femmes restassent blanches.

D'ailleurs, toutes les figures dessinées de profil se ressemblent, et leur caractère distinctif est l'exagération anguleuse des formes.

Comme sujets, c'est toujours la mythologie, des épisodes de la guerre de Troie et surtout des scènes bachiques.

Une variété dans la fabrication, c'est

l'emploi d'une engobe blanche sur laquelle se détachent des figures noires rehaussées de rouge; le cabinet des médailles possède de ce genre quelques spécimens très curieux, notamment la pièce connue sous le nom de coupe d'Arcésilas, qui a cela de particulier qu'elle représente des scènes de mœurs.

L'époque des vases à figure rouge est la belle époque de la Grèce.

Ces figures ne sont pas peintes, c'est la couleur de la poterie qui les donne, au moyen de réserves faites lors de l'application de la glaçure, elles sont simplement rehaussées avec du rouge violacé, employé seulement pour les bandelettes, broderies, bracelets et autres accessoires.

Quelques vases ont leurs figures rouges rehaussées de blanc, mais ils sont plus modernes et n'appartiennent pas, comme les autres, au siècle de Périclès.

L'influence de Phidias, de Zeuxis, se fait sentir dans le dessin, les formes deviennent plus naturelles, et le nu domine dans les compositions.

On cite comme les plus beaux spécimens de cette époque, à laquelle appartiennent la plus grande partie des vases que nous avons fait dessiner, les célèbres amphores de Nola.

Un siècle plus tard, les vases à figures rouges devenaient multicolores, on les rehaussait avec du jaune, du violet, du blanc, l'or s'adjoignit bientôt à cette décoration, et cela produisit, avec les combinaisons des reliefs de la sculpture, les poteries connues sous le nom de vases à riches décors, assez rares d'ailleurs, et dont le plus beau spécimen est, dit-on, la célèbre hydrie découverte à Cumes et qui est au Musée de l'Ermitage à Saint-Pétersbourg.

A défaut de dessin, nous en donnerons la description, d'après M. Raoul Rochette.

« C'est un vase de très grande proportion à trois anses, à vernis noir le plus fin et le plus brillant qui se puisse voir; il est orné,

à plusieurs hauteurs, de frises sculptées en terre cuite et dorées ; mais ce qui lui donne une valeur inestimable, c'est une frise de figures de quatre à cinq pouces de haut,

sculptée en bas-relief, avec les têtes, les pieds et les mains dorés et les habits peints de couleurs vives, bleues, rouges, vertes, du plus beau style grec qu'on puisse ima-



Poteries lustrées grecques. — Vases corinthiens de diverses époques

giner. Plusieurs têtes dont la dorure s'est détachée, laissent voir le modelé, qui est aussi fin, aussi achevé que celui du plus beau camée antique. »

Les vases noirs à figures blanches sont la dernière manifestation de l'art céramique italo-grec, qui produisit encore des pièces fort remarquables, mais qui avait déjà



Poteries lustrées romaines et gallo-romaines

perdu les grandes traditions, et préférait le gracieux au beau.

La plupart des pièces de nos musées ont été recueillies dans l'Italie méridionale et

leur fabrication remonte au III^e siècle avant notre ère, il paraît même qu'elle cessa tout à fait, du moins en ce qui concerne les vases peints artistiques, l'an 486 avant J.-C.

alors que le Sénat romain proscrivit les Bacchanales, qui étaient la raison d'être de la production des vases bachiques.

A cette époque, d'ailleurs, le luxe avait pénétré à Rome, et la poterie était remplacée, chez tous les patriciens, par l'orfèvrerie et les vases taillés dans les pierres précieuses.

Nous en avons donc fini avec les antiques grecs, reste à parler des fabrications italiennes.

ÉPOQUE ÉTRUSQUE

Nous avons dit que la plupart des poteries que l'on appelle étrusques, étaient d'origine grecque, il y eut cependant une fabrication spéciale à l'Etrurie, celle des vases noirs à gravures et à relief, trouvés dans les tombeaux de Vulci, de Chiusi, de Cerœ, de Veïes.

Ces gravures étaient faites presque mécaniquement, au moyen de rouleaux qu'on



Poteries étrusques de diverses époques.

passait sur la terre encore molle; les reliefs, modelés à part, étaient appliqués avec des estampilles qui leur donnaient la forme voulue.

Plus tard, les potiers étrusques, s'inspirant des Grecs, firent des vases peints, des urnes funéraires, et même des pièces de décoration religieuse, ornées de figurines et de statuettes comme celles de l'Apulie, mais quelquefois d'un art plus rudimentaire, car on en voit dont les bras s'adaptent au moyen de chevilles.

Lrv. 121.

Notre gravure ci-dessus réunit un certain nombre de pièces, de différentes natures.

Au milieu est la célèbre coupe de Vulci, vue de face pour montrer le sujet décoratif qui a été longtemps une énigme pour nos antiquaires, parce qu'au-dessus de la Pythie que consulte Egée, on lit le nom de Thémis, qu'on était plus habitué à voir avec les attributs de la justice, qu'assise sur le trépied fatidique des sybilles.

Mais, il est avec la science des accommodements, et il a été prouvé qu'avant de pré-

121

sider au papier timbré, Thémis avait été devineresse en titre au temple de Delphes.

Au-dessous de cette coupe est une espèce de réchaud, de forme bizarre, dont l'usage est encore un problème ; les uns affirment que c'est un meuble de toilette, quelque chose comme un nécessaire à parfums ; d'autres y voient une pièce de service de table, destinée à conserver chauds les mets ou les boissons, mais l'opinion la plus générale veut que ce soit un brûle-parfums, pour les cérémonies funèbres ou simplement religieuses.

Le vase élané de droite est une urne funéraire dont la fabrication remonte à peine à quelques années avant l'ère chrétienne.

Quant aux autres pièces, *amphiotis*, *kotabe*, *cyathus*, comme nous avons eu déjà occasion de les décrire, nous n'y revenons pas.

ÉPOQUE ROMAINE.

Les antiquités romaines en matière de céramique, ne sont que des imitations de la poterie grecque, imitations qui allèrent en s'amoindrissant jusqu'au jour où la terre cuite fut complètement abandonnée pour le service de la table et les cérémonies religieuses.

Il y eut pourtant un semblant d'école nationale, qui se répandit du reste partout où les Romains étendirent leur domination ; c'est la fabrication d'Arezzo, en Étrurie.

Le vase sans anse que l'on voit dans notre gravure est un spécimen de ce genre, qui a été aussi celui de l'époque Gallo-Romaine, ce qui nous dispensera de l'analyser, et nous terminerons notre revue des poteries lustrées par la céramique Américaine, la seule qui présente quelque originalité.

ÉPOQUE AMÉRICAINE.

Nous avons déjà parlé des poteries mates provenant du Pérou et du Mexique ; la fabrication de la poterie lustrée ne fut

qu'un progrès de main-d'œuvre dans cet art, que l'antiquité américaine avait porté très loin.

Nos spécimens, dessinés d'après des pièces appartenant à la magnifique collection du Louvre, en donneront la preuve, ou du moins une idée ; car ce sont les couleurs qu'il faudrait voir pour juger de l'effet des petites aryballes à fond conique, de provenance péruvienne, que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs ; le vase à tête humaine vient également du Pérou et il est absolument remarquable par le modelé de la figure et par le type d'une race éteinte qu'il représente.

Si remarquable même qu'à côté de cette figure le masque humain posé sur le vase primitif aztèque, paraît une caricature, et pourtant il ne manque point de valeur, surtout venant de peuples que nous étions habitués à considérer comme des sauvages.

Nous donnons aussi une assiette mexicaine et deux péruviennes ; elles se ressemblent assez, sinon par les couleurs qui sont mieux traitées dans les dernières.

En dehors du vase à tête humaine, qui est tout à fait hors ligne, ce que la poterie péruvienne a produit de plus curieux, sont ces sifflets dont le musée de la manufacture de Sèvres possède deux spécimens que nous avons fait graver.

Le premier de ces sifflets est un vase en terre noire, singulièrement orné de dessins en relief, mais plus singulièrement disposé encore pour que l'eau qu'il contient, produise en s'échappant du goulot, un espèce de sifflement, qui imite le chant des oiseaux.

Cette disposition consiste dans l'adjonction d'une sorte de cavité, qu'on devait remplir d'eau pour en faire usage, car le refoulement du liquide par l'air est indispensable pour obtenir l'effet désiré.

Certes ce n'est point là de l'art, mais c'est une curiosité qui a bien son prix, étant donnée son ancienneté.

Le second sifflet, également en terre noire,

mais dont la décoration est partie gravée, partie en relief (les perles, ajoutées à l'estampe sur la terre encore molle), se contente d'être un instrument de musique, un peu primitif si l'on veut, mais possédant néanmoins trois trous superposés, pour varier les modulations.

Du reste, ce n'est pas à ce titre qu'il occupe ici la place que nous lui donnons et qu'il mérite, comme pièce originale de la céramique antique.

POTERIES VERNISSÉES

L'art céramique que nous venons de voir si brillant, disparut complètement dans nos pays, à la grande conflagration du v^e siècle, qui changea la face de l'Europe et du monde.

L'invasion des Barbares fit oublier les belles poteries gréco-romaines, et pendant des siècles aucun perfectionnement, aucune innovation ne fut apportée à la fabrication grossière des vases de terre, que l'on savait à peine ébaucher et qu'on faisait insuffisamment cuire. Aussi, pendant toute cette période, le luxe de table des seigneurs consistait-il en vaisselle d'argent et d'or, en bassins et aiguières de cuivre, en plats d'étain et même de fer.

Les Croisades ne modifièrent point le goût; ceux qui revenaient d'Orient avaient dû y voir de curieuses œuvres céramiques, mais ils rentrèrent chez eux trop appauvris pour penser à un luxe nouveau.

Ce ne fut que vers la fin du xiii^e siècle que la poterie commença à faire des progrès, grâce à la découverte qu'un artisan de Schelestadt, fit du vernis plumbeux, espèce de glaçure brillante, d'une dureté excessive qui, s'il ne rendait pas la terre plus compacte, corrigeait du moins les inconvénients de sa porosité.

Cette découverte n'était pas absolument une invention nouvelle, car le glacé plombifère était connu de longtemps en Orient, il était aussi certainement en France,

puisque le musée de Sèvres possède des fragments de poteries vernissées, trouvées à l'abbaye de Jumièges, dans une tombe portant la date de 1120, mais il n'était pas employé dans la fabrication courante.

Bientôt on perfectionna, sinon le vernis absolument, mais son emploi; à l'aide d'oxydes métalliques, on lui donna des couleurs variées, puis on créa de nouvelles formes, que l'on décora avec des dessins imprimés en relief ou en creux, et dès lors les produits céramiques ne furent plus regardés seulement comme des objets d'utilité, mais devinrent aussi, peu à peu, des objets de luxe.

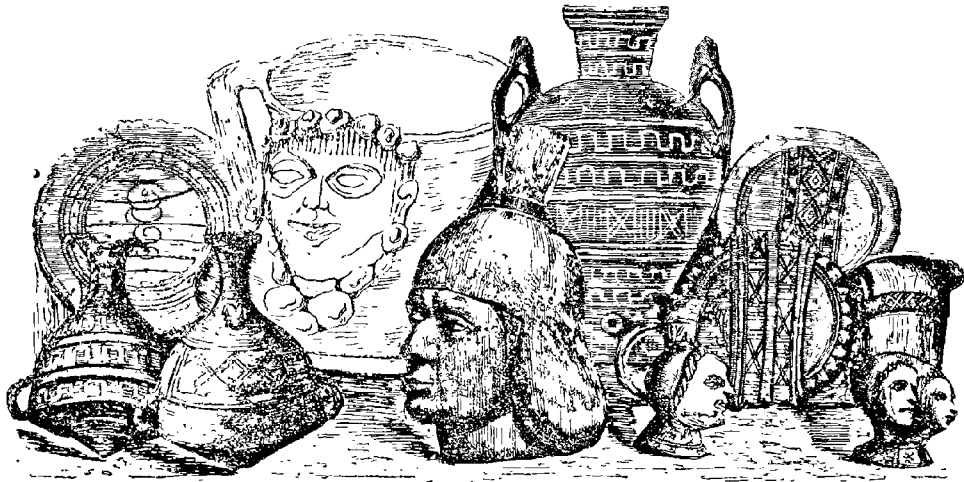
Une des premières, et la plus considérable peut-être, des manifestations de cet art en renaissance, est la fabrication des carreaux incrustés et des tuiles d'ornementation pour les châteaux, les édifices religieux; aussi lui consacrerons-nous la première partie de ce chapitre que nous diviserons en deux sections: les carreaux incrustés et la poterie proprement dite.

CARREAUX INCRUSTÉS

Jusqu'au xiii^e siècle, les carreaux gravés, dont nous avons donné quelques spécimens; les pierres de couleurs diverses, combinées en grossières mosaïques, avaient satisfait aux besoins de l'architecture, mais après l'invention du vernis plombifère, on voit apparaître des briques, des carreaux de formes diverses, à dessins variés, à couleurs tranchant sur le fond, pour remplacer économiquement les coûteuses mosaïques.

Dans beaucoup de vieilles églises on en a trouvé, la galerie des chasses de saint Louis à Fontainebleau, l'abbaye de Voulton près de Provins, nombre d'anciens châteaux dans l'Ain, dans le Calvados, dans la Seine-Inférieure, les monuments de Rue, de Crotoy (dans la Somme), de Cosne, offrent de très curieux spécimens de cette fabrication céramique, abandonnée long-

temps, mais reprise aujourd'hui avec succès, surtout en France et en Angleterre. Nous en avons fait graver quelques-uns, de façon à donner des types très variés d'armoiries, d'inscriptions, de devises, de monogrammes qui, combinés avec des ani-

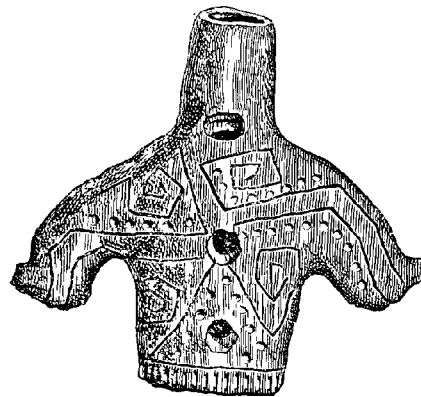
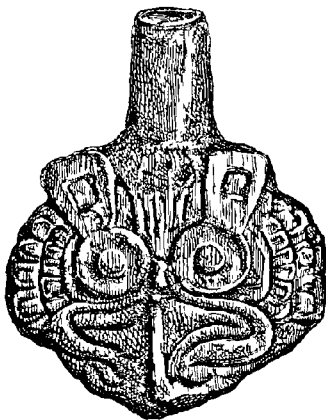


Poteries mexicaines et péruviennes.

maux fantastiques et des rinceaux diversement agencés et souvent bizarrement disposés, formaient dans les salles d'armes des châteaux, dans les chapelles, de curieux tapis de pied aux riches couleurs. Voici, page 965, un carreau de dallage vernissé,

à dessin incrusté, provenant d'une salle de l'ancienne chancellerie de Blois.

Il représente, en brun rouge sur fond jaune, un cavalier sonnant de la trompe, une branche d'arbre qui se détache sur le coin gauche est chargée de représenter une



Sifflets péruviens de la manufacture de Sèvres.

forêt et de désigner au cavalier son rôle de chasseur.

C'est naïf comme dessin, mais il ne faut

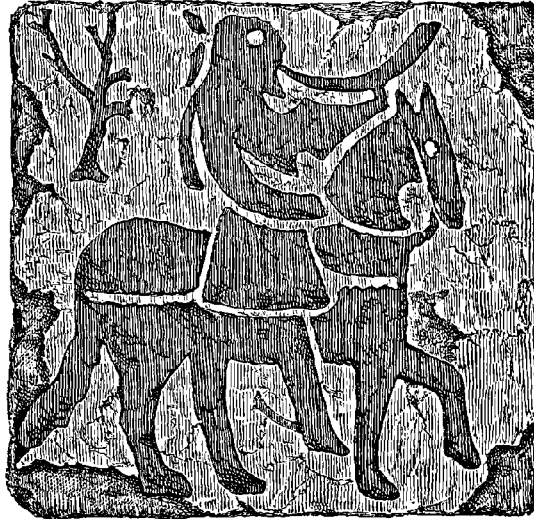
pas oublier que ce carreau date du XIV^e siècle.

Le carreau représenté à la même page, était dans une chapelle de Saint-Amand-

les-Eaux, c'est un des plus curieux de la catégorie à inscription et à monogramme.

L'inscription « De roisin vient le vin »

encadrant circulairement un raisin grossièrement dessiné, mais relié par une double tige aux deux lettres D R, est un cale-

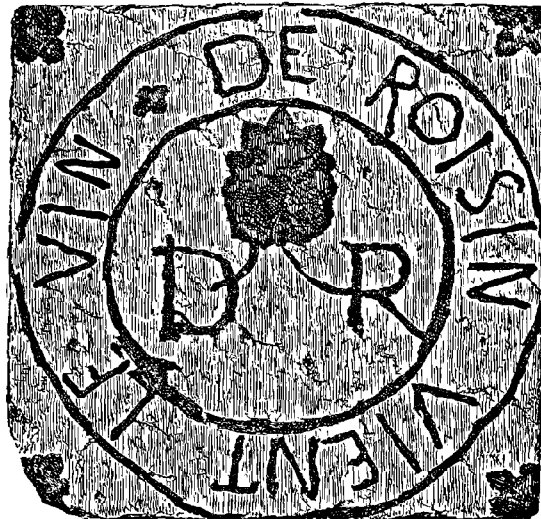


Carreau de dallage, de l'ancienne chancellerie de Blois.

bour par à peu près, comme on les faisait au XVI^e siècle.

Pour le comprendre, il faut savoir que

primitivement ce carreau servait au pavage de la salle de réunion d'une compagnie d'arbalétriers, dont un nommé Denis ou



Carreau à inscription, d'une chapelle de Saint-Amand-les-Eaux.

Désiré Raisin était lieutenant, ou capitaine.

Et, comme en raison de son grade, il payait à boire à ses soldats, ceux-ci par

reconnaissance lui ont voté la devise rappelée par le carreau.

Ce ne sont là que des morceaux carrés,

qui contenaient un sujet complet, qu'il fallait répéter ou entremêler avec d'autres pour avoir un carrelage entier; bientôt on abandonna ce système et l'on fabriqua des carreaux de formes variées, dont l'assemblage composait des dessins et des arabesques du plus gracieux effet.

Tel est le carreau écoinçonné de la page 967, et qui, trouvé à Troyes, faisait partie d'un pavage d'un grand effet décoratif.

On comprendra mieux cet effet en examinant la gravure suivante, composée de divers carreaux formant un ensemble, qui était le pavage d'une salle de la maison d'Ango, à Dieppe.

Ce panneau, que possède d'original le musée de la manufacture de Sèvres, est d'ailleurs fort remarquable par le style du dessin et la finesse du travail, qui rappelle les délicates niellures des Italiens.

La fabrication de ces carreaux fut d'abord assez simple; on formait avec de la terre argileuse, des carrés sur lesquels on imprimait avec des moules, d'assez faible relief, les dessins adoptés, qui se reproduisaient en creux dans la terre.

Une fois les carreaux soumis à une première dessiccation au soleil, on appliquait dans les creux une terre d'une couleur différente, le plus souvent de la terre de pipe blanche ou colorée par les oxydes métalliques, puis on mettait au four.

Pendant la cuisson, au moment du grand feu, on saupoudrait les carreaux d'une mince couche de minerai de plomb pulvérisé et mélangé avec du sable très fin, que l'action du feu convertissait en un vernis vitreux, qui recouvrait intérieurement les pièces en leur donnant de l'éclat.

On reconnaît les carreaux fabriqués ainsi à la couleur jaunâtre communiquée à l'argile blanche par cette opération.

Plus tard, on procéda par engobage, c'est-à-dire que l'on couvrit le noyau de terre brune, avec une mince couche d'argile blanchâtre d'abord, puis diversement colo-

rée ensuite, dont l'opacité cachait la couleur de la pâte.

Après dessiccation, on dessinait sur la couche superficielle: les cercles, les ornements, les zigzags, les légendes qu'on voulait avoir sur le carreau, et on les gravait en grattant, par places, la première couche, jusqu'à ce qu'on soit arrivé au niveau de la seconde; le résultat était le même, mais le procédé était exactement le contraire.

Ce système permettait d'obtenir des reliefs sur les plaques et sur les poteries, puisqu'il suffisait de gratter tout autour du sujet donné, et d'augmenter l'épaisseur de l'engobe.

On avait pour cela un procédé qui fut en usage vraisemblablement avant l'engobe, et qui est l'ancêtre de celui qu'on appelle aujourd'hui *pastillage*.

On dessinait sur la pâte blanche, quelquefois même sur le vernis brun, des traits, des rinceaux, des personnages, et avec une corne de bœuf, percée par le petit bout, et remplie de pâte délayée à l'état de barbotine, on formait sur les dessins des épaisseurs plus ou moins compactes, que l'on modelait ensuite, soit à la main, soit avec des demi-moules à plastique.

C'est ainsi qu'a été fabriquée la brique vernissée de notre page 969, et qui, provenant de la décoration extérieure d'une maison du xv^e siècle de Beauvais (aujourd'hui démolie) présente en haut relief la figure de sainte Barbe, assez élégamment modelée.

Ces briques de revêtement, de grandes dimensions et d'aspect très décoratif, ne devaient pas être d'un usage courant, car les spécimens de ce genre sont aujourd'hui très rares.

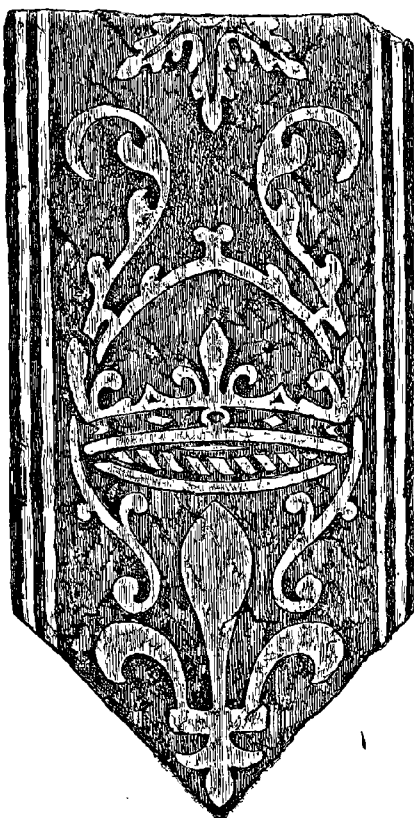
Ces fabrications, négligées pendant des siècles, oubliées même presque complètement, ont été reprises il y a une vingtaine d'années, surtout celle des carreaux incrustés, maintenant très à la mode, aussi bien que les tuiles et poteries de bâtiment, dont la fabrication est si variée que l'on

peut construire tout en terre cuite, des kiosques charmants, témoin celui que représente notre gravure de la page 976 et qui faisait partie de l'exposition de M. Peyrusson en 1878.

C'est un Anglais, M. Wright, directeur des poteries du Staffordshire, qui le premier essaya de faire revivre les procédés anciens, mais il n'y réussit pas complète-

ment et céda son brevet à M. Herbert Minton, de Stoke-Upon-Trent, qui donna de grands développements à la fabrication et compléta la gamme de couleurs connues au moyen âge, par l'addition du gris, du noir, du café au lait, du fauve pour les fonds, et du lilas, du vert, du bleu, du pourpre, pour les incrustations.

Les procédés de fabrication ne diffèrent



Carreau écoinçonné incrusté, de Ttoyes.

de ceux des anciens potiers que par l'emploi des presses mécaniques pour le moulage des carreaux.

Voici d'ailleurs comment on opère à Stoke-Upon-Trent et vraisemblablement dans nos usines françaises, qui pour s'y être mises un peu plus tard, font tout aussi bien, sinon avec plus de goût dans la décoration.

Les pâtes, destinées à donner les parties

incrustées, sont préparées avec le plus grand soin, délayées jusqu'à l'état de barbotine, tamisées et raffermies jusqu'à consistance pâteuse.

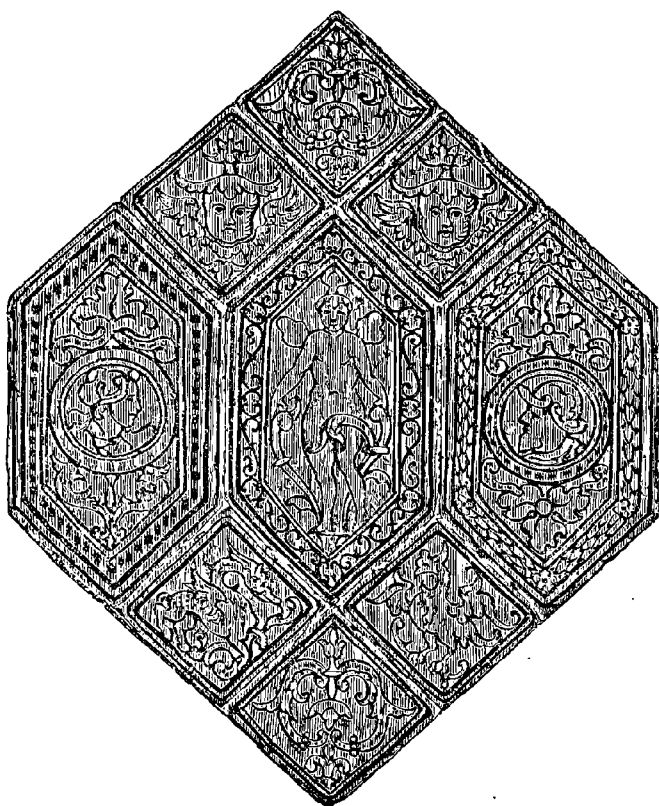
Avec cette argile de première qualité, on fait à la presse, dans un moule métallique dont le dessous est garni d'un plâtre qui donne les reliefs du dessin qu'offrira la pièce, un premier carreau d'une épaisseur

de 6 millimètres, que l'on laisse dans le moule pour le surcharger d'une seconde couche d'argile plus commune, puis d'une troisième, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur voulue, en ayant soin d'alterner les qualités de terre, de façon à éviter les irrégularités du retrait à la cuisson.

Puis on imprime un fort coup de presse pour donner au carreau une compacité

suffisante, on le sort du moule et l'on coule dans les creux du dessin, les pâtes de couleurs convenables, à l'état de barbotine, en remplissant non seulement tous les creux, mais en couvrant complètement la surface du carreau.

On laisse sécher deux ou trois jours, pour que les pâtes ajoutées fassent corps avec le carreau, dont on racle alors la surface



Carrelage de la maison Augo, de Dieppe.

avec un large couteau, de façon à faire apparaître le dessin, dont la couleur définitive ne ressortira pourtant qu'après la cuisson, qui se fait en cazettes ou par empilage; mais il faut dans ce cas, que chaque carreau soit protégé, sur sa surface ornée, par une brique commune.

Si les carreaux ne doivent avoir qu'une glaçure très mince, on la leur donne dans le four même, en recouvrant les parois inter-

nes des cazettes, d'un vernis volatil qui se transporte sur l'objet à cuire et lui donne un glacé suffisant.

S'ils doivent recevoir une glaçure épaisse on procède par immersion, comme pour la porcelaine, et l'on fait cuire de nouveau pour fixer le vernis.

Ces règles ne sont pas sans exceptions; on comprend, du reste, que pour les carreaux à plusieurs couleurs, il faut avec des moules

spéciaux, répéter l'opération incrustante autant de fois que l'ornementation du carreau comprend de tons.

Et cela suffit à expliquer pourquoi les carreaux polychromes, appelés carreaux mosaïques, si bien fabriqués par nos céramistes, notamment à Choisy-le-Roi, chez M. Boulanger, à Écuisses, chez M. Peyrusson,

à Maubeuge, chez MM. Boch frères, sont beaucoup plus chers que les carreaux qui n'ont reçu qu'une seule incrustation.

POTERIES

Les poteries vernissées, ayant apparence artistique, n'ont guère fait leur apparition en France qu'au xiv^e siècle; leur apogée fut



Brique vernissée du xv^e siècle, avec figure en relief.

au xv^e, car après cela, elles s'effacèrent devant les poteries émaillées.

Les fabriques célèbres étaient à la Chapelle-aux-Pots, Beauvais et Savignies.

Dans le Poitou on faisait surtout de la poterie vernissée d'un beau vert; c'était aussi la spécialité du Bordelais et il y avait à Sadirac une fabrique renommée pour sa « *Potherie de verderie*. »

Aux procédés de décorations employés pour les carreaux, c'est-à-dire le simili-pas-

tillage et l'engobage avec ces gravures dans la pâte que les Italiens appellent *graffiti*, on ajouta le *pastillage* proprement dit et la *sigillation*.

Le pastillage consiste dans l'apposition sur la pâte, d'ornements modelés à part, en terre de même nature; mais quelquefois de couleurs différentes que l'on y colle au moyen de la barbotine et qui s'y fixent par la cuisson.

La *sigillation*, au contraire, a pour but de

produire des creux dans la pâte, au moyen de moules en relief, dont l'ensemble concourt à produire une riche décoration, qui ne coûte ni beaucoup de temps ni beaucoup d'art.

Malheureusement, dans les fabriques ces moules une fois faits se transmettaient de génération en génération, et s'apposaient sur les pièces de toutes sortes; ce qui fait qu'il est extrêmement difficile d'assigner une date aux poteries décorées de cette façon.

En veut-on un exemple concluant : il existe au musée du Louvre un grand plat, vernissé en vert, sorti d'une fabrique de Beauvais qui, bien que chargé dans une ornementation très compliquée du chiffre cinq fois répété de Charles VIII... (le K surmonté d'une couronne royale) porte comme date de fabrication l'année 1511, époque à laquelle régnait déjà, depuis longtemps, son successeur, Louis XII.

Il est évident qu'on s'est servi de vieux moules pour estamper le chiffre du roi, et que si le plat n'avait pas de date on lui donnerait naturellement celle du règne de Charles VIII.

Malgré cet anachronisme, cette pièce dont le musée de Sèvres possède un exemplaire en vernis brun et que nous reproduisons dans notre gravure de la page 973, est une des plus curieuses que l'on connaisse par ses dimensions, ses richesses et par sa nature éminemment religieuse, puisque la plupart des ornements sont les symboles de la passion et que le chiffre de Jésus-Christ, entouré de rayons, en occupe le milieu.

Autour de ce monogramme sont les lettres composant *Ave Maria*, espacées par des écussons couronnés, composés alternativement d'une fleur de lis et du chiffre de Charles VIII.

Ce deuxième cercle, circonscrit par le fond du plat, est lui-même entouré d'un troisième, formé d'arcades gothiques et d'écussons

couronnés; sous les arcades, au nombre de six, sont les divers instruments de la passion et la figuration du Christ en croix; quant aux écussons ils sont aux armes de France, de Bretagne, écartelés de France et Bretagne, et de France et Dauphiné, il y en a même un tout à fait de fantaisie et sur lequel est écrit en gothique le mot *Masse*, qui est vraisemblablement le nom de l'auteur de la pièce, chargée encore d'une inscription gothique : *O vos omnes qui transitis per viam attendite et videte si es dolor similis sicut dolor meus.*

« O vous tous, qui passez par cette voie, examinez et voyez s'il est une douleur semblable à ma douleur, » pieuse citation, qui est le commentaire le plus naturel de la décoration principale du plat.

Les inscriptions sont d'ailleurs un des caractères distinctifs des poteries artistiques du xv^e siècle, faites pour la plupart par des ouvriers qui, selon les usages des corporations, étaient obligés de produire leur chef-d'œuvre, pour être reçus maîtres en leur art.

Tel est certainement le cas de ce plat à engobes grattées, que possède le musée de Sèvres, et autour duquel l'artiste a écrit son nom, en le faisant précéder d'un vœu de bonne augure.

L'inscription, d'un caractère gothique et d'un français non moins gothique est : *Je cuis planter pour reverdir. Vive Truppet.*

En la traduisant par : « Je suis planté pour reverdir » elle se rapporte à l'arbre à grosses fleurs, planté dans le fond du plat, et encadré d'une bordure losangée coupée symétriquement de galons en demi-relief.

L'origine de ce plat (qu'on voit dans notre gravure page 973), est généralement attribuée au midi de la France, dont il est à peu près le type de la fabrication.

Les autres poteries groupées dans notre gravure, toutes pièces de musées du reste, ont aussi leur intérêt. On y voit une gourde à personnages en relief rappelant pour la for-

me, certaines faïences orientales, une écuelle de style étrusque, un vase à inscriptions aussi élégant que les amphores grecques, un grand broc à pastillage, une buire godronnée du Poitou, et la gourde de chasse du musée du Louvre, connue sous le nom de gourde de Montmorency, parce qu'elle porte sur sa panse les armoiries de cette maison avec l'épée du connétable, spéciale au célèbre Anne de Montmorency; ce qui donne pour date à cette pièce, très curieuse, les premières années de la deuxième moitié du xvi^e siècle, c'est-à-dire précisément l'époque où Bernard Palissy cherchait l'émail blanc, déjà connu en Italie.

De l'autre côté est un petit pot à surprise du musée du Louvre, mais pour ce genre de production, qui fut une des joies de nos pères, nous avons fait une gravure spéciale (page 972) afin de les expliquer mieux.

Les pots à surprise, qu'on appelait aussi pots trompeurs, étaient quasi de fabrication courante; car toutes les familles un peu aisées en possédaient au moins un, pour s'amuser aux dépens de leurs convives non initiés.

Ceux que nous représentons sont d'un certain luxe : l'un est muni d'un couvercle adhérent, finement découpé, qui lui donne un aspect bizarre, l'autre est tout bonnement une cruche ou un broc, mais dont la partie supérieure est criblée de tant de trous symétriques, qu'il est impossible de boire avec... par les moyens ordinaires du moins.

Mais il y a un secret, le même pour les deux pots, le même, du reste, pour tous les vases à surprise.

C'est par l'anse seulement que le liquide peut arriver de la partie pleine du vase jusqu'aux lèvres du buveur, puisque la partie supérieure est découpée à jour.

L'anse creusée fait office de syphon dans l'intérieur du broc et elle amène le liquide dans le rebord du vase, également creux et muni d'un bec en saillie; on en met deux ou même plusieurs pour dérouter les cher-

cheurs; mais il n'y en a naturellement qu'une de bonne.

Quand il s'agit de boire, on prend le pot d'une main par l'anse, de manière à pouvoir fermer, avec le doigt, le petit trou caché sous la courbure de l'anse, qui est toute la clef du mystère : puis on aspire le liquide en appliquant sa bouche au bec qui existe au bord supérieur du vase; ce qui permet de le vider sans être obligé de le pencher, et par conséquent sans répandre le liquide.

Cette fabrication n'a jamais été abandonnée et si les pots à surprise sont à peine connus dans les villes, dans les campagnes, surtout dans l'ouest de la France, ils sont assez communs.

On n'en saurait dire autant de la fabrication des poteries vernissées artistiques qui n'a pas essayé de lutter contre les majoliques et les faïences, et qui a complètement disparu.

On la reprend pourtant, et avec un certain succès même, à Vallauris, qui est un des centres les plus considérables de production des poteries communes, puisque cette petite localité des Alpes-Maritimes compte aujourd'hui près de cinquante fabriques de poteries.

C'est là que nous étudierons les procédés de fabrication qui seront vite décrits, du reste, puisque nous connaissons déjà tous les systèmes d'ébauchage et de façonnage, et que nous n'avons plus à nous occuper que de la mise en couleurs, qui se fait aussitôt que les pièces tournées, rabotées et garnies de leurs anses, pieds ou queue (s'il s'agit de poêlons ou de marmites), sont suffisamment séchées.

C'est avec des terres fines, additionnées d'oxydes métalliques, broyées soigneusement, étendues d'eau jusqu'à l'état de barbotines, que se préparent les couleurs; il y en a de blanches, de rouges, de jaunes, de brunes, de vertes.

Si la pièce doit avoir une couleur uniforme, on procède par immersion dans

l'un ou l'autre des liquides ; la fantaisie qui produit des fonds jaspés ou irisés de reflets fauves, s'obtient par de rapides mélanges et par un adroit coup de main : ainsi, quelques gouttes de rouge, jetées sur un fond blanc, produisent par une agitation calculée la marbrure la plus réussie.

C'est de la même façon qu'on obtient les variations claires sur les fonds sombres verts ou bruns de ces pièces, fort jolies du reste, qu'on appelle barbotines, parce que

leur décoration consiste en applications de guirlandes de fleurs et de feuillages moulées avec des barbotines de nuances éclatantes.

Pour les casseroles et autres ustensiles de ménage qui doivent être colorés intérieurement, on y fait passer rapidement une écuelle de liquide colorant, que l'on reverse aussitôt dans une autre, en ayant soin que toutes les parois en soient imprégnées.

Le vernis se pose de la même façon que



Pots à surprise, ou pots trompeurs, du xv^e siècle.

les couleurs, après dessiccation des pièces.

Cette composition, que les potiers appellent de l'alquifoux, a pour base du minerai de plomb, renfermant une certaine quantité de soufre ; il se trouve en abondance aux environs de Toulouse, dans la Sardaigne et dans l'Espagne, d'où le nom de vernis d'Espagne qu'on lui donne quelquefois.

Cette glaçure n'est pas sans inconvénients ; mal préparée, insuffisamment cuite surtout, elle se gerce facilement et le plomb qu'elle

contient, en se combinant avec certains aliments, peut donner lieu à de véritables empoisonnements.

Aussi commence-t-on à l'abandonner, et dans les poteries de Bretagne on ne se sert plus guère que de l'enduit inventé par M. Constantin, pharmacien de Brest, qui est un mélange de silicate de soude, de quartz, de craie de Meudon et de borax, et donne, sans aucun danger, d'excellents résultats.

Les pièces vernies, séchées une seconde fois, vont à la cuisson, qui s'opère quelque-

fois dans des fours à compartiments analogues à ceux dont nous avons déjà parlé pour les poteries mates, et qu'une coupe en plan pour quatre compartiments (page 976) rappellera à nos lecteurs, mais le plus souvent, dans des constructions spéciales au pays.

On aura une idée exacte de ce four, en s'imaginant trois pièces superposées, communiquant ensemble par des raies percées

à égales distances entre les planchers : un sous-sol, dans lequel on fait le feu ; un rez-de-chaussée, où sont rangées les poteries : les plus grossières en *charge*, les plus délicates en *échappade*; et un premier étage dans lequel la flamme et la fumée trouvent des issues, par les ouvertures encadrées de tuiles plates, qui font office de cheminées.

Ces ouvertures servent aussi de visières pour surveiller la cuisson ; une fente ména-



Poteries vernis-ées françaises des XIV^e et XV^e siècles.

970

gée dans la porte du foyer est affectée au même usage.

Du reste, on fait des essais ; du moment où l'on s'est aperçu par le retrait des pièces qui, au moment de la charge, remplissaient le four entièrement, que la cuisson s'avance, on sort, au moyen d'une longue tige de fer, que l'on plonge par l'ouverture du four, une pièce incandescente que l'on fait refroidir au dehors, pour en apprécier la couleur et le vernis, et l'on répète l'opération jusqu'à satisfaction.

Alors on éteint le feu, et on attend le refroidissement pour défourner.

Une cuisson, y compris l'enfournement et le défournement, dure généralement trois jours, et elle coûte de deux cents à deux cent cinquante fagots.

Ce qui explique pourquoi les habitants de Vallauris ont abandonné la culture, pour planter en pins tous leurs terrains.

Ce qu'on fabrique surtout à Vallauris, pays privilégié pour les excellentes argiles qu'on y recueille, ce sont les poteries d'usage :

marmites, fourneaux, poêlons, pots à fleurs, cafetières, tuyaux et conduits de cheminées, cependant quelques maisons y font des poteries artistiques.

Indépendamment des barbotines que tout le monde connaît, de ces cache-pots plus ou moins verts, à vernis ombrés, popularisés par leur bon marché, charmants d'effet d'ailleurs; des assiettes à dessert, à feuilles de vigne, obtenues par les mêmes procédés; on y fait aussi de vraies œuvres d'art, bien supérieures à celles du xv^e siècle, et des imitations de l'antique, très réussies.

Cette branche de la céramique ne reste point en arrière, et dans sa sphère modeste, elle participe et concourt au progrès que fait tous les jours l'art du potier.

POTERIES ÉMAILLÉES

Les poteries émaillées sont les faïences communes, connues de longtemps en Orient mais qui n'ont été fabriquées chez nous que vers la fin du xvi^e siècle.

Ces mots de : faïences communes ne doivent cependant pas être pris au pied de la lettre; car ce sont précisément les poteries portant ce nom, qui peuplent nos musées des produits les plus variés, les plus intéressants et peut-être les plus artistiques, de toute la Céramique.

A cet égard, elles seraient plutôt *rare*s, bien que presque tous les pays se soient appliqués à en produire.

Elles ne sont dites « communes » qu'à cause de la composition de leur pâte, généralement colorée, quelquefois blanchâtre, toujours tendre (c'est-à-dire facilement rayable par le fer), à texture lâche, à cassure terreuse; mais dont la grossièreté disparaît sous un émail brillant et opaque de compositions variables, selon les fabrications, mais dont l'étain est la base.

Bien que l'ancienne Égypte paraisse avoir connu la glaçure stannifère, elle ne s'en est servi qu'accidentellement et c'est

à la Perse qu'on doit la faïence en fabrication suivie.

FAÏENCE DE PERSE

La faïence persane se compose d'un sable quartzéux blanc, mélangé d'argile en petite quantité, ce qui la rend facilement vitrifiable; aussi quelquefois est-elle seulement lustrée avec un vernis silico-alcalin, mais le plus souvent pourtant, elle ne doit sa blancheur qu'à l'émail, composé de plomb et d'étain, qui la recouvre.

Les premiers objets fabriqués en faïence paraissent être des carreaux de revêtement pour l'ornement intérieur et extérieur des palais, des mosquées, et nos musées en possèdent des spécimens très intéressants: d'autant que cette fabrication s'est continuée, presque sans modifications; de sorte qu'il est assez difficile de reconnaître les produits anciens des modernes, sinon à l'apparition, dans le décor, de figures humaines, posées le plus souvent, pour ne pas enfreindre trop ouvertement les lois de Mahomet, sur un corps d'oiseau, de dragon, d'un quadrupède quelconque, ce qui produit ce que nous appelons des chimères.

Mais ces figures, fréquentes sur la poterie, les vases, n'apparaissent qu'assez rarement sur les carreaux, faits d'ailleurs pour une destination et devant pour la plupart se relier avec d'autres de façon à former ensemble une décoration complète.

C'est ainsi que Shah-Abbas fit revêtir son palais d'Ispahan de véritables tableaux en céramique de plus de deux mètres de côté, et représentant les principaux faits de l'histoire de la Perse.

Mais ceci est relativement très moderne puisque Shah-Abbas est mort au xvii^e siècle.

En fait de vases, ce que la faïence persane a le plus produit sont des bouteilles à long col, presque toujours renflé du milieu; des aiguères avec plateau garni d'un double fond à jour, des brocs de table qui sont restés le modèle de nos pots à eau, des

gargoulettes, des vases cylindriques qui se rapprochent assez de nos chopes à bière; des bols de toutes dimensions, évasés ou coniques; des coupes avec ou sans couvercles, hémisphériques ou campanulées, mais toujours montées sur un pied assez élevé.

Et naturellement, des plats, des assiettes qui se font remarquer par l'étroitesse de leur marli.

On distingue les faïences persanes en camaïeu et en polychrome.

Les camaïeus sont de deux sortes : la première, à fond très blanc, à ornements bleus, d'un seul ou de plusieurs tons, chatironnés (c'est-à-dire entourés d'un trait noir) : c'est le type qui a été le plus et le mieux imité par les faïenciers de Hollande et de France.

La deuxième, à fond bleu turquoise, avec fleurs réservées en blanc, et ornementée, en bleu de cobalt, chatironné ou non ; ce système de décoration est surtout employé ; pour les coupes d'une certaine dimension et presque toujours l'intérieur est à deux tons, tandis que l'extérieur est monochrome ; du reste, les ornements en sont toujours différents, et quelquefois même, le vert composé, le violet de manganèse, le noir vif, s'y montrent en rehauts d'un grand effet.

La troisième classe comprend les faïences polychromes, les plus nombreuses et les plus variées ; toutes les couleurs de la palette vitrifiable s'y rencontrent pour représenter, plus brillantes que nature, des tulipes, des œillets et beaucoup d'autres fleurs, entremêlées d'ornements, de galons, de rinceaux, la plupart de très bon goût, mais répandus avec trop de profusion, surtout dans les vases, car les plaques de revêtement affectent une certaine sobriété, notamment celles qui forment un tout complet et se reconnaissent à leur encadrement.

La plus curieuse de ce genre est celle que M. Jomard apporta d'Égypte, comme provenant de Kirnan ou de Zorende et qui est censée représenter la célèbre mos-

quée de la Mecque, mais elle n'a pas l'éclat des spécimens réunis dans notre gravure.

FAIENCES ARABES

De la Perse, la fabrication de la faïence passa dans l'Inde et dans l'Asie Mineure. Dans l'Inde elle resta, ou à peu près, à l'état d'imitation, et celle qu'on fabrique encore aujourd'hui à Hayderabad, ne diffère pas d'une façon sensible des produits persans.

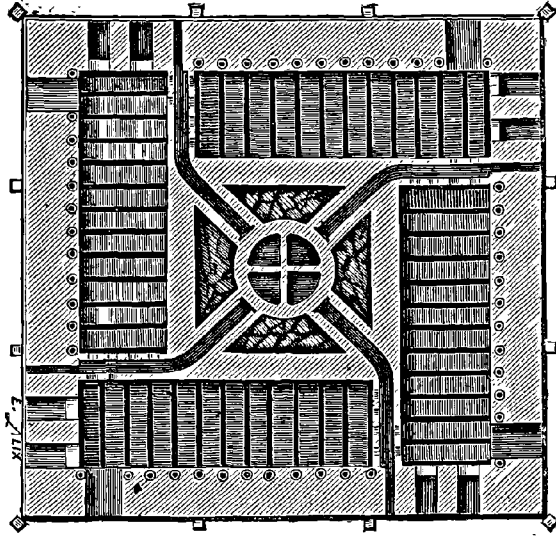
Dans l'Asie Mineure, au contraire, le style se transforma promptement, et dès le IX^e siècle, la fabrication se répandait sur la côte nord-est de l'Afrique et surtout dans le Magreb, et adoptait le style arabe.

Il y eut cependant une époque de transition, et il n'est pas rare de rencontrer des lampes votives en forme d'œufs qu'on suspendait dans les mosquées, décorées de croix de Jérusalem.

Mais l'influence chrétienne, apportée vraisemblablement par des artistes byzantins, ne tarda pas à s'effacer et l'arabesque régna en maîtresse, — d'abord mélangée avec les fleurs persanes, comme dans le brûle-parfums de notre gravure, provenant de la fabrique de Kutahia, où se faisaient spécialement des services à café, décorés dans le goût des châles de Kachemyre, — puis absolument seule, pour produire des objets très caractéristiques, et dont les plus nombreux furent naturellement les plaques de revêtement.

Ces plaques, plus soignées, et surtout plus grandes que les carreaux à l'imitation de la Perse, sont une des spécialités de la fabrication arabe, peu recommandable par la qualité de la pâte, et surtout par celle de l'émail généralement granuleux, mais très curieuse d'aspect : les arabesques se détachant sur un fond blanc en rinceaux presque aussi déliés que des niellures italiennes.

Les Arabes, qui n'emploient pour leurs ornements, ni les figures, ni les fleurs, du



Coupe en plan du four à 4 compartiment pour la cuisson des terres vernissées.

moins au naturel, ni même avec aucune prétention à l'imitation, ont cependant plusieurs sortes de décors.

Ils ont l'arabesque proprement dite d'une finesse extrême, d'une profusion excessive, se groupant par médaillons, par zones sur



Kiosque en terres cuites vernissées de M. Peyrusson.

la panse des poteries, c'est à ce genre qu'appartient le grand vase que nous reproduisons et qui a été trouvé avec d'autres objets antiques, dans des fouilles faites au Caire.



Faïences de Perse.

Ils ont les zigzags en forme de caractères, d'une couleur tranchée, généralement noirs ou rouges, entremêlés avec des fleurettes ou des ornements de couleurs plus claires.

Ils ont les zones, quelquefois répandues sobrement et garnies d'oves, de quadrillages, laissant la plus grande partie du vase à nu, mais quelquefois le couvrant complètement, comme dans la grande coupe de



Faïences arabes

notre dessin, et alors chargées d'ornements de toutes sortes, imitant assez le bariolage des anciennes étoffes de l'Orient.

Liv. 123.

FAIENCES HISPANO-MORESQUES

Les Arabes apportèrent leur art, en même temps que leur domination, en Espagne,

123

et c'est là que leur céramique fit les plus grands et les plus rapides progrès, car ce sont vraisemblablement leurs potiers qui fabriquèrent les magnifiques carreaux de revêtement de la mosquée de Cordoue, que les Espagnols imitèrent avec succès sous le nom d'*azulejos*, à cause de la couleur bleue qui dominait dans leur décoration, et qu'ils dépassèrent bientôt, s'il est vrai que les plaques de l'Alhambra, ornées de la devise des souverains Mores : « Il n'y a pas de fort si ce n'est Dieu, » proviennent de la fabrique de Malaga, tout espagnole.

C'est aussi cette fabrique, la plus ancienne de la Péninsule, qui produisit ces merveilleux vases de l'Alhambra, dont nous avons déjà donné une gravure page 853, bien qu'il n'en reste plus qu'un aujourd'hui et qui, contemporains du monument, à la décoration duquel ils concoururent, sont évidemment de la fin du xiii^e siècle.

Il est certain, d'ailleurs, d'après la relation du voyage d'Ibn-Batoutah, de Tanger, qu'en 1350, Malaga était déjà en grande réputation pour ses œuvres dorées, qui s'exportaient dans les contrées les plus éloignées.

Ces œuvres dorées étaient les faïences hispano-moresques, qu'on nommait ainsi, à cause des reflets métalliques du vernis qui les recouvrait.

Car Malaga ne fabriqua pas que des vases géants comme celui de l'Alhambra de Grenade (1^m,36 de hauteur sur 2^m,25 de circonférence), mais elle garda une certaine prédilection pour les pièces de dimensions considérables, témoins les trois grands bassins conservés au musée de Cluny, et dont la décoration, composée de dessins à reflets métalliques, entremêlés d'émaux bleus, n'est pas sans analogie avec celle du célèbre vase de Grenade.

Du reste, la plupart des pièces venant de Malaga, dont le fond est d'un blanc jaunâtre tirant sur le ton chair, sont décorées en bleu pur, rehaussé de filets d'or, du moins celles de la belle époque, car la décadence

arrivant, les figures géométriques, la plupart symboliques, des Arabes, disparurent pour faire place à des ornements plus variés contournant des médaillons, des cartouches où apparaissaient avec tous leurs émaux, toutes leurs couleurs, les armoiries des rois d'Espagne et des princes chrétiens qui faisaient travailler l'usine.

Il est probable que cette fabrique disparut vers le xvi^e siècle, car on ne trouve plus de trace historique de son existence après cette époque.

Valence hérita de sa réputation, qu'elle avait peut-être partagée depuis deux siècles, car, bien que lorsqu'il s'empara de la ville en 1289, le roi Jayme d'Aragon y trouva la céramique des Mores si avancée, qu'il crut pouvoir la frapper d'un impôt, les vases dorés qui illustrèrent la poterie valencienne, ne sont pas antérieurs au xv^e siècle.

On le reconnaît le plus souvent à une inscription latine : « *In principio erat verbum et verbum erat apud Deum,* » qui est le commencement de l'Évangile de saint Jean, ou à l'aigle, oiseau emblématique du même saint, vénéré particulièrement à Valence.

Le grand vase que nous avons reproduit dans une de nos gravures hors texte, est un spécimen de cette fabrication, qui finit par s'éteindre comme celle de Malaga, comme celle de Barcelone, qui du reste ne fit jamais grand bruit et laissa passer la renommée dans une petite ville voisine, Manisès, qui en jouissait surtout au xviii^e siècle, en produisant des vases dont le fond était poussé jusqu'au cuivre vif, d'une forme tourmentée et d'une décoration surchargée de fleurs et d'armoiries.

C'était bien toujours du style hispano-moresque, mais comme on le verra dans notre gravure, il n'y avait plus rien d'arabe.

La décadence a été complète, du reste, car la fabrique n'existe plus.

Pour retrouver l'ancien style, il faut étudier la fabrication de l'île Majorque, moins

ancienne peut-être que celles de Malaga et de Valence, mais qui eut le mérite de se conserver pure, et l'honneur de donner son nom (*majolique*) aux premières imitations des Italiens, qui d'ailleurs ne tardèrent pas à faire oublier les faïences à reflets — quelquefois rougeâtres, comme dans un grand plat aux armes de la ville d'Yuca (centre de la fabrication), le plus souvent nacrés comme dans le vase, aux deux anses massives de notre gravure — qui étaient la spécialité, non seulement de Majorque, mais encore des autres îles Baléares, car Iviça possédait aussi une fabrique importante, puisque Vargas déplorait sa disparition en 1787.

FAÏENCES ALLEMANDES

L'Allemagne fabriqua la faïence bien avant l'Italie et presque en même temps que l'Espagne, puisqu'il en existe encore qui date du commencement du XIII^e siècle.

Dans les débris du couvent de Saint-Paul, à Leipzig, achevé de construire en 1207, on a trouvé des briques émaillées qui font supposer des connaissances céramiques assez étendues.

En 1290, on éleva à Breslau, à la mémoire d'Henri IV, duc de Silésie, un monument qui existe encore aujourd'hui, en terre cuite émaillée.

Il est probable que les potiers allemands connurent l'émail stannifère par des Grecs de Byzance, mais cependant rien ne le prouve, car on ne trouve ni dans les musées allemands, ni dans les nôtres, aucune pièce de faïence byzantine; peut-être ont-ils inventé le procédé, comme le fit plus tard chez nous Bernard Palissy; ce qu'il y a de certain c'est qu'au XIV^e siècle l'art céramique était très développé en Allemagne et qu'au XV^e Veit Hirschvogel créait, à Nuremberg, une fabrique de faïences qui acquit une renommée considérable et sut la conserver pendant plus d'un siècle, malgré les majoliques d'Italie qui se répandaient

alors partout, et la concurrence plus redoutable, parce qu'elle était plus locale, des fabriques de Delft.

Les Hirschvogel ne produisirent pas seulement des faïences artistiques, encore admirables aujourd'hui, surtout les pièces à relief; ils fabriquèrent aussi des ustensiles d'un emploi usuel, et ce furent les premiers qui démocratisèrent l'art de la faïence, jusqu'alors employée seulement à la fabrication de vases de luxe ou d'ornement.

Du moins le dit-on, car on ne connaît de leurs produits que des objets artistiques, notamment le vase à portraits que représente notre gravure et qui appartient à la riche collection du Louvre et nombre de plaques de poêles (à Cluny et au Louvre) dont les émaux, tantôt blanchâtres, ou verts, ou bruns, ou oranges, quelquefois de toutes ces couleurs à la fois, encadrent des figures mythologiques ou des personnages historiques, formant relief sur des compositions d'une belle architecture.

Les poêles de cette époque et de ce pays sont d'ailleurs des monuments, et Augsbourg en conserve trois, qui sont d'une haute curiosité.

Après les Hirschvogel l'art céramique, qui ne s'était d'ailleurs distingué que dans le genre à figures en relief, est à peu près resté stationnaire à Nuremberg, et au XVII^e siècle on fabriquait encore des plats d'une décoration analogue à celles des premières majoliques italiennes; le musée de Sèvres possède même un grand plat daté de 1720, encore inspiré par les richesses ornementales de Faenza.

Le style moderne n'apparut à Nuremberg qu'au milieu du XVIII^e siècle; et on peut s'en faire une idée par la chope que représente notre gravure.

Nuremberg ne fut certainement pas le seul centre de fabrication ancienne, mais l'histoire de la céramique en Allemagne est assez peu connue. Cela tient surtout à ce que les fabriques des XVII^e et XVIII^e siècles, à

l'exception pourtant de celles de Hochst sur le Mein, de Frankenthal et de Baireuth, | ont produit peu de pièces qui méritent classement.



Faïences hispano-arabes : Manises, Majorque, Valeuce, Malaga

FAIENCES ITALIENNES

Il est généralement admis que la connaissance de l'émail stannifère passa des îles Baléares en Italie, par des ouvriers arabes



Faïences allemandes.

ou espagnols, appelés dans les fabriques de poteries vernissées qui florissaient de longtemps à Faenza, Pesaro, Gubbio, Urbino, Castel-Durante et ailleurs

« Le nom de *Majolica*, nous apprend | l'Italie à cette faïence, dérive de *Majorica*
Brongniart, donné alors dans presque toute | (Majorque); ce nom transformé, par coquet-



Terres cuites de Luca della Robbia et de ses neveux André et Luca.

terie de langage, en celui de *majolica*, ne | introduction aurait eu lieu vers 1415, à peu
laisse aucun doute sur cette filiation. Cette | près à l'époque où Luca della Robbia, sculp-



983

Plat en majolique de Faenza.

teur de Florence, fit ses figures et bas-reliefs |
en terre cuite et les empâta dans un émail |
d'étain. »

Seulement, il ne faut pas du tout con- |
fondre les terres cuites émaillées de Luca |
della Robbia, invention absolue, avec la *majo-*

lique, qui n'est en somme qu'une transformation des poteries vernissées déjà fabriquées avec succès, à Pesaro notamment, et qu'on appela depuis « demi-majolique ».

Ces demi-majoliques sont assez difficiles à distinguer des autres, puisqu'elles ont quelquefois les reflets métalliques des faïences hispano-moresques et de leurs imitations italiennes; attendu que ce n'est pas l'émail qui les donne, mais bien l'emploi de certains métaux, revivifiés au four par un coup de feu; et c'est ce qui a fait croire à certains auteurs, que les Italiens n'avaient point eu besoin des ouvriers de Majorque pour connaître la faïence, et qu'ils s'étaient inspirés des produits de la Perse.

Oui, sans doute, au point de vue de l'effet, mais non en réalité, car ce qu'ils fabriquaient n'était que de la terre vernissée, recouverte d'une engobe d'argile blanche pour cacher la couleur de la pâte, et qu'ils enduisaient, après cuisson, à basse température facilitant la décoration, d'un vernis composé d'oxyde de plomb, de potasse et de sable très fin, — et ils ne connurent l'émail stannifère qu'après les essais couronnés de succès de Luca della Robia.

A cet égard, Brongniart se trompe de date, ce qui est permis, surtout à un vrai savant; car il ne paraît pas que le sculpteur florentin soit né avant l'année 1398 et ce n'est guère que vers 1438, qu'accablé de commandes il pensa, pour éviter le long travail du ciseau ou les opérations multiples de la fonte, à faire cuire ses modèles en terre et à les préserver des variations atmosphériques par l'application de l'émail, que lui révéla vraisemblablement un potier majorquais, car il paraît avoir réussi du premier coup et donna à ses bas-reliefs le nom de *terra invetriata*.

Dans le premier qu'il fit, la *Résurrection*, placé au-dessus de la porte de la sacristie de l'église de Sainte-Marie des Fleurs à Florence, les figures se détachent en blanc sur un fond bleu lapis, mais dès le second, il

ajouta dans les draperies : du vert, du brun violacé, du jaune et employa bientôt toute la gamme des couleurs vitrifiables mais sobrement, de manière à ne point nuire à ses effets plastiques; c'est-à-dire en ne jetant jamais de coloration sur les chairs et les figures, quitte à donner à son vernis blanc une teinte légèrement carnée.

Son procédé se répandit bien vite, d'autant que, si l'on en croit Vasari, il essaya lui-même d'appliquer sur la vaisselle la peinture en couleurs vitrifiables.

D'ailleurs, il fit d'assez nombreux élèves sans compter ses neveux qui héritèrent de ses traditions, en continuant en quelque sorte sa fabrication. Et dans notre gravure de la page 981, il n'y a que la pièce ronde (la Vierge et l'Enfant Jésus), une des merveilles du Musée de Cluny, qui soit de lui; le bas-relief voisin est d'André della Robia, et la tête de Condottière, d'un second Luca, celui-là qui vint en France, appelé par François I^{er}, pour diriger la décoration de son château de Madrid.

Dès 1450, tous les potiers de la Toscane et de la Romagne employaient le vernis stannifère, et le succès des majoliques fut si vif que les princes régnants accordèrent leur protection aux usines et qu'à leur instigation, les plus grands artistes, et Raphaël lui-même, fournirent aux faïenciers soit des modèles de vases, soit des motifs d'ornementation; ce qui explique le goût et le fini de la plupart des pièces du xvr^e siècle.

Les usines se créèrent nombreuses, mais les procédés de fabrication furent partout les mêmes: toutes les majoliques de cette époque sont en argile figuline, mélangée de marne calcarifère et de sable, cuite une première fois avec la couverte composée de plomb, d'étain, de sable quartzéux, de sel marin et de soude, puis décorées sur l'émail et recouvertes sur la peinture d'un vernis plombé, qui leur donne un glacé remarquable.

Jusque vers 1570, époque de la mort du dernier des frères Fontana d'Urbino, toutes

les manufactures, qui ne faisaient, d'ailleurs, que des objets d'art, ou des services de table de grand luxe, prospérèrent merveilleusement; quand elles se mirent à fabriquer des ustensiles pour le service usuel, les nécessités du commerce, le besoin d'établir à bon marché, firent négliger puis abandonner complètement le côté artistique, et la décadence arriva très vite, de sorte que la belle époque italienne ne dépasse guère le xvi^e siècle.

Sans vouloir passer en revue toutes les fabriques, nous dirons quelques mots des plus célèbres, pour donner des spécimens de leurs produits.

FAENZA — que l'on a considéré peut-être à tort (en tant que majolique) comme la fabrique la plus ancienne de l'Italie, mais qui fut certainement la plus connue en France, puisque c'est son nom — qui a servi à désigner chez nous ses produits et tous les similaires — que nous avons adopté, aussi bien, d'ailleurs, que tous nos voisins, pour nos poteries émaillées.

Cette petite ville des Marches fabriquait de longtemps des poteries vernissées et engobées; lorsque se répandit le procédé de Luca della Robia, elle fut des premières à l'adopter, mais sa réputation ne date que du commencement du xvi^e siècle et ne fut vraiment méritée que par les produits des fabriques de Pirote et Nicolo, on n'y saurait ajouter aveuglément les pièces peintes par Balthazar Manara, car si ce dernier était bien de Faenza, rien ne prouve qu'il ait exclusivement travaillé dans son pays et quelques plats qu'il a signés, paraissent au contraire, appartenir à des fabriques étrangères.

Les produits faentins se reconnaissent d'ailleurs assez facilement: la première manière avait une ornementation très simple, des entrelacs; des zones successives presque à la moresque, mais de couleurs plus variées, en faisaient tous les frais.

Les grotesques, plus récents, portent pres-

que tous comme signe distinctif un masque de face, terminée par une barbe élargie en feuille d'acanthé.

Quant aux pièces à composition, elles ne se laissèrent point envahir par la mythologie, les figures représentées sur les coupes sont généralement des portraits historiques: on connaît celui de Charles-Quint, daté de 1521, ceux du pape Paul III, celui de Michel-Ange, qui est à la bibliothèque de l'Escurial.

Les sujets dits à *histoires*, sont quelquefois des reproductions de tableaux ou d'artistes contemporains, mais souvent aussi des scènes de mœurs.

Le plat représenté par notre gravure page 981 est de ce genre, et quoique de dimensions assez restreintes, 0^m,33 de diamètre, il a été payé 3,000 francs par l'institution de Marlboroug House, à Londres, à la vente de sir Ralph Bernard (1858); c'est assez dire qu'on le vendrait beaucoup plus cher aujourd'hui. Il est d'ailleurs intéressant pour l'histoire de la céramique, puisqu'il représente l'intérieur d'un peintre de majoliques, occupé à décorer un plat pendant que de riches amateurs suivent son travail avec intérêt. On croit que ce jeune homme et cette jeune femme assis en face de l'artiste, sont Raphaël et la Fornarina, mais cette supposition est peu fondée, sinon pour la femme, au moins pour le jeune homme qui n'a jamais ressemblé aux portraits que nous connaissons de Raphaël.

Cela n'empêche pas le plat d'être très curieux.

La spécialité de Faenza, à la belle époque, fut la fabrication des coupes à pieds bas, divisés par des godrons ou des bossages réguliers, et celle des pièces à compartiments arlequinés, c'est-à-dire à fonds de tons divers et tranchants, séparés entre eux par des arabesques en réserve, genre qui a été bien vite imité par toutes les usines italiennes et notamment à Castel-Durante.

PESARO. — La fabrique de Pesaro vient ensuite par rang d'ancienneté, elle s'essaya une des premières aux poteries à reflets métalliques à l'imitation des faïences hispano-moresques, comme le vase en forme de broc du musée du Louvre, que répré-



Majoliques italiennes.

Gubbio.

Deruta, Bologne.

sente notre 2^e gravure de la page, mais elle a un meilleur titre de gloire céramique : l'invention des pièces ornées de portraits et

devises, généralement de grandes coupes, peu profondes, dont le fond est couvert d'un buste de femme quelquefois un peu sec,

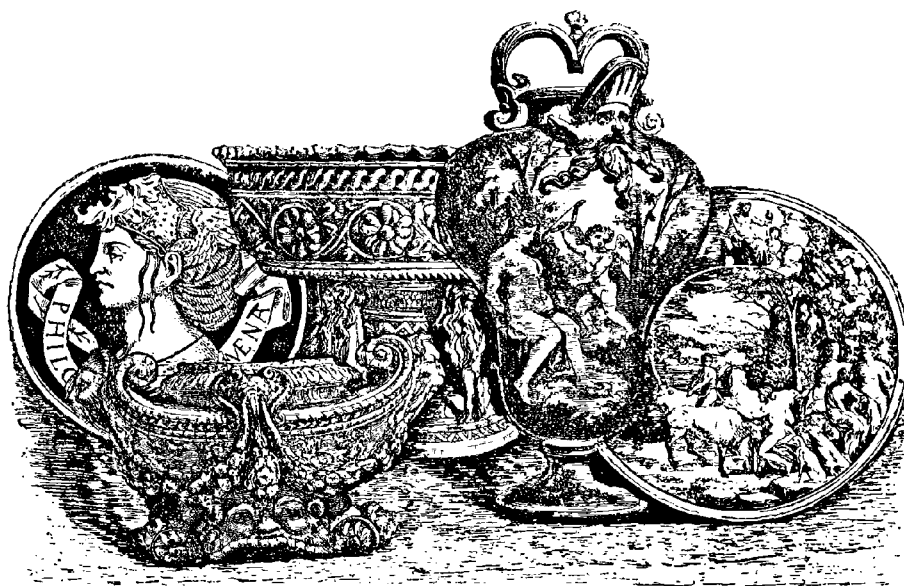


Majoliques italiennes : Chaffagiolo, Pesaro, Gubbio, Trévise.

mais artistement drapé et enguirlandé d'un nom ou d'une épithète, laudative naturellement.

Ce sont les premières productions de Pesaro qui, la Renaissance venue, aborda comme presque toutes les fabriques italien-

nes, les compositions à figures, d'après les tableaux ou les dessins des maîtres, rehausés d'ornements en or ou en rouge rubis. Les potiers les plus célèbres de Pesaro



Majoliques italiennes : Urbino, Citta di Castello, Castel-Durante.

au xvi^e siècle, furent Gironino et Balthasar. CASTEL-DURANTE fabriquait de la demi-majolique dès 1361. A la découverte de l'émail stannifère, on y fit comme partout de la vraie majolique à reflets ou à compositions; mais on y adopta un système de décoration



Faïences de Delft (décor en camaleu).

composé de rinceaux, contournés capricieusement et se terminant par des corps de chevaux-marins, de sirènes, de monstres ailés ou de masques antiques; c'est ce qu'on appelle des grotesques. On retrouve ces décorations, plus ou

moins modifiées selon le goût du jour, jusqu'au xvii^e siècle.

Quant aux coupes à sujets historiques ou mythologiques, le Louvre en a des spécimens importants, nous en reproduisons un, page 984, qui représente Apollon et Marsyas et qui est d'un très bon travail.

URBINO, pour n'être pas la plus ancienne, est l'une des plus importantes des fabriques célèbres de l'Italie; c'était du reste la capitale du duché, dont dépendaient Pesaro, Castel-Durante, Gubbio, Castello; son influence sur les fabrications voisines était telle qu'il ne faut pas la considérer seulement comme ville, mais comme le centre de la production de la contrée, et c'est à cause de cela, que la plupart des pièces de musées, d'origine inconnue ou douteuse, sont classées comme majoliques d'Urbino.

Les potiers les plus célèbres de cette ville furent les frères Fontana: Guido, connu aussi sous le nom de Guido Durantino, dont il signait le plus souvent, parce qu'il était originaire de Castel-Durante, et Orazio, qui lui succéda vraisemblablement dans la direction de la fabrique, dont la production cessa vers 1572.

Urbino n'eut point de spécialité absolue, on y fit des pièces à portraits comme à Pesaro, des grotesques, comme à Castel-Durante et mieux qu'à Castel-Durante; car on y maria ce genre avec la décoration à personnages, et des coupes à compositions mythologiques et historiques, avec plus d'art que partout, car on y possédait des peintres de faïences de grand talent:

François Xanto Aveli de Rovigo, qui empruntait la plupart de ses sujets à Raphaël et copiait sinon ses tableaux, mais des scènes, des groupes avec beaucoup de maestria;

Orazio Fontana, qui a signé entre autres merveilles la coupe du Louvre, reproduite dans notre gravure page 983 et représentant, avec profusion de détails, l'*Enlèvement d'Europe*.

La coupe ovale à grotesques du même

dessin, est également d'Ozario, mais ce que nous n'avons pu faire voir, c'est la décoration intérieure, qui représente un banquet public dans l'ancienne Rome.

Pendant que nous tenons ce dessin, disons que la coupe du second plan, est un spécimen de la fabrique de Citta di Castello, fabrication spéciale du reste et que les Italiens appellent *grafiti*.

Ce n'est, ni plus ni moins, que la gravure sur engobe dont nous avons déjà parlé à propos des poteries vernissées du xv^e siècle, et qui ne nécessite point l'emploi de l'émail stannifère. Dans le principe, du reste, on ne s'en servait point, puisque l'on fait remonter la fabrique de Castello, aussi bien que celle de Faenza, au commencement du xiv^e siècle.

Mais si à Faenza on aborda la fabrication de la majolique, à Castello, on en resta toujours aux *grafiti*, modifiés plus ou moins par le secours de l'émail, et décorés, surtout intérieurement, avec des peintures vitrifiables.

GUBBIO. — Les produits de Gubbio sont estimés à l'égal de ceux d'Urbino, et généralement ils peuvent soutenir la comparaison.

On commença par imiter la fabrication de Pesaro, puis celle de Chaffagiolo, et la première originalité de Gubbio se constate par l'apparition de plats à sujets religieux, sous l'influence de Giorgio Andreoli, statuaire de Pavie, émule de Luca della Robbia, qui vint établir à Gubbio une fabrique dont l'importance dut être considérable, puisque son directeur fut nommé gonfalonier de la ville, au commencement du xvi^e siècle.

Andréoli fit personnellement des rétables, des madones, ce qui ne l'empêcha pas d'aborder les sujets profanes dans son usine.

On y fabriqua des *ballate*, vases de composition spéciale à Gubbio, ayant toujours pour sujet principal une figure d'amour ressortant sur un fond métallique central

et entourée de rinceaux ou de grotesques rehaussés d'or ou de rouge rubis ; un de ces plats est figuré dans notre 1^{re} gravure de la page 984.

Ensuite on y aborda les pièces à portraits, presque toujours des têtes de femmes, additionnées d'une banderole portant le nom de la destinatrice invariablement suivi de l'adjectif *bella* (voir notre 2^e gravure de la même page).

Puis les vases à sujets historiques et mythologiques, dans le genre de ceux d'Urbino, avec ou sans ornements de grotesques.

DERUTA. — Cette fabrique, qui commença dès la connaissance de l'émail stannifère par des pièces à reflets métalliques, fut la plus importante et la plus ancienne des États Pontificaux ; fondée par un élève de Luca della Robia, Antonio di Duccio, elle ne tarda pas à abandonner la servile imitation des poteries hispano-moresques, pour adopter un genre plus italien, qui se distingua par des bordures de têtes de chérubins, enguirlandées de rinceaux et d'arabesques, ce qui n'empêchait pas l'artiste directeur de produire des bas-reliefs religieux, dans le goût de Luca della Robia.

Mais aussi des compositions profanes, de l'histoire, de la mythologie et des coupes à portraits.

Ces dernières se distinguent même de toutes celles de même genre qu'ont produites les usines italiennes par une recherche dans les accessoires qui atténue en partie la sécheresse du dessin.

Au lieu de se contenter de détacher un buste de femme, sur un fond plus ou moins à reflets métalliques, on en faisait une sorte de mosaïque, on l'encombrait de détails, on y dessinait un ciel, un paysage.

Ces coupes paraissent appartenir d'ailleurs à une autre usine que celle de Duccio, car pour n'être qu'un petit village aux environs de Pérouse, Deruta n'en posséda pas moins plusieurs fabriques et c'est même un

des centres de production qui ont résisté le plus longtemps ; puisqu'on y faisait encore de la majolique au xviii^e siècle.

Parmi les nombreuses fabriques d'Italie, dont les produits se classent dans les collections, on peut citer encore :

CHAFFAGIOLO, dont l'importance est très ancienne, mais dont on a souvent confondu les produits avec ceux plus renommés de Faenza ; on dit même que c'est là que Luca della Robia a pris connaissance de l'émail stannifère. Chaffagiolo s'est surtout fait remarquer par ses grotesques, et si l'on n'y a pas inventé le genre, on l'y a poussé à une perfection qu'il n'atteignit nulle autre part ; le plat, que nous en reproduisons, page 984, en donnera une idée ;

BOLOGNE, dont nous reproduisons une gracieuse coupe, page 984 (1^{er} dessin) ;

TRÉVISE, dont la fabrication a été prospère et intéressante jusqu'à la fin du xviii^e siècle, témoin le plat genre rocaille que nous donnons comme spécimen, page 984 (2^e dessin).

Il y eut aussi des fabriques à Sienne, à Pise, à Forli, à Rimini, à Florence, à Venise, à Padoue, à Bassano, mais comme elles ne produisirent rien de particulier et qu'elles n'occupent qu'un rang secondaire, il serait sans intérêt d'en parler autrement que pour mémoire.

FAIENCES HOLLANDAISES

Pendant que les fabriques italiennes prospéraient, la Hollande entra en lice pour la production de la faïence. Vers le milieu du xv^e siècle, dit-on, des potiers allemands y introduisirent l'industrie nouvelle, mais rien de sérieux ne contrôle cette assertion ; car cette prétendue date de 1480, relevée sur des faïences assez médiocres d'ailleurs, de la fin du xviii^e siècle, n'était que des chiffres de série, des numéros se rapportant à la fabrication.

Ce n'est que vers 1547 que l'on vit paraître les premiers faïenciers ; encore la première autorisation accordée par le gouver-

nement des Pays-Bas ne porte-t-elle que la date du 4 avril 1614.

Cette autorisation était en faveur de Claes-Janssen Wytmans, établi à La Haye; il y eut aussi des fabriques à Amsterdam, mais c'est surtout à Delft que se centralisa l'industrie des poteries émaillées, qui acquit bientôt une très grande prospérité.

Au xvii^e siècle il s'y fonda huit usines importantes, dont les produits sont cotés parmi les collectionneurs.

Au xviii^e siècle il y en avait plus de vingt. Aujourd'hui il n'y en a plus du tout et la

faïence n'y existe plus qu'à l'état de souvenir... et de spéculation.

Du reste, il n'est pas besoin d'aller en Hollande pour trouver à acheter du faux Delft, surtout du vieux Delft et à un prix relativement si peu élevé qu'il devrait éclairer les amateurs, par occasion, sur sa provenance véritable.

Mais si les Delft des bazars sont généralement des barbouillages, dont les dessins sont ébauchés tout exprès pour avoir un air plus authentique (ce qui est un non sens, mais trompe parfaitement l'acheteur



Faïences de Delft (décor polychrome).

qui n'est séduit que par le bon marché) les véritables produits sont curieux, intéressants et même jolis dans toute l'acception du mot.

Ce n'est pas à dire pour cela que la réputation des faïences de Delft n'ait pas été surfaite; mais parmi les pièces de musée, il y a de très belles choses, il suffira de regarder nos gravures pour s'en convaincre.

L'influence italienne ne s'est point du tout fait sentir en Hollande; la majolique resta un objet de luxe, mais la faïence de Delft, qu'on appela dans le pays de la por-

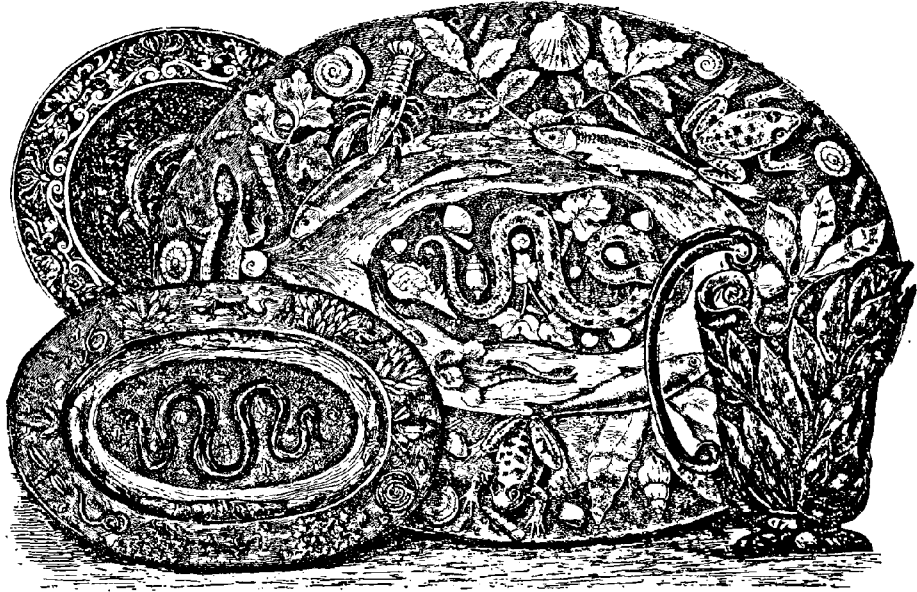
celaine, embrassa tous les ustensiles d'usage domestique.

S'inspirant des décors chinois, on fit d'abord des services à thé, des tasses à fond rouge, puis on aborda le camaïeu bleu et l'on produisit ainsi, toujours en imitation de Chine, des assiettes, des plats, des potiches, des vases de toute sorte.

A la fin du xviii^e siècle on aborda les objets de luxe et les frères Pynaker, associés avec Cornelis Keyser, se distinguèrent par des vases de formes originales, décorés avec du bleu, du rouge et de l'or et singeant

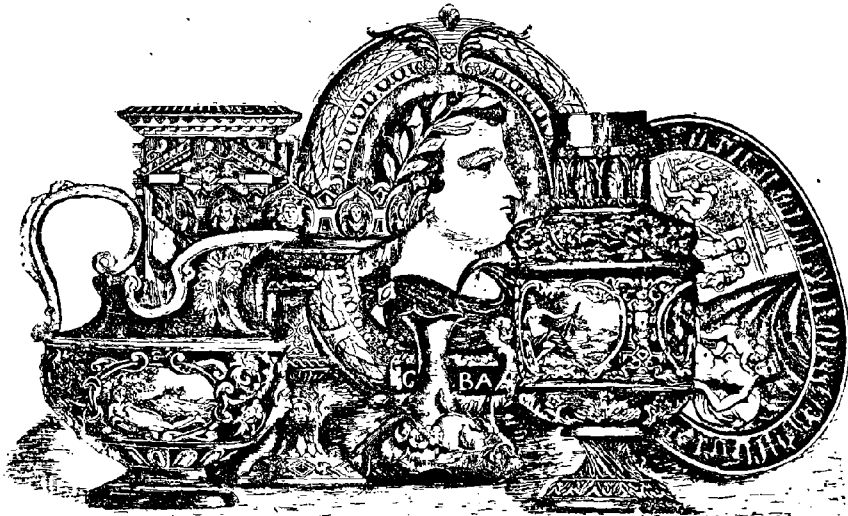
les plus belles porcelaines orientales; la
huire en forme de casque de notre gravure
(page 988) est de cette fabrication.

Plus tard on fabriqua toutes sortes d'us-
tensiles et jusqu'à des violons; une certaine
légende prétend pourtant qu'il n'y en eut



Faïences de Bernard Palissy. — Rustiques figulines.

jamais que quatre de fabriqués, par un | leur en donna à chacune un, comme joyeux
faïencier qui, ayant quatre filles à marier, | cadeau de noces.



Faïences de Bernard Palissy (première et deuxième manières).

Plus tard encore, on adopta le décor | les potiers de Delft ont fait de mieux; car il
polychrome. Ce n'est peut-être pas ce que | ne règne jamais une grande harmonie dans

leurs couleurs; cependant ils ont produit des paysages très bien venus et des tableaux d'une bonne tonalité.

Il est vrai que les plaques de ce genre, assez rares d'ailleurs, sont tout de suite attribués à Jean Steen, à Van de Velde, Berghem et n'importe quel maître de l'école hollandaise — qui vraisemblablement ne se sont guère amusés à peindre sur faïence, surtout à cette époque où il fallait broyer et vitrifier ses couleurs soi-même.

Il se peut pourtant que les peintres de Delft aient pu, par passe-temps, par curiosité, jeter des esquisses sur des poteries; mais les pièces les plus finies peuvent être attribuées à Terhimpelen, un artiste de talent et qui s'est fait à Delft une grande réputation comme peintre de faïences. Après lui, c'est-à-dire avant lui, au point de vue chronologique, avait brillé Suter Van der Even, qui excellait dans les décorations en camaïeu d'imitation chinoise.

Quant aux potiers, ils sont généralement plus connus par leurs marques de fabrique: comme la Hache, l'Étoile Blanche, l'A grec, les trois cloches, que par leurs noms; on cite pourtant:

Kiell, qui l'un des premiers adopta les lambrequins du décor rouennais (genre rayonnant) et les modifia pour en faire une sorte de décor national;

Dextra, qui fit des imitations de porcelaine chinoise tellement réussies que l'œil s'y trompe;

Justus Brower, qui eut la même spécialité. La grande potiche de notre gravure, page 985, est de sa fabrique;

Roos, qui a dû beaucoup produire, car ses pièces signées, décorées en bleu et en rouge pâle, se rencontrent assez fréquemment, de même que des assiettes, lourdes de décor, mais d'un bel émail bleuâtre, rehaussé d'or;

Paauw, l'un des premiers qui adoptèrent le décor rouge de fer, de style japonais, qu'il mélangea quelquefois avec des iris et

d'autres fleurs, en petits bouquets de couleurs différentes;

Et d'autres encore qui, pour n'avoir pas eu de spécialité, n'en ont pas moins produit des pièces remarquables.

FAIENCES FRANÇAISES

Les premières faïences fabriquées dans notre pays sont ces magnifiques poteries incrustées connues sous le nom de faïences de Henri II, ou de Oiron; mais ce sont des faïences fines qui ne rentrent point dans cette catégorie, et que nous retrouverons plus tard.

Du reste, elles n'eurent aucune influence sur la fabrication nationale, car elles ne sortirent du château qui les avait vu naître, que pour prendre place sur les dressoirs des grands seigneurs, pour qui on les faisait, et Bernard Palissy lui-même, qui était du métier, et qui habitait dans la même province, n'en entendit jamais parler.

Autrement, aurait-il consumé tant d'années de sa vie à chercher l'émail blanc quand il était connu à vingt lieues de chez lui?

D'autres contrées de la France le connaissent également, soit le vernis stannifère apporté par les Italiens, soit un équivalent; ce qu'il y a de certain, c'est que dès 1542, il y avait à Rouen un fabricant de faïences, puisque les pavages si remarquables du château d'Écouen, portent en toutes lettres cette inscription: Fait à Rouen en 1542.

Je sais bien qu'on peut objecter que ce faïencier rouennais pouvait être un majoliste italien qui serait venu s'y établir, comme Jérôme Salobrin de Forli s'était déjà établi à Amboise, comme un peu plus tard, de 1555 à 1560, s'installèrent à Lyon Jehan-Françisque, de Pesaro, Julien Gambyn, de Faenza, et Sébastien Griffio, de Gerries; à Nantes, Jean Perro; au Croisic, Horazio Borniola. Mais il n'en est rien: on connaît le nom bien normand, Abaquesne,

du potier français, qui avait travaillé pour le duc de Montmorency ; on a retrouvé les quittances des sommes qu'il a reçues pour ce magnifique pavage, composé de 238 carreaux, formant aujourd'hui deux curieux tableaux céramiques, que possède M. le duc d'Aumale, et dont l'un représente Mucius Scœvola et l'autre Curtius.

Du reste, dès cette époque, en Normandie, on fabriquait des faïences moins artistiques, il est vrai, mais tout aussi concluantes pour l'histoire de l'art français qui ne doit, peut-être, aux Italiens que le goût pour les majoliques, et qui n'a connu le secret de leurs procédés, que lorsqu'il y avait déjà suppléé par ses inventions.

Presque tous les fabricants de poteries vernissées de l'Ouest : à Malicorne, à Chatel-la-Lune, à Armentières, à Infreville, faisaient pour la décoration des bâtiments, des chéneaux, des pièces faitières et particulièrement des épis en terre cuite émaillée de couleurs diverses, avec le plomb et l'étain ; dans le Calvados, à Manerbe et surtout au Pré d'Auge, les épis devenaient de véritables œuvres d'art, des pyramides fouillées, sculptées avec goût, et presque toujours terminées par l'emblème si connu, du Pélican saignant ses flancs pour nourrir ses enfants.

Palissy ne savait rien de tout cela, et c'est facile à comprendre : à cette époque on voyageait peu et les nouvelles ne se répandaient guère, et pendant que d'autres avaient trouvé, il cherchait encore, et avec une persévérance digne du succès qui vint enfin couronner ses efforts, brûlant ses meubles, et jusqu'à son propre lit, pour chauffer ses fourneaux, passant pour fou aux yeux de ses voisins, et d'autant plus malheureux que sa femme, elle-même, qui se voyait mourir de faim ainsi que leurs enfants, n'avait aucune foi dans son œuvre.

Il réussit pourtant, et après vingt ans de recherches, il quitta Saintes pour s'établir

à la Rochelle. Mais le succès avec la renommée ne vinrent à lui que lorsqu'il se fut établi à Paris, aux Tuileries même, avec le titre « d'inventeur des rustiques figulines du roy et de la reine-mère » que lui avait fait donner, par Catherine de Médicis, son premier protecteur, le connétable de Montmorency.

La fabrication de Bernard Palissy comprend trois genres très distincts.

La majolique genre italien, à émail blanc, ce qu'il chercha si longtemps et qu'il employa à recouvrir des pièces, ornées de médaillons en relief.

A cette première manière, perfectionnée plus tard, appartiennent : un certain nombre de vases très curieux, affectant plus ou moins les formes italiennes, mais en différant toujours en ce que les sujets composant le motif principal, étaient en relief ; quelques bas-reliefs, dans le genre de ceux de Luca della Robia, qu'il s'est surtout donné comme modèle, et de grands médaillons. Nous avons réuni dans notre 2^e gravure de la page 989 ses œuvres les plus célèbres en ce genre.

La seconde manière fut la fabrication des poteries à glaçure jaspée, dont la vente l'aidait à vivre pendant qu'il continuait ses recherches ; il nous en reste, entre autres choses remarquables, la fameuse coupe à jours du musée de Sèvres, tellement découpée, ciselée en arabesques gracieuses, qu'on l'appelle l'écumoire ; des vases à reliefs, des salières ornementées, etc.

Enfin sa dernière manière, celle qu'il inventa de toutes pièces, et qui en un mot lui donna la grande place qu'il occupe en céramique : c'est la fabrication de ses rustiques figulines, genre qui peut ne pas être très agréable à l'œil, parce qu'il représente avec leurs proportions, leurs couleurs naturelles, presque toujours des reptiles, des batraciens, qu'il moulait sur le vif, mais qui n'en est pas moins une haute manifestation de l'art et restera toujours une curio-

sité céramique, malgré les nombreuses imitations qu'on en a faites.

« Les faïences de Palissy, a dit M. Ballard, sont caractérisées par un style particulier et par des représentations d'objets naturels en reliefs coloriés, d'une très grande variété. Entre autres objets, on remarque les coquilles fossiles du bassin de Paris, moulées sur nature, et qui peuvent être

utilement employées, selon l'observation de Brongniart, pour faire reconnaître les vraies faïences de Palissy et les distinguer des faïences postérieures, fabriquées sans doute dans le Midi et qui portent souvent des reptiles en relief. »

Ce n'est pas seulement dans le Midi qu'on imita Palissy, mais comme il avait emporté dans la tombe son secret de fabrication,



Faïence de Nevers, genre italien.

toutes ces imitations sont froides, décolorées, et il n'est pas besoin des gerçures, que présentent presque toujours les originaux, pour les faire distinguer d'avec les copies.

Il faut pourtant excepter les imitations tout à fait modernes : après Avisseau, de Tours, qui fit aussi beau que Palissy, nous avons maintenant M. Pul et M. Deck, notamment, qui ont retrouvé le secret des rus-

tiques et qui les imitent avec un rare bonheur.

Du reste, nous l'avons dit déjà, nous le redirons encore, la fabrication moderne ne connaît point d'obstacles, elle peut tout imiter et ne s'en gêne guère.

FAÏENCES DE NEVERS

A la mort de Palissy, l'art de la faïence

dégénéré en Italie, n'était connu en France, en quelque sorte, qu'expérimentalement; car, s'il y avait quelques usines italiennes qui végétaient, il n'y avait pas à proprement dire, d'établissement national où l'on fabriquât couramment la faïence.

Le premier ne date que de 1608, alors

qu'un gentilhomme savonnais, nommé Conrade, passé en France à la suite de Louis de Gonzague, duc du Nivernais, remarqua aux environs de Nevers, une terre analogue à celle qu'on employait en Italie, et obtint l'autorisation de créer la fabrique de Nevers, qu'un de ses frères, appelé par lui, ainsi



Faïences de Nevers. — Fabrications diverses.

que quelques ouvriers italiens, vint diriger.

Cette fabrique, qui eut bientôt des imitateurs, des concurrences redoutables même, resta la plus considérable de Nevers et trois générations de Conrade se succédèrent à sa direction; c'est d'ailleurs, celle dont les produits sont le plus recherchés par les collectionneurs, et dont nous par-

Liv. 125.

lerons plus particulièrement, les autres n'ayant fait que l'imiter.

Les productions céramiques de Nevers sont de genres différents, qui correspondent à des périodes parfaitement distinctes.

La première époque comprend deux styles :

Le style italien, empruntant aux produits

125

d'Urbino leur forme et leur système de décoration, modifiée par la facture française.

Les pièces, fort rares, de ce genre et dont notre gravure, page 992, donne un spécimen, appartenant au musée de Sèvres, ont presque toujours pour sujet principal une scène mythologique ou une allégorie, d'un dessin correct et d'une exécution large et facile.

Le type que nous reproduisons est dans les deux cas; car si l'une des faces du *fiasco* représente l'hiver, celle de l'autre est un épisode emprunté à la fable: « Apollon tuant Coronis. »

Les contours des dessins sont esquissés au manganèse violet et les chairs sont d'un jaune plus ivoirin, plus doux que celui des majoliques italiennes, les ornements sont d'élégants rinceaux se détachant en jaune sur fond bleu; des têtes de béliers et des pendentifs de fleurs et fruits en relief, forment les anses de ce vase, qui peut être considéré comme un des plus brillants spécimens de cette fabrication.

Le second style de cette période, caractérise l'influence directe des Conrads, les vases sont toujours de forme italienne, mais les sujets traités deviennent, peu à peu, plus familiers et les décors sont empruntés à la Chine, et comme la fabrication de Savone, presque toujours en camaïeu bleu, quelquefois rehaussé de manganèses.

La potiche de notre dessin d'ensemble page 993 est de ce genre, que M. Jacquemart appelle italo-chinois.

La deuxième époque de la fabrication vit naître le style italo-nivernais et le genre persan.

Au premier appartient le vase à long col de notre gravure d'ensemble, décoré sur la panse d'un sujet mythologique avec des ornements plus orientaux qu'italiens; quelquefois ce genre est agrémenté de guirlandes de fleurs.

Au second est le plat que nous avons fait graver séparément page 996 parce que c'est

peut-être le plus beau type de ce genre que l'on connaisse; il entre des personnages dans sa composition, ce qui était très rare dans l'imitation persane qui se caractérisait par ceci :

Fond bleu lapis d'une intensité et d'un éclat remarquables, sur lequel les dessins sont appliqués en blanc fixe, quelquefois en jaune, mais alors sur une engobe blanche, car à la cuisson, le jaune se mélangeant au bleu du fond, deviendrait vert.

Ces dessins sont le plus souvent des arbustes et feuillages de fantaisie et des animaux fabuleux.

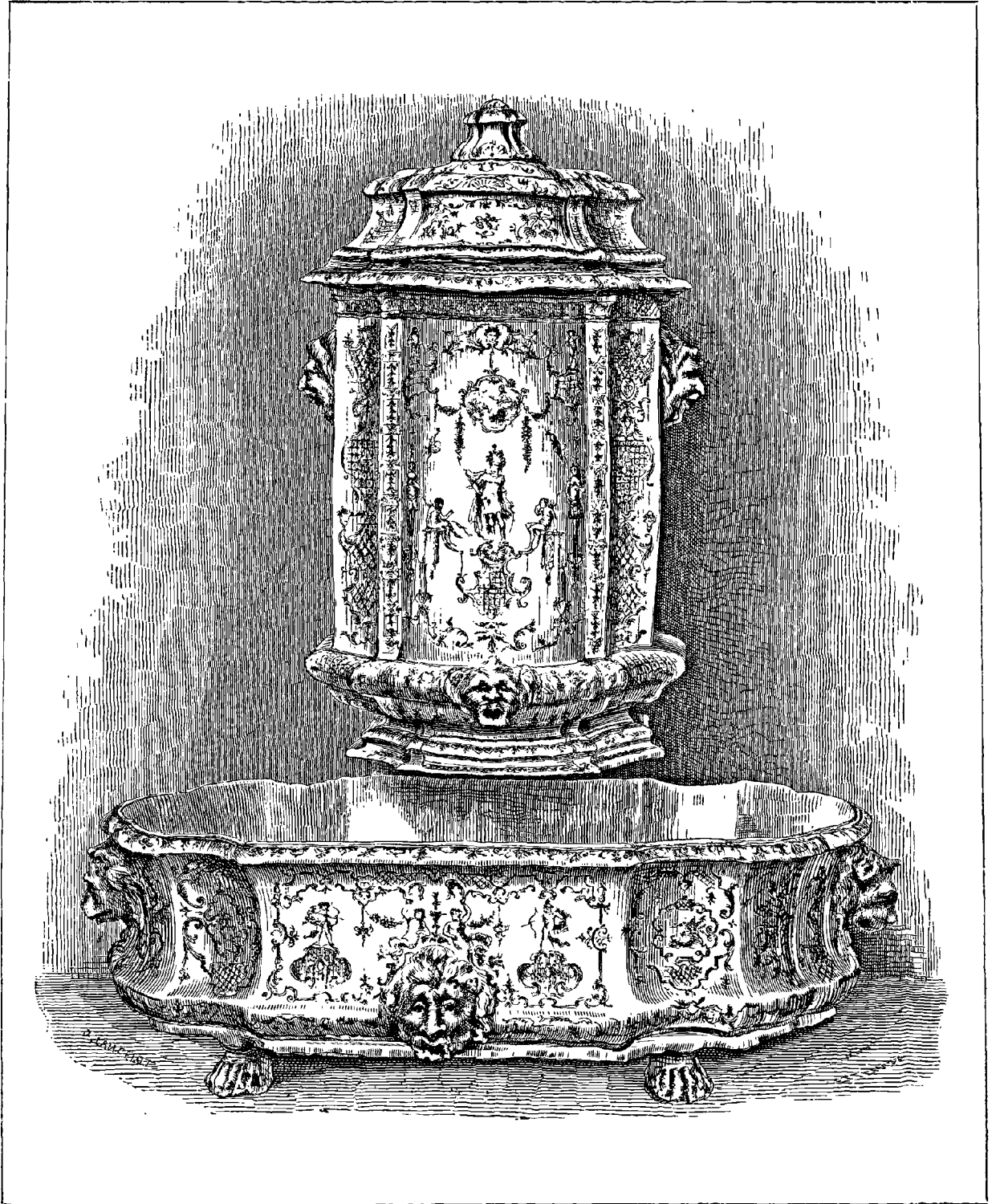
La troisième époque de la fabrication de Nevers qui correspond au XVIII^e siècle, produit le style nivernais proprement dit, d'abord pur, puis mélangé d'imitation rouennaise, qui amena une dégénérescence rapide; car la fabrication abandonnant peu à peu l'art pour devenir tout à fait commerciale, perd presque tout son intérêt.

La mythologie, complètement délaissée, fit place aux sujets religieux. Nevers fabriqua beaucoup de statuette de saints, de vierges, de bénitiers, sans compter les assiettes et les plats décorés d'images de saints, ce qu'on faisait aussi beaucoup à Rouen.

Puis une réaction se produisit et la mode vint aux sujets grivois, qui accaparèrent à peu près la fabrication. Ce genre produisit d'ailleurs quelques pièces originales, notamment le grand broc de notre dessin d'ensemble, qui porte une date et une inscription. Ce n'est point la signature du potier, les céramistes nivernais du XVIII^e siècle, signaient très peu, mais le nom de la personne qui avait commandé le vase.

L'usage s'en était répandu, et le petit broc qui est à côté et dont le décor à compartiments est assez heureux, porte également le nom de son destinataire.

Nevers s'essaya aussi dans le genre polychrome, en imitant les produits de Rouen et de Moutiers, mais il n'y réussit que médiocrement, car si les fabriques nivernaises



LIV. 123.

FONTAINE EN FAÏENCE DE MOUSTIERS.

possédaient un beau jaune orange qui leur est à peu près spécial, à aucune époque elles n'ont pu produire le beau rouge de fer que d'autres fabriques, Rouen et Strasbourg notamment, employaient avec tant de succès.

Cela tient surtout à ce qu'on cuisait à une haute température, qui limite singulièrement le choix des émaux.

Pendant la période révolutionnaire la fabrique nivernaise, déjà en complète décadence et qui devait cesser complètement en 1810, produisit des assiettes patriotiques, dont il faut parler seulement pour mémoire, car si quelques-unes sont originales, toutes affectent un si profond dédain pour le dessin et même pour la couleur, qu'on ne peut guère les consulter que comme documents historiques. (Voir notre gravure hors texte.)

En résumé, si Nevers n'a pas marqué dans la production de la faïence, à un degré si élevé que Rouen, elle a cependant laissé dans les musées des pièces dignes d'étude ; elle a du reste le mérite d'avoir été la première ville de France où la fabrication se soit établie.

Qui sait même si sa réputation ne renaitra pas de ses cendres, grâce aux fabriques modernes qu'elle possède, et qui paraissent s'inspirer des belles traditions du passé?

FAIENCES DE ROUEN

Rouen tenant la première place dans l'histoire de la céramique française, aussi bien au point de vue artistique que par le nombre et l'importance de ses fabriques, nous ne la lui avons point donnée au point de vue chronologique, malgré les pavages émaillés de 1542 dont nous avons déjà parlé, parce qu'elle ne posséda d'établissements réguliers que vers la moitié du xvii^e siècle, et qu'une industrie dans l'histoire de laquelle il existe une lacune d'un siècle, ne peut pas officiellement remonter jusqu'à la première date.

À la vérité les travaux d'Abaquesne

n'étaient point une industrie, c'était un art ! et qui prouve que ce n'est pas précisément au fait de l'existence préalable de cet art à Rouen, que l'industrie doit cette originalité, qui donne à ses produits la supériorité sur tous les autres.

Quoi qu'il en soit ce n'est qu'en 1646, que Nicolas Poirel, sieur de Granval, huissier du cabinet de la reine, ayant fait venir des ouvriers de Delft, dit-on, mais peut-être bien aussi de Nevers, demanda et obtint un privilège pour établir, à Rouen, une fabrique de faïence, dont il confia la direction à Esmon Poterat, sieur de Saint-Étienne.

Les premiers produits de l'établissement furent des imitations du genre italo-niver nais : des plats, des drageoirs à bassins creux et bords très larges, décorés de chimères, d'amours, de bouquets de fleurs en camaïeu bleu comme à Nevers ; avec cette différence pourtant que la pâte de Rouen était plus lourde, plus épaisse, mais son émail beaucoup plus blanc.

On imita aussi les faïences de Delft en copiant, en camaïeu, les porcelaines bleues de la Chine et du Japon, comme on le voit par la potiche de notre gravure, page 997, mais ce qui caractérise en quelque sorte la fabrication d'Esmon Poterat ce sont les grands plats armoriés, la plupart en camaïeu bleu, mais dont quelques-uns sont rehaussés par d'élégants rinceaux, des baldaquins, des pilastres, très purs de style, en rouge de fer intense.

L'industrie nouvelle prospéra si bien à Rouen que Louis Poterat, qui travaillait avec son père sous Granval, songea qu'il y avait de la place pour deux usines et demanda, en 1673, l'autorisation « de cuire la porcelaine, la faïence violette peinte de blanc et de bleu, et d'autres couleurs, à la forme de celle de Hollande. »

Cette rivalité amena une louable émulation entre les deux établissements et l'industrie devint si prospère, que d'autres fabriques se fondèrent dans le faubourg

Saint-Sever et qu'à la fin du siècle elles occupaient déjà plus de deux mille ouvriers. | Louis XIV n'avait pas été étranger au succès des produits rouennais, mais l'indus-



Faïence de Nevers. — Imitation persane.

trie faïencière ne lui en doit aucune obligation; s'il la protégea efficacement ce fut sans le vouloir et voici comment.

A la suite des guerres de la succession d'Espagne, les finances étaient si complètement épuisées, que le roi envoya sa vais-



Faïence de Rouen. — Première époque.

selle d'or à l'Hôtel des Monnaies, espérant être imité par ses courtisans; il le fut en effet et pendant que le roi mangeait seulement dans de la vaisselle d'argent, les prin-

ces et les princesses, les plus riches familles, à l'exemple du duc d'Antin, achetèrent de la faïence.

« Tout ce qu'il y eut de grand et de considérable se mit en huit jours à la faïence, dit Saint-Simon dans ses Mémoires, ils en épuisèrent les boutiques et mirent le feu à cette marchandise. »

Rouen ressentit le contre-coup de cet engouement, et grâce au rôle des courtisans

le débit de ses faïences augmenta dans une proportion considérable.

C'est à cette circonstance qu'il faut attribuer la fabrication de nombreuses pièces armoriées, qui se continua du reste lorsque Rouen eut trouvé son premier style personnel, le genre rayonnant, inventé en 1725 par Pierre Capelle, et qui atteignit son apogée vers 1736, avec Claude Borne.

Jusque-là on n'avait guère fait que des



Faïence de Rouen. — Imitation chinoise.

imitations; le privilège de Louis Poterat avait apporté quelques modifications aux premières fabrications, comme par exemple les bordures bleues et jaunes, puis des pièces de formes très variées où le cobalt le plus brillant s'unit dans le décor à un rouge de fer intense, d'autres enfin dont le fond est granulé ou fouetté de violet, avec réserves pour les armoiries.

Le décor rayonnant fut d'abord appelé à

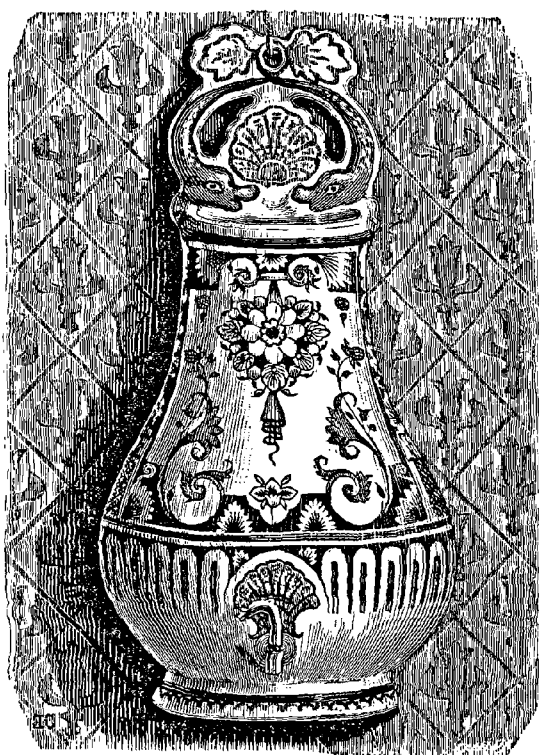
broderies, parce qu'en effet il rappelle par ses combinaisons si élégantes et si variées, la broderie sur étoffe, le point de dentelle ou les guipures; mais comme les dessins se composent toujours de motifs alternés et répétés à intervalles égaux, partant du bord de la pièce pour converger vers le centre, on a donné à ce genre, le nom qu'il porte encore aujourd'hui et qui le désigne d'ailleurs exactement.

On range dans cette famille — la plus belle de la fabrication rouennaise, malgré le nom de *splendeur*, donné au genre qui lui succéda — toutes les pièces produites dans la première moitié du xviii^e siècle; elles sont généralement bleues et couvertes de lambrequins délicats, de guirlandes de fleurs et de corbeilles.

Les pièces à figures rentrent dans cette

catégorie, ainsi que les assiettes à musique dont on n'expliquerait peut-être pas l'excessive rareté, étant connu l'usage adopté à Rouen, de répéter à satiété les sujets une fois trouvés, si M. Champfleury, une autorité dans la matière, n'en avait découvert le motif.

Il faut savoir, d'abord, que, malgré les recherches des collectionneurs, on n'a pas pu



Faïence de Rouen. — Décor polychrome.

constater l'existence de plus d'une douzaine d'assiettes à musique, dans les musées nationaux et dans les collections particulières. Eh bien! M. Champfleury croit, et il y a tout lieu de partager son opinion, qu'elles n'ont été faites que sur commande, pour un musicien d'une des plus célèbres maîtrises de Rouen, qui voulait rappeler son art, même dans son service de table.

En tous cas elles sont fort belles, toutefois

ce n'est pas la notation d'airs de brunettes ou de couplets bachiques ou galants qui en fait le prix, c'est aussi le décor du marli, dans lequel les jaunes, les verts, les bleus et le rouge d'œillet sont magistralement adaptés à une ornementation bien ordonnée et dont l'harmonie est augmentée encore par le fond légèrement bleuté de l'émail.

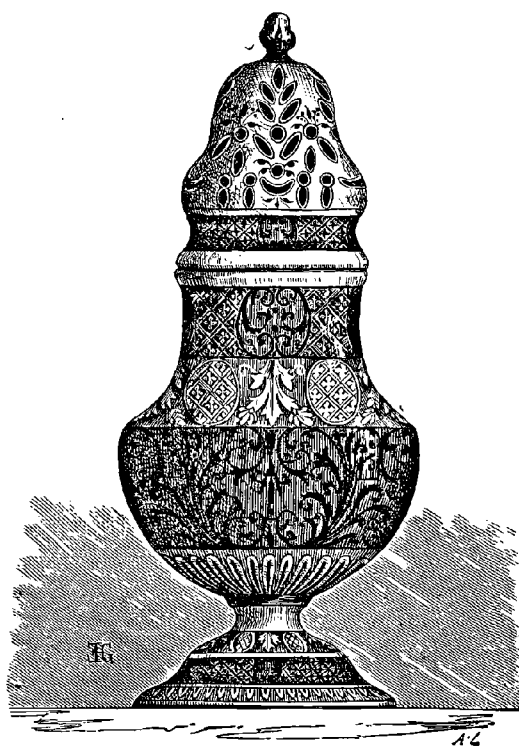
La décoration à lambrequins fut à peu près la seule employée à Rouen, pendant la

première moitié du xviii^e siècle, mais la nécessité de produire vite et à bon marché, fit adopter un genre nouveau, qui demandait moins de fini dans le dessin et permettait la reproduction des motifs au moyen de poncifs.

Ce genre connu sous le nom de *splendeur* et qui fut surtout en vogue de 1760 à 1780, n'est en somme qu'une imitation du décor chinois, mais imitation intelligente et appro-

priée au goût français, dans laquelle réussirent surtout Dieu et Guillebaud, dignes continuateurs de Capelle et de Borne, comme Vavasseur, Hugue, Gardin et bien d'autres, dont les produits sont célèbres, les continuèrent eux-mêmes.

Il n'est pas rare de rencontrer parmi les faïences de la splendeur, des pièces ornées de Chinois, de pagodes ou de paysages fleuris (comme le grand plat de notre gra-



Faïence de Rouen. — Sucrier à fond jaune ocré.

vure de la page 1000) avec une bordure à dessins quadrillés vert de cuivre ou rouge de fer, accompagnés de fleurs détachées en petits bouquets; ce sont les types de Guillebaud, mais on en voit aussi avec des décorations en polychrome simple.

Après 1780, le genre chinois fut abandonné pour faire place au genre rocaille, si à la mode à cette époque; on ne vit plus alors sur la faïence de Rouen, que des scènes

galantes et champêtres, des trophées d'armes, d'instruments de musique, carquois et des torches enflammées, formant décoration principale, entourées de bordures irrégulières.

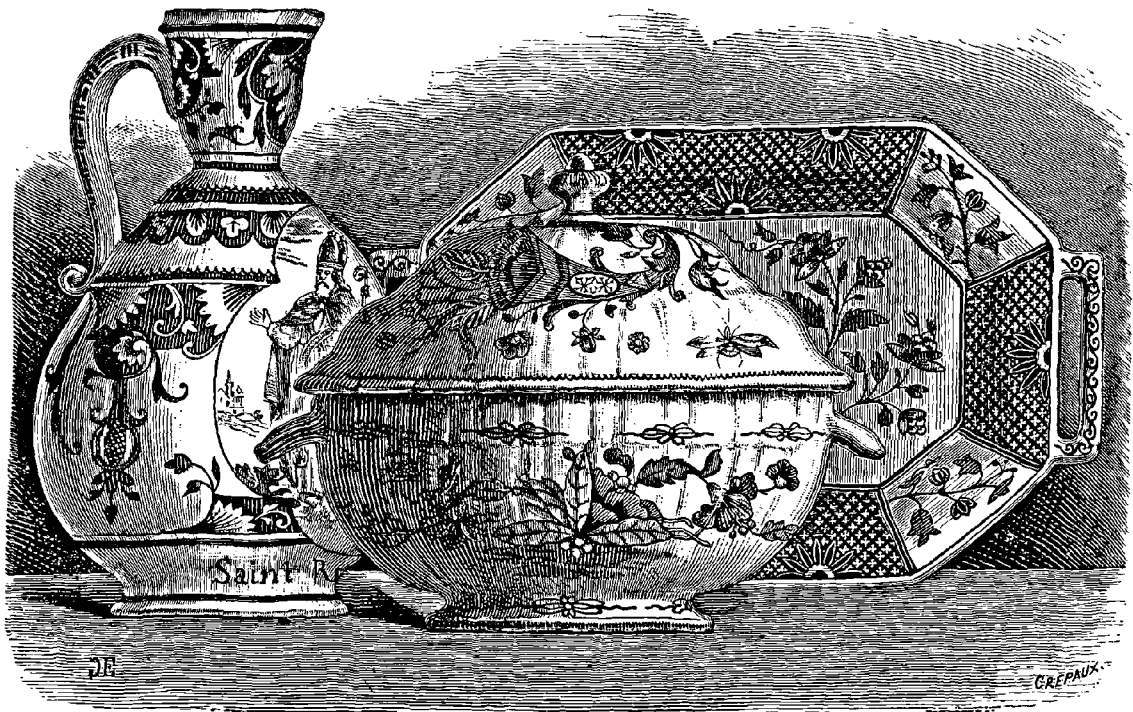
Le décor, dit au carquois, qu'on peut considérer comme le type de cette fabrication, disparut assez vite, devant la décoration en polychrome vif, dite à la *corne*, parce que le principal sujet en était une corne d'abou-

dance d'où s'échappait une botte de tiges de fleurs, accompagnées d'insectes et de papillons aux couleurs crues dans lesquels le rouge et le jaune dominant.

La soupière de notre gravure au-dessous est un type de ce genre, qui subit des variations assez nombreuses, jusqu'à n'avoir plus ni carquois ni cornes; mais dans les fleurs étalées qui composent cette décoration on retrouve toujours la même vivacité des cou-

leurs et l'emploi du jaune citrin qui suffirait au besoin à caractériser le genre.

Le jaune fut d'ailleurs une des préoccupations des faïenciers rouennais et les rares et belles pièces, décorées d'arabesques comme celles de notre gravure, page 999, sont à fond jaune ocré; on fit aussi à Rouen, à l'imitation de la faïence genre persan de Nevers, des plats à fonds bleu lapis rehaussés de décors blancs et jaunes, mais ce n'est



Faïences de Rouen, huire de Saint-Romain, soupière à la corne, plat genre splendeur.

pas du Rouen de fabrication courante.

Pas plus que la faïence décorée à la moufle, qu'on essaya de faire à la fin du siècle dernier pour réagir contre la porcelaine, qui menaçait de tuer la faïence et dont deux jardinières très curieuses, du musée céramique de Rouen, figuraient à l'exposition rétrospective de 1878.

Mais à cette époque déjà, les jours de la fabrication rouennaise étaient comptés.

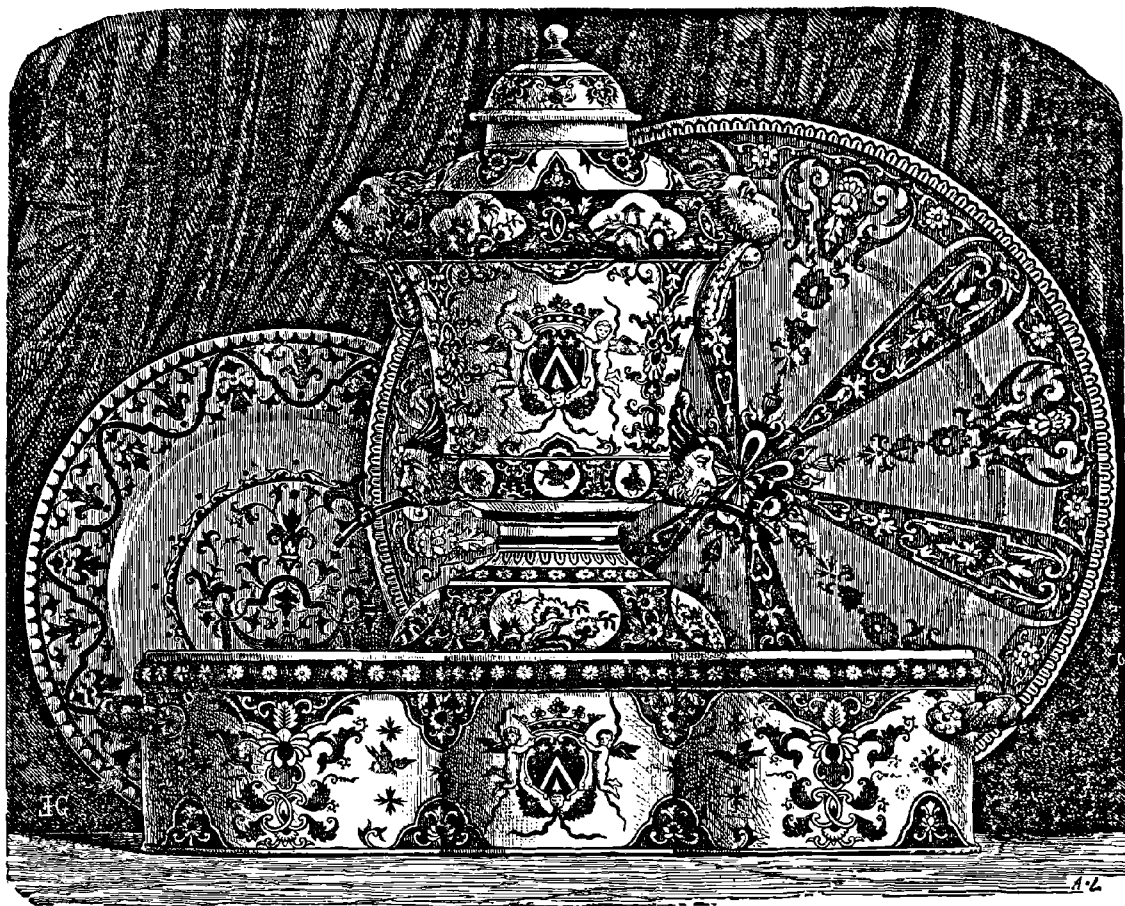
Quant la Révolution vint, il y avait encore,

à Rouen, dix-huit faïenciers, mais déjà l'introduction des faïences fines anglaises avait fait le plus grand tort à leur industrie, la vulgarisation de la porcelaine dure la ruina; peu à peu les fours se fermèrent, il en restait encore sept en 1802, aujourd'hui il n'y en a plus du tout, et l'on ne voit plus de faïences de Rouen, à Rouen, qu'au musée céramique, qui en possède d'ailleurs une collection magnifique où tous les genres sont représentés non seulement par des pièces capitales, mais

encore par les objets les plus variés et les plus inattendus : sabots de Noël, consoles, chambranles de cheminées, poêles, tabourets, fontaines, petites commodes, encriers, lampes, crucifix, pupitres, lanternes, coffrets, tabatières, jusqu'à des rapés à tabac, jusqu'à des globes terrestres.

Il y en a deux, fabriquées par Pierre Capelle, pour la décoration du vestibule du château de Choisy-le-Roi, et qu'on a pu voir à notre exposition universelle de 1878.

Ce sont là de véritables œuvres d'art; car ces sphères ont des supports, qui représentent les quatre saisons et les quatre éléments,



Faïences de Rouen. — Genre rayonnant.

enguirlandés de fleurs, accompagnés d'attributs, le tout en émaux chauds et harmonieux de ton.

Mais les œuvres de fantaisie, les œuvres purement industrielles, sont toujours ornées d'une façon appropriée à leur usage, avec une fécondité d'invention qui n'a jamais été surpassée ni peut-être même

Lrv. 126.

égalée, et c'est précisément à cause de cela que les faïences de Rouen ont été imitées si fréquemment, à ce point que presque partout au xviii^e siècle, où les faïenceries étaient si nombreuses, on faisait du décor normand, même à Delft, même à Nevers.

Les villes qui réussirent le mieux, et arrivèrent même à rivaliser avec Rouen, avec

126

ses propres armes, furent Sinceny et Quimper.

FAIENCES DE MOUSTIERS

Les faïences de Moustiers, petite ville des Basses-Alpes, qui fut un centre de fabrication très considérable, ont été longtemps confondues avec celles de Rouen, desquelles elles se rapprochent un peu par les marlis, les décors à broderies, mais elles en diffèrent absolument par l'ornementation principale et surtout par la couleur.

Quelques écrivains du siècle dernier : l'abbé Delaporte, Piganiol de la Force, Fournay, en avaient parlé avec éloge, mais elles étaient tombées dans un oubli complet dont M. Riocreux, conservateur du musée céramique de Sèvres, les fit d'abord sortir et après lui M. le baron Davilliers.

« Les produits de Moustiers, dit M. Riocreux, étaient donc connus et appréciés il y a plus de cent ans, mais il s'agissait de les déterminer avec certitude ; le hasard m'y aida beaucoup en me faisant acquérir, il y a quelques années, une pièce des plus intéressantes, un plat ovale, sur lequel était peinte une chasse à l'ours d'après Antoine Tempesta.

« Cette peinture, d'une exécution supérieure à tout ce qu'ont produit les autres fabriques françaises, porte la signature de Gaspard Viry, peintre habile qui travaillait à Moustiers, dès la fin du xvii^e siècle ; son nom, qu'il a placé au bas du sujet principal, est suivi de celui de la fabrique et de celui de Clérissy. »

Ce fut un trait de lumière, car déjà quelques amateurs possédaient des faïences de Moustiers, dont ils ignoraient la provenance exacte, mais qu'ils ne pouvaient attribuer aux fabriques de Rouen.

M. le baron Davilliers se rendit à Moustiers, où il recueillit les éléments de son *Histoire des faïences de Moustiers*, qui a déchiré le voile.

Ce fut un nommé Pierre Clérissy, petit-fils d'Antoine qui avait fait une certaine

fortune en dirigeant à Fontainebleau une verrerie et une fabrique de poteries vernissées — qui créa à Moustiers l'industrie faïencière.

Son établissement était en pleine activité en 1686, et c'est lui qui produisit le plat dont parle M. Riocreux et beaucoup d'autres pièces similaires, qui constituent le premier genre de Moustiers, caractérisé par des compositions à figures, combats ou chasses aux bêtes féroces, d'après Tempesta, célèbre graveur florentin, ou scènes mythologiques copiées sur le Raphaël flamand, Franz-Floris.

Ces sujets, reproduits par des peintres habiles sur la panse des vases, à l'intérieur des bassins profonds, destinés à rafraîchir le vin, étaient entourés d'une bordure assez lourde, de style antique ou oriental, et quelquefois de lambrequins et arabesques empruntés à la décoration chinoise ; le tout d'un bleu intense, le plus souvent chatonné.

Clérissy mourut en 1728, et laissa sa fabrique à son fils Pierre, qui la fit si bien prospérer, que non seulement il y fit sa fortune, mais il y gagna des honneurs ; créé baron et seigneur de Trévans et de Saint-Martin d'Alignies par Louis XV, il fut nommé, en 1747, secrétaire du roi en chancellerie près le parlement de Provence. C'est alors qu'il céda sa fabrique à Joseph Fouque, dont la famille la possédait encore en 1850.

Ce Clérissy était tellement en faveur qu'en 1743, M^{me} de Pompadour, qui protégeait les arts, lui avait commandé un service dont le prix fut fixé à dix mille livres.

Ce service, dont la plupart des pièces sont dispersées, était du second genre de Moustiers, du genre gracieux, celui qui empruntait à Bérain, à Boule, leurs délicates arabesques, leurs élégants dessins, qu'il encadrait dans des bordures délicates à point de dentelle, inspirées vraisemblablement par le genre rayonnant de

Rouen, mais traitées avec plus de finesse.

L'œuvre de Bernard Toro, sculpteur du roi, dont les travaux sont à peine connus aujourd'hui, fut largement mise à contribution par les faïenciers de Moustiers, et les pièces qui, comme le grand plat du musée du Louvre et la fontaine représentée par notre gravure hors texte, sont décorés d'entrelacs, de baldaquins, de cariatides, au milieu desquelles s'encadrent des figures de nymphes, de satyres ou d'amours, sont inspirées de Bernard Toro, sinon copiées sur ses dessins.

La même époque produisit aussi les pièces à médaillons et à guirlandes, car il n'y avait pas qu'une seule fabrique à Moustiers; en 1756, on en comptait six, et le successeur de Clérissy avait surtout deux concurrents très sérieux : Paul Roux, qui faisait comme lui, et aussi bien que lui le décor bleu de style Berain, et Joseph Oléry, dont la fabrique finit par disparaître, mais qui eut un moment de vogue avec ses pièces à décor polychrome.

D'autres fabricants s'essayèrent dans ce genre en imitant le décor rouennais, mais ils ne purent jamais obtenir le beau rouge vif, dont les faïenceries de Rouen semblaient posséder le secret.

Ce qui réussit le mieux à Moustiers, en dehors du genre Berain qui se perpétua, fut le genre à décors grotesques, dont il reste d'assez curieux produits, témoin l'assiette que représente notre gravure, page 1004.

Ce n'était pas tout à fait de l'art pourtant, car les caricatures empruntées à Callot, pour la plupart, étaient reproduites au poncif, sur la vaisselle d'usage, au milieu d'ornements assez délicats, mais peu soignés comme exécution.

Ces assiettes sont tantôt peintes en vert rehaussé de noir, tantôt en jaune mêlé de vert, le plus souvent même en camaïeu jaune ou vert.

Ce fut la dernière période de la fabrication de Moustiers; lorsque la Révolution

arriva, la ville, qui comptait plus de trois mille habitants, possédait onze fabriques de faïence.

Aujourd'hui s'il y en a encore une ou deux, on n'y fait plus que de la faïence blanche commune, qui ne sort pas de la région.

FAIENCES DE STRASBOURG

Les faïences de Strasbourg, qui constituèrent le quatrième genre français, ne se fabriquent qu'au XVIII^e siècle, en tant que vaisselle et pièces de table, car dès le XVII^e siècle, des potiers de la famille Hannong, fabriquaient à Haguenau et à Strasbourg des poêles émaillés ornés de relief, dans le genre de Nuremberg.

En 1709, Charles-François Hannong fonda rue du Foulon, à Strasbourg, une manufacture de pipes, qu'il transforma dix ans après, par suite de son association avec Wackenfeld, transfuge de l'usine de Meissen, en une fabrique de porcelaines à l'imitation de celle de Saxe, mais où l'on fit surtout de la faïence, avec un tel succès que la fabrique de Haguenau, à peu près abandonnée par Hannong, fut réorganisée en 1724, pour la même fabrication.

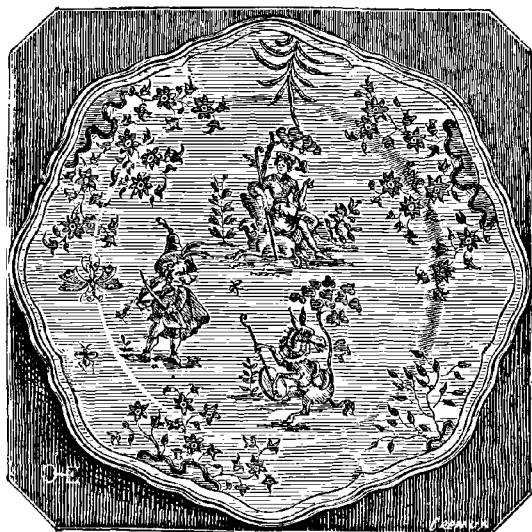
Hannong mourant en 1739, laissa ses établissements à ses deux fils. Paul resta à Strasbourg, Balthazar à Haguenau. Ce dernier se consacra bientôt exclusivement à la faïence, pour éviter les ennuis que son frère éprouvait déjà du fait de la manufacture de porcelaines de Vincennes, jalouse de sa fabrication, et qui finit par la faire supprimer.

En 1754, la manufacture royale de porcelaines de France obtint contre Paul Hannong un arrêt lui interdisant de cuire la porcelaine et ordonnant la démolition de ses fours dans la quinzaine.

Paul transporta son usine à Franckenthal, dans le Palatinat, mais sans pourtant abandonner complètement sa fabrique de Strasbourg, qui sous la direction de son fils

Pierre, produit exclusivement des faïences et encore en assez petite quantité.

L'arrêté de 1766, qui rendit libre la fabrication de la porcelaine, à la condition de ne



Assiette à grotesques de Moustiers.

la décorer seulement qu'en camaïeu, sans rehauts d'or, fit rentrer en France Joseph Hannong, héritier de la fabrique de Fraukenthal; il racheta de son frère, celle de



Faïence de Paris (xviii^e siècle).

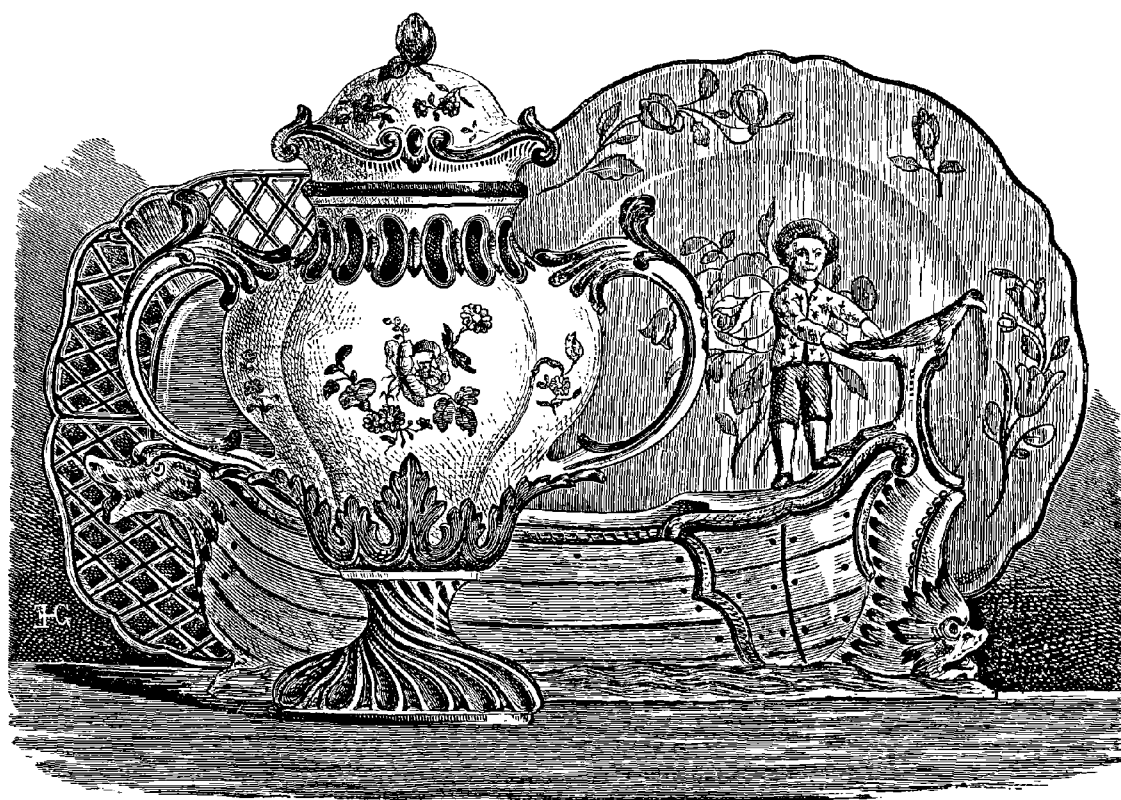
Strasbourg et la transforma de nouveau pour la fabrication de la porcelaine dure. Sans abandonner la faïence, dont la production était remarquable, non seulement

par la finesse et la blancheur de l'émail, mais par les formes élégantes et capricieuses des objets et par l'application à la décoration des procédés à la moufle en usage pour la porcelaine, dont la céramique est redevable à Paul Hannong.

Jusqu'en 1774, les affaires de Joseph prospérèrent, mais des difficultés surgirent de la part du fisc, qui taxa l'entrée en

France des porcelaines alsaciennes à un taux qui dépassait leur propre valeur : il fallut payer 5 livres 6 sous pour une douzaine d'assiettes qui se vendait 4 livres à Strasbourg, et 28 livres pour la porcelaine qui n'en coûtait que 20.

Ce procédé ruina la manufacture, elle lutta pendant quelques années et ferma définitivement en 1780.



Faïences de Strasbourg et de Haguenau.

La fabrique de Haguenau subsista plus longtemps, grâce à des transformations successives ; on peut même dire qu'elle existe encore aujourd'hui ; mais depuis la fin du xviii^e siècle, faisant tour à tour des poêles en faïence, des faïences anglaises, dites terre de pipe, ou des terres blanches de Luxembourg, elle n'a plus produit de pièces artistiques.

Celles qu'elle fit au beau temps des Han-

nong, sont du reste classées parmi les faïences de Strasbourg, dont elle ne diffèrent ni par les formes ni par la décoration, où domine un rouge d'autant plus beau qu'il est le plus souvent rehaussé de blanc.

Ce sont toujours des bouquets de pivoines, de jacinthes, d'œillets, de tulipes, de myosotis, mais surtout de roses d'une coloration riche, exécutés avec une hardiesse qui n'exclut pas l'élégance, tantôt avec des

traits noirs et des hachures très fines, tantôt modelées comme des décors de porcelaines.

Quelquefois, au lieu de fleurs, on y voit des personnages grotesques, des Chinois fumant gravement leur pipe ou pêchant à la ligne, genre de décor qui a été imité un peu partout, mais principalement à Marseille et à Orléans.

Quant aux formes, elles étaient, comme nous l'avons dit, des plus variées et des plus originales. Outre la vaisselle à tous usages, on a fait à Strasbourg, des pendules, des cartels, des consoles, des appliques, des brûle-parfums avec ornements en reliefs et souvent rehaussés d'or, ce qui est beaucoup moins rare dans la fabrication que le décor bleu chinois, dont on ne connaît guère qu'une pièce du temps de Charles Hannong.

Celles que représente notre gravure de la page 1003 et que nous avons empruntées au musée céramique de Sèvres, sont également des plus remarquables :

C'est au premier plan, un vase rocaille d'un modèle élégant et d'une grande finesse d'exécution ; derrière, un saucier en forme de nacelle, avec un petit marin manœuvrant la queue d'un oiseau en guise de gouvernail ; derrière encore, un grand plat avec bordure à jour, et un plat à bouquets de tulipes et de roses, type de la fabrication la plus ordinaire, mais qui tout ordinaire qu'elle est, conserve cette supériorité d'exécution, qui est la vraie marque de Strasbourg.

FAIENCES GENRE PORCELAINES

Le cinquième type de nos anciennes faïences françaises, est le genre porcelaine, qui au XVIII^e siècle s'est implanté à peu près partout et marque d'ailleurs la décadence dans la fabrication de la faïence, mais qui est né à Paris avec Claude Révérend, ce premier imitateur de la porcelaine de Chine, qui dès 1664, obtint des lettres patentes

« pour faire des faïences et imitations de porcelaines orientales, et introduire en France les marchandises déjà fabriquées en Hollande, où il avait longtemps été établi comme potier, et où, disait-il, il était parvenu à surprendre les meilleurs procédés employés dans ce pays. »

Ce bourgeois de Paris n'a pas dû produire beaucoup, du moins ses œuvres originales sont très rares, les premières ayant dû être confondues avec les faïences de Delft, qu'il imita d'abord, peut-être un peu trop.

On ne connaît de lui que quelques pièces à personnages, accompagnées d'inscriptions françaises : comme la *Comédienne*, (qu'on trouvera dans une gravure hors texte), le *Violon de campagne*, le *Marchand ambulant* et trois plats, dont deux aux chiffres et armoiries de Colbert, et l'autre aux armes de France, appartenant au musée céramique de Sèvres.

Ces plats blancs, en camaïeu bleu, sont décorés d'une façon élégante dans le style japonais.

Celui dont nous donnons une gravure page 1004 est évidemment de son école, pour la composition et l'exécution du sujet principal, mais le marli appartenant au genre à dentelle de Rouen, lui donne une date plus moderne.

Des successeurs de Révérend, Digne est le plus remarquable ; on connaît de lui de curieux vases exécutés pour la pharmacie de la duchesse d'Orléans, abbesse de Chelles, mais qui n'ont rien d'original, parce qu'ils rappellent tout à fait le genre rayonnant de Rouen.

A Saint-Cloud on fabriqua aussi des faïences, à l'imitation du genre rouennais, mais qui s'en écartèrent peu à peu, témoin cette indication de l'*Almanach* d'Abraham de Pradel, pour 1690 : « Il y a une faïencerie à Saint-Cloud où l'on peut faire exécuter tels modèles que l'on veut. »

A cette époque il n'y en avait qu'une, mais il est probable qu'il y en eut d'autres

plus tard, car les produits de Saint-Cloud sont assez divers et quelques-uns dénotent une infériorité dont n'était point capable la première fabrique, celle de ce Chicanneau dont nous avons déjà parlé à propos de la manufacture de Sèvres et qui, avant de s'essayer dans la porcelaine tendre, fabriquait certainement de la faïence, et principalement sur commande, comme le disait l'almanach.

C'est à la facilité que les bourgeois avaient d'y faire exécuter les modèles qu'ils désiraient, que l'on doit, entre autres pièces intéressantes, le curieux saladier que représente notre gravure page 1008 et qui fut fabriqué par Trou, successeur de Chicanneau, dont il avait épousé la veuve.

Ce saladier, dont le sujet principal est le baptême de Jésus-Christ, est chargé d'une inscription qui rappelle le nom du destinataire, chirurgien du régiment des Suisses; et la bordure représente, au milieu d'une ornementation qui rappellerait bien plus Moustiers que Rouen, tous les instruments de sa profession:

Trou adopta d'abord un genre de décoration particulière, et l'assiette que M. Édouard Fleury a donnée au musée céramique de Sèvres, est un des rares spécimens de cette fabrication qui, pour prendre à Rouen ce qu'elle avait de meilleur, n'en conservait pas moins une certaine originalité.

Après Trou, le décor rouennais fut copié plus servilement; nous en donnons pour preuve, un *pot pourri* fabriqué pour Trianon, ce qui se reconnaît au T couronné qui le décore.

On trouve, marqués d'un C (Chantilly) des vases du même genre, destinés aux résidences royales et qu'on appelait « pot pourri » parce qu'ils étaient percés de trous à leur orifice supérieur, pour recevoir des tiges de fleurs d'espèces et d'odeurs différentes, qui en faisaient en effet un véritable pot pourri de parfums.

Plus tard encore, ou peut-être dans le même temps, Saint-Cloud produisit des

faïences lourdes, décorées de bleu foncé, chatironné de noir, imitations grossières des produits rouennais et qui, s'ils étaient les seuls connus seraient suffisants pour disqualifier la fabrication de Saint-Cloud, qui disparut, d'ailleurs, avec le xviii^e siècle.

Il y eut d'autres fabriques de faïence aux environs de Paris, à Saint-Denis, à Meudon et même à Sèvres, mais la plus importante fut celle de Sceaux, fondée en 1751 par Jacques Chapelle, démonstrateur en chimie et membre de l'Académie royale des sciences; cette date est établie par le privilège du 26 juin 1753 dont voici les considérants:

« Sur la requête présentée par le sieur Jacques Chapelle, contenant qu'il aurait établi depuis environ deux ans au village de Sceaux une manufacture de terre fayance, dont il a seul le secret; que les ouvrages qu'il y fait fabriquer sont goûtés du public à cause de leur bonté et de leur propreté, et que le débit en augmente tous les jours; que cet établissement occupe un grand nombre d'ouvriers, etc. »

Cette manufacture, protégée d'abord par la duchesse du Maine, comme elle le fut plus tard par le duc de Penthièvre, produisit d'ailleurs des faïences remarquables, surtout dans la première période, car lorsque Richard Glot succéda à Chapelle, la fabrication s'en ressentit un peu, bien que celui-ci fût un sculpteur habile; mais il rechercha surtout la prospérité commerciale de son usine, et l'art y fit peu à peu place à la marchandise.

Le genre de Sceaux, fut celui qui se rapprocha le plus heureusement de la porcelaine décorée: on y voit de délicates figures se mouvant dans des paysages légers de tons, des groupes d'amours, des bouquets, des emblèmes, des sujets de pêche ou de chasse, le tout encadré de guirlandes de lauriers, d'arabesques délicates en or ou en couleurs d'un effet charmant; plus tard la décoration s'alourdit, les fines peintures qui rivalisaient

avec celles des porcelaines tendres, les paysages, les groupes en camaïeu rose ou bleu, cédèrent la place aux décors à bleuets imitant la porcelaine dite à la Reine et aux bouquets isolés diaprés de couleurs, d'autant moins élégants et surtout moins légers.

Les musées de Sèvres et de Cluny possèdent de magnifiques spécimens des faïences de Sceaux et les deux que nous

donnons peuvent compter parmi les plus élégants, les plus réussis de cette fabrication exceptionnelle qui s'éteignit dès 1780, et disparut en 1794, sinon complètement puisque l'usine fut reprise à cette époque par Antoine Cabaret, mais du moins au point de vue artistique, car le successeur de Richard Glot ne fabriqua plus que des faïences blanches usuelles.



Saladier en faïence de Saint-Cloud.

FAIENCES DIVERSES

Sous cette classification nous rangerons les centres de fabrication qui pour n'avoir fait qu'imiter plus ou moins heureusement les quatre grands genres français : Nevers, Rouen, Moustiers et Strasbourg, n'en ont pas moins produit des faïences remarquables et classées dans les collections.

La fabrique de Niederwiller, la plus impor-

tante de toutes, puisqu'elle comptait jusqu'à 35 fours en 1728, dut son extension au baron de Beyerlé, directeur de la monnaie de Strasbourg, qui en 1754 y fonda une usine sur le modèle de celle des Hannong, et à laquelle il attacha des artistes et des ouvriers de Strasbourg et d'Haguenau.

M^{me} de Bayerlé, artiste distinguée et douée d'un goût exquis, fut la véritable directrice de cette usine, qui produisit des pièces fort

intéressantes, tant en faïence qu'en porcelaine imitation de Saxe, notamment des assiettes, des plats, des corbeilles, dans le genre décoratif de Strashourg, avec bordures déchiquetées, ou percées à jour.

Ce genre a été continué par le général comte de Custine, qui fut ensuite propriétaire de la fabrique de Niederwiller et en

confia la direction industrielle à François Lanfrey, céramiste habile, et artistique au sculpteur Charles Sauvage, plus connu sous le nom de Lemire. Grâce à leurs efforts, l'usine put résister à la crise commerciale qui ruina la plupart des fabriques de faïences, vers la fin du siècle dernier.

On voit au musée de Sèvres quelques



Soupière en faïence, de Sceaux.

pièces, à bord treillagé, d'un service que le général Custine avait fait faire pour son usage particulier.

Mais le genre le plus personnel, le seul personnel de Niederwiller, est la fabrication de vases, ou assiettes en imitation de bois veiné, sur lesquelles sont plaquées, en trompe-

Liv. 127.

l'œil, des espaces blancs, imitant une feuille de papier, souvent repliée par un coin et chargée d'un léger paysage, exécuté avec soin, en camaïeu noir, rose ou violet.

C'est un vase de ce genre que représente notre gravure, page 1011.

Lunéville fabriqua de la faïence dès le

127

commencement du xviii^e siècle; fondée par Jacques Chambrette, son usine, dirigée par les fils de celui-ci, prit, en 1758, le titre de *Manufacture royale* (mais il s'agissait du roi de Pologne, qui comme on sait, habitait alors en Lorraine), ses produits sont d'ailleurs assez peu connus, par la raison qu'ils ne sont pas signés.

Ils se font remarquer pourtant par la finesse des peintures et la beauté de l'or employé à leur décoration.

Les produits de Bellevue, à peu près du même genre, comme ceux de Saint-Clément, sont généralement mieux classés que ceux de Lunéville, cela tient surtout à ce que Saint-Clément produisit plus tard et produit encore des fines faïences remarquables, car l'usine fut dirigée longtemps par les Chambrettes de Lunéville.

Quant à celle de Bellevue, qui existe encore aujourd'hui, et où les anciennes traditions sont toujours observées, sans préjudice des améliorations modernes, elle date de 1758 et fut fondée par Lefrançois; en 1771, elle était gérée par deux associés, Bayard et Boyer, qui obtinrent pour leur usine le titre de manufacture royale et s'attachèrent un artiste célèbre, Paul Cyfflée de Bruges, qui leur fournit ses plus charmants modèles et y produisit surtout des terres cuites remarquables, représentant des scènes familiales.

Les pièces décoratives de Bellevue sont surtout des vases de jardin adoptant les auses à grotesques du genre italien de Nevers et le décor à fleurs de Strasbourg. (Voir notre première gravure de la page 1017.)

Avec les faïences de Lille, nous nous rapprochons singulièrement du genre rouennais, l'assiette qui figure dans notre première gravure de la page 1017, à gauche, rappelle en effet le décor polychrome rouennais genre rocaille, et si l'on n'y voit pas la corne d'abondance on y remarque les fleurs et les insectes qui ont été l'une des marques de fabrique de Rouen.

La disposition cependant est plus déco-

orative; ce ne serait du reste pas la peine d'imiter si l'on ne cherchait à perfectionner un peu.

On fabriquait des faïences à Lille dès 1696... époque à laquelle Jacques Febvrier, céramiste de Tournay, et Jean Bossu, peintre de Gand, s'y associèrent sous la protection de la municipalité.

L'établissement passa successivement aux mains de François Bousmaert, 1729, et de Petit, en 1778.

Mais il se créa d'autres fabriques: notamment celle de Barthelémy Dorez en 1711, et en 1740, celle de Wamps, qui faisait surtout des carreaux à la manière hollandaise.

Ce qu'on fit surtout à Lille furent les grandes pièces décoratives, autels, consoles, cheminées et poêles à la flamande; un des spécimens les plus curieux en ce genre est la magnifique cheminée décorée en bleu à rocailles, qu'on admire au musée de Cluny.

Après une grande ville, un village, Sinceny, dont l'usine date officiellement de 1737, bien qu'on en connaisse des produits de trois ans antérieurs.

Sinceny a eu plusieurs genres: sous Pierre Pellevé on y produisit, dans un style se rapprochant beaucoup du rouennais par les bordures en camaïeu bleu, où se retrouvent toutes les fleurs du décor à la corne.

Plus tard, le genre polychrome chinois fut adopté, toujours d'après l'inspiration rouennaise, avec les couleurs: bleu fondu, vert brun et jaune citrin; les décorateurs de cette époque étaient d'ailleurs tous des artistes appelés de Rouen, auxquels on ajouta quelques Lillois, Claude Borne et Joseph Lecomte.

Plus tard encore, vers 1775, Chambon, alors directeur de l'usine, sans renoncer tout à fait à l'ancien genre, introduisit dans la fabrication le style de Strasbourg avec décoration à la moufle.

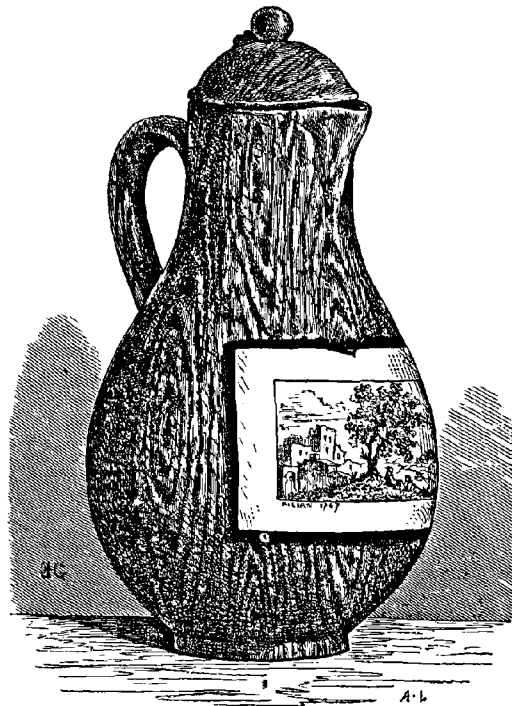
Sinceny produisit aussi des grotesques à l'imitation de Moustiers, témoin l'assiette que nous en donnons dans notre gravure de la page 1017 et qui est un des plus curieux spécimens de ce genre.

Le petit bol qui est au-dessous appartient à la deuxième manière.

La fabrication d'Aprey (village de la Haute-Marne), fut surtout une imitation du genre porcelaine, mais imitation fort

réussie, ainsi qu'on pourra le voir par l'assiette à reliefs de notre dessin, page 1017; ce fut pourtant un potier nivernais du nom d'Ollivier qui y dirigea l'usine, fondée vers 1740, par les sieurs de Lallemand, seigneurs d'Aprey, mais il s'attacha surtout à donner aux pièces de sa fabrication, des formes rappelant l'orfèvrerie.

Outre les assiettes, les plats, — dont le fond est toujours un paysage légèrement



Vase à trompe-l'œil, de Niederwiller.

1009

peint, accompagné de bouquets, de fleurs et presque toujours d'oiseaux, sans prétention, comme couleurs, à l'imitation naturelle, mais fort décoratif, — Aprey a produit nombre de pièces couvertes, de pots dont les anses sont généralement des branches rugueuses avec feuillage, fleurs et fruits, sur des tiges colorées au naturel.

La Bretagne eut d'assez nombreuses fabriques de faïences, la plus importante et la plus ancienne (en tant que fabrique fran-

çaise), — puisque nous avons vu des potiers italiens s'établir à Nantes et au Croisic — est celle de Rennes, qui a certainement existé au XVII^e siècle, puisqu'on connaît une plaque tombale en faïence, faite à Rennes en 1653, mais qui n'a fait parler d'elle, d'une façon certaine, qu'à partir de 1748, alors qu'un Florentin, connu sous le surnom de Barbarino, y établit une usine dans le quartier des Capucins.

Cette fabrique fit surtout des pièces déco-

ratives ; on en connaît une fontaine avec sa vasque et un groupe représentant Louis XV, Hygie et la Bretagne.

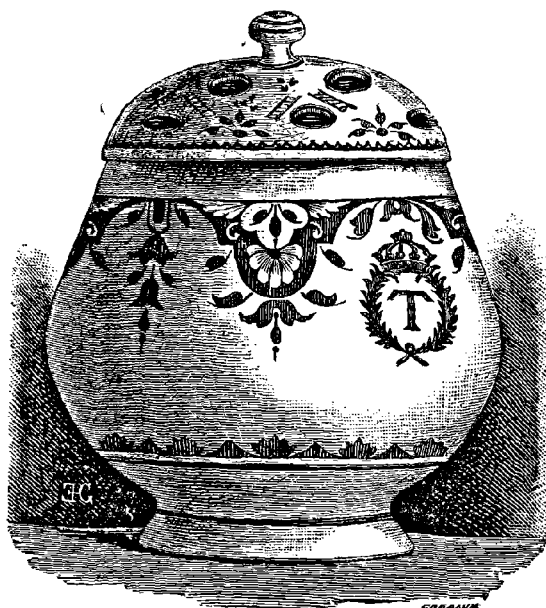
Les faïences de service sont, comme genre décoratif, un moyen terme entre Moustiers et Rouen, mais le genre du Midi semble dominer sur le genre normand ; quant aux couleurs des émaux, elles sont généralement ternes, le violet de manganèse, qui domine, est sans éclat, le vert paraît sale par le chatironnage en noir, il

n'y a guère que le bleu et le jaune qui y gardent des tons assez vifs.

La fontaine de notre page 1017 (1^{er} dessin) est du genre rocaille rouennais, dans lequel on remarquera des bordures et un sujet principal, empruntés à la décoration de Moustiers.

Rennes a produit assez de pièces en camaïeu violet foncé.

Si nous étudions maintenant les fabrications du Midi, nous trouvons pres-



Faïence de Saint-Cloud, pot pourri fabriqué pour Trianon.

que partout des imitations de Moustiers.

Cependant Marseille paraît s'être attaché à produire un genre original.

Les premières faïences que fabriqua Clcrissy, dans cette ville et à Saint-Jean-du-Désert, à la fin du xvii^e siècle, reproduisent bien aussi des chasses d'après Tempesta, mais elles se distinguent par le mélange du manganèse au cobalt, et on reconnaît facilement les pièces de cette époque à leur décoration, dont tous les contours sont en violet pâle, et qui ont le

plus souvent sur les marlis, des compartiments losangés.

D'autres fabricants s'établirent, si bien qu'il y en avait, en 1750, une douzaine, dont les produits sont peu connus, probablement parce que la plupart sont confondus avec ceux de Moustiers.

Les plus importantes de ces fabriques furent : celle de Savy, auquel le comte de Provence (depuis Louis XVIII) permit de prendre le titre de *Manufacture de Monsieur, frère du Roi* et qui produisit des pièces à

fleurs, tenant le milieu entre le genre Strasbourg et l'imitation de la porcelaine.

La théière ronde de notre deuxième gra-

vure de la page 1017 appartient à cette fabrication.

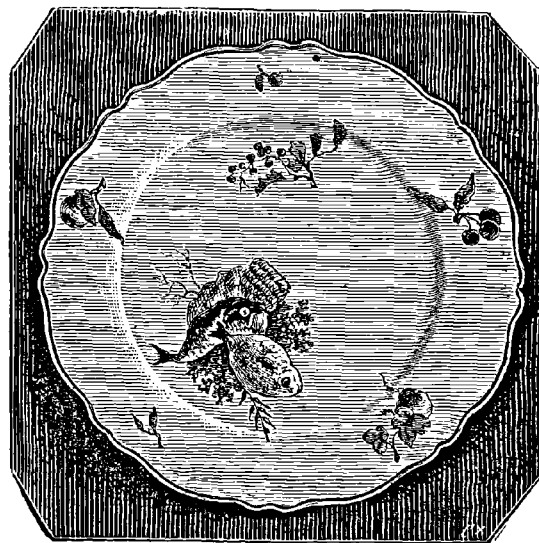
Celle de Robert, qui inventa ce qu'on



Assiette en faïence, de Sceaux

pourrait appeler en décoration, le genre bouillabaisse, puisqu'il comprend en ca-

maieu vert, des fleurs, des poissons, des coquillages.



Assiette en faïence, de Marseille.

Celle de la veuve Perrin, qui exploita aussi ce genre, en le perfectionnant par l'emploi du décor polychrome ; elle produisit aussi

des services connus sous le nom de *services aux insectes*, où au lieu de poissons, groupés comme dans l'assiette de notre gravure

de la page 1013, on voyait des papillons, des mouches, etc.

Le centre de fabrication le plus important du Midi, après Marseille, fut Apt, qui ne fit pas précisément et spécialement des faïences, mais produisit surtout en terre vernissée, des pièces à relief d'un grand intérêt, et dont la fabrication a été reprise de nos jours avec succès par quelques potiers de Vallauris.

Un mot maintenant des faïences historiques représentées surtout dans notre pays, par les assiettes patriotiques, fabriquées un peu partout à l'époque de la Révolution, mais principalement à Nevers et à Paris chez Olivier qui fit, non seulement des assiettes, mais un curieux poêle représentant la Bastille et qu'il offrit à la Convention nationale; il appartient aujourd'hui au musée de céramique de Sèvres, et ce n'en est pas la pièce la moins originale.

Presque toutes les pièces groupées dans notre gravure hors texte proviennent de cette fabrique ou de Nevers, à l'exception de l'assiette à guillotine, qui a été faite à Ancy-le-Franc et que nous avons reproduite d'après une photographie du musée céramique de Rouen; l'original fait du reste partie de la riche collection de M. Gouellain, et il est probable que M. Champfleury ne l'a pas vue, puisqu'il nie absolument l'existence des assiettes à guillotine, très rares du reste, il faut en convenir, et qui ne sont pas plus belles pour cela.

C'est d'ailleurs le cas de toutes les assiettes de la Révolution, qui sont encore plus pauvres de dessin que d'imagination, et qu'on n'a pas besoin de regarder deux fois pour voir qu'elles n'ont pas été faites par des artistes.

Aussi pour que notre gravure ait quelque intérêt décoratif, y avons-nous ajouté un grand plat à musique de Rouen, et un spécimen de la fabrication de Claude Reverend, le premier faïencier parisien.

La manie des assiettes dites patriotiques,

et dont beaucoup d'imitations aussi mauvaises que les originaux, se voient aujourd'hui chez les marchands de curiosités, fut une triste résurrection des faïences à inscriptions, qu'on appelait faïences parlantes et qui avaient été à la mode en France, comme nous l'avons vu déjà, et qui l'étaient encore en Angleterre, où depuis l'année 1750, c'est-à-dire depuis l'invention par John Sadler, du procédé de décoration céramique par l'impression, on avait pris l'habitude d'écrire une partie de l'histoire politique et religieuse du pays, et même des pays voisins, sur des assiettes, des théières et surtout des pots et des cruches à bière.

C'était une façon comme une autre de manifester la liberté de la presse.

Ainsi, pendant la guerre de Sept Ans, presque toute la poterie anglaise commune est décorée du portrait de Frédéric II, écho des vœux que formait la population pour le succès des armes du roi de Prusse; après les victoires de Prague, de Roshach, de Breslau, on ne voyait plus que des trophées militaires aux aigles de Prusse, et des renommées trompant la gloire des vainqueurs.

Les élections au Parlement étaient toujours l'occasion d'une fabrication nouvelle, les candidats faisaient chanter leurs louanges sur les pots à boire, avec lesquels ils abreuvaient leurs électeurs. Nous reproduirons page 1025 un spécimen de ce genre.

Les vases à portraits n'étaient pas plus rares; et les réputations de William Pitt, de l'amiral Nelson, de Wellington, et de bien d'autres, ont pénétré dans les masses par des cruches à bière. Un personnage dont l'image paraît plus spécialement réservée pour l'ornement des théières (voir notre gravure page 1025) fut le célèbre John Wesley, l'un des fondateurs de la secte des *méthodistes*, prédicateur si acharné, qu'il prêchait jusqu'à extinction de chaleur naturelle, six ou sept heures durant, en plein air; les fidèles étaient presque toujours obligés de

le rapporter inanimé chez lui. Ce leur était, du reste, une occasion pour le porter en triomphe.

La céramique anglaise qui imprima à des millions d'exemplaires sa haine contre la France en général et Napoléon en particulier, fit aussi de la caricature de mœurs, témoin la cruche de notre gravure, qui représente une scène tournant en ridicule les modes excentriques des sportsmen ou des élégants du jour, les *macaronis*, comme on les appelait alors.

Cette coutume s'est perdue, ce qui n'est pas absolument regrettable au point de vue de l'art céramique, qui n'avait rien à gagner et tout à perdre, d'un procédé de décoration que l'actualité poussait à l'emploi de n'importe quel dessin, bon ou mauvais.

Du reste, les Anglais n'ont jamais déployé beaucoup d'art dans la fabrication de la faïence commune; il est vrai que ce sont eux qui ont inventé, ou fait revivre, la faïence fine, comme nous le verrons plus loin.

* *

Nous arrêterons ici cette revue, qui ne franchit point le seuil du siècle, où nous ne rencontrerions que les faïences modernes, certainement fort remarquables pour la plupart, mais dont nous ne voulons point parler, parce qu'il y aurait trop à dire au point de vue des centres de fabrication, répandus aujourd'hui par toute la France, et pas assez au point de vue original; car si tous nos céramistes sont des industriels habiles, ce sont aussi des artistes pleins de goût, qui restent imitateurs, précisément parce que les modèles anciens sont charmants.

Depuis Avisseau, qui a retrouvé pour la fabrication des rustiques, le secret de Bernard Palissy, qu'ont retrouvé après lui MM. Pull et Deck, jusqu'à M. Parvillée qui a réinventé les plaques de revêtement de Perse, et les *azulejos* hispano-moresques, on ne fait qu'imiter les anciens.

Mais à part ceux-là, qui font véritablement

œuvre d'art, même dans leurs imitations, par le cachet d'originalité, le goût moderne qu'ils savent leur donner; à part aussi quelques autres encore, dont les produits sont justement remarqués dans toutes nos expositions et qu'on peut admirer tous les jours, rien qu'en se promenant dans la rue Paradis-Poissonnière, véritable exposition permanente, où toutes les fabriques importantes de France et de l'étranger sont représentées par des spécimens intéressants de leurs produits; la plupart de nos faïenciers, qui sont avant tout des négociants, refont les anciens modèles de Rouen, de Nevers, de Moustiers, de Lorraine et de Strasbourg, avec une exactitude si complète qu'on ne les reconnaît qu'à plus de fini dans le dessin, plus d'harmonie dans les couleurs, dont ils semblent s'attacher à étendre les tons, quelquefois criards.

Du reste, nos fabricants de vaisselle de service font plutôt aujourd'hui de la faïence fine, terre blanche, terre de pipe, que de la faïence commune, et nous n'avons à parler ici que de la terre cuite émaillée.

PROCÉDÉS DE FABRICATION

Les procédés de fabrication pour la faïence commune, qui ne comprend plus guère maintenant, en dehors de quelques fabrications artistiques, que les carreaux émaillés, les plaques de revêtement pour bâtiments, pour poêles et pour cheminées, sont exactement les mêmes que ceux déjà décrits par nous pour la porcelaine.

Ce qui diffère sont les compositions de la pâte et de l'émail.

La pâte, qui est de deux sortes, selon qu'on veut faire de la faïence brune, destinée à aller au feu, ou de la faïence blanche, varie selon les localités.

A Paris, d'après Brongniart, la pâte brune se compose ainsi :

Argile plastique d'Arcueil.	20	pour cent.
Marne argileuse, verdâtre.	32	—
Marne calcaire blanche.	40	—
Sable impur, marneux, jaunâtre.	28	—

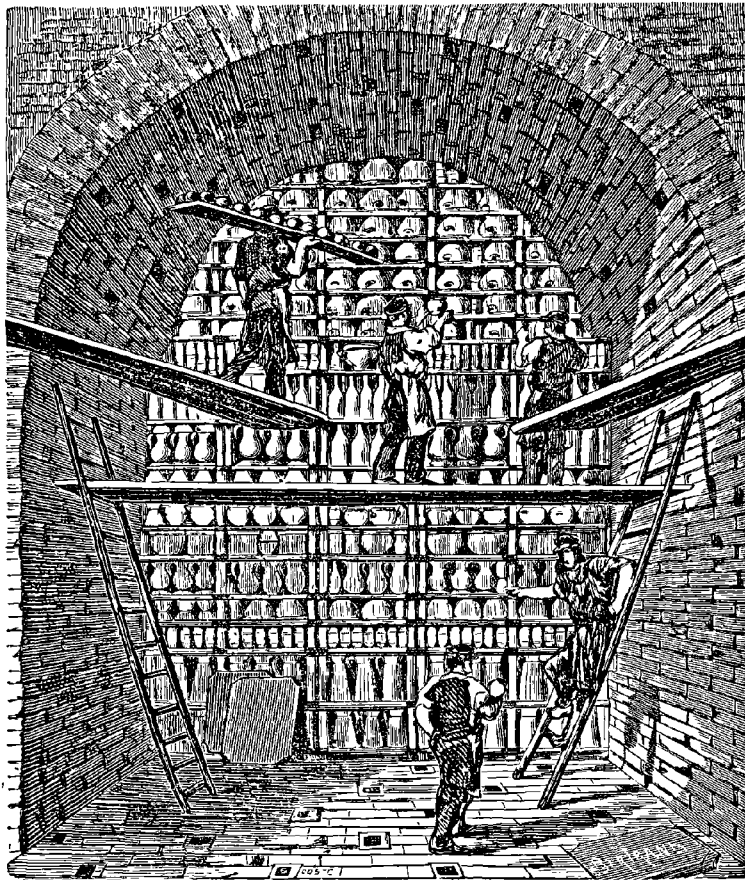
La pâte blanche comprend :

Argile plastique d'Arcueil.	8	pour cent.
Marne argileuse, verdâtre.	36	—
Marne calcaire blanche.	28	—
Sable impur.	28	—

A Nevers, où l'on a conservé les tradi-

tions de la fabrication primitive, on emploie :

Marne argileuse, blanche, de la Rays de Porteneul.	33	pour cent.
Argile figuline jaune, sableuse, non effervescente, des Chaumoinnes.	50	—
Argile figuline friable, grise des Neuf-Piliers.	17	—



Chargement d'un four à faïences.

Au Havre :

Argile rouge de Saint-Aubin.	45	pour cent.
Marne des prairies.	33	—
Marne extraite au bord de la mer.	22	—

A Tours, on mélange en parties égales de la marne calcaire de Chambray et de l'argile figuline impure, qu'on recueille dans les prés.

On ne connaît pas le dosage des pâtes

employées à Limoges, à Gien, pas plus qu'à Sarreguemines, aujourd'hui centre de fabrication très considérable, ni à Lunéville, Saint-Clément, Bellevue, mais la base en est la même partout.

Quant à l'émail, pour la faïence brune il se compose de :

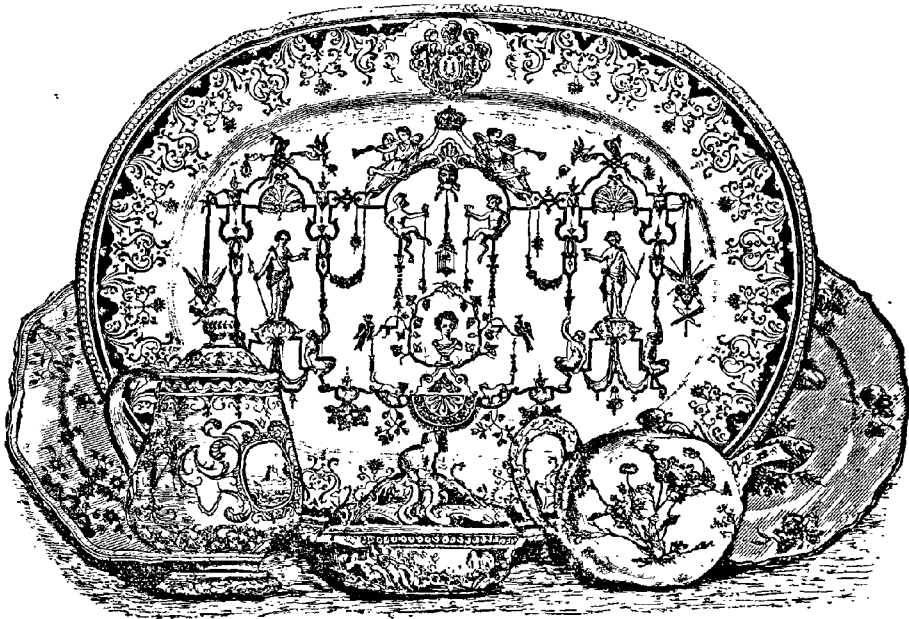
Minium.	52	pour cent.
Manganèse.	7	—
Poudre de brique fusible.	41	—



Faïences diverses : Lille, Lunéville, Sinceny, Rennes, Bellevue, Aprey.

Pour la faïence blanche, il y en a de plusieurs sortes, plus ou moins dures ou tendres, qui ont pour base ce qu'on appelle la

calcine, c'est-à-dire un mélange d'oxyde de plomb et d'oxyde d'étain, dont les proportions varient.



Faïences du Midi : Marseille, Saint-Jean-du-Désert, Apt, grand plat de Moustiers.

Ainsi l'émail le plus dur se compose :

Calcaire à 23 p. d'oxyde d'étain et 77 d'oxyde de plomb.	44	pour cent.
Minium.	2	—
Sable de Decize.	44	—
Sel marin.	8	—
Soude d'Alicante.	2	—

Le n° 2 :

Calcaire à 18 d'oxyde d'étain. . .	—	
82 d'oxyde de plomb.	47	pour cent.
Sable de Decize.	47	—
Sel marin.	3	—
Sable d'Alicante.	3	—

Le n° 3 comprend :

Calcaire comme dans le numéro 1. . .	45	pour cent.
Sable quartzeux lavé.	45	—
Minium.	2	—
Sel marin.	6	—
Soude d'Alicante.	3	—

Le n° 4 :

Calcaire comme dans le numéro 2. . .	45	pour cent.
Sable quartzeux.	45	—
Sel marin.	7	—
Soude d'Alicante.	3	—

En somme, ce sont toujours les mêmes matières, seulement les proportions varient, à ce point même qu'on peut presque dire que chaque fabricant a son émail particulier.

Pour le façonnage des pièces, c'est comme pour la porcelaine : le tournage, le moulage et toutes les opérations du rachevage, seulement il y a une fabrication spéciale à la faïence, comme celle des grandes plaques de poêle, qui s'obtiennent par moulage, à la croûte. Nous allons la décrire d'après M. Barral.

« Le marcheur ayant rendu la pâte suffisamment homogène et plastique, en forme de gros ballons qu'il marche en plaques circulaires d'un diamètre plus ou moins grand, suivant la dimension de la croûte qu'il veut obtenir. Il place ensuite ces plaques l'une sur l'autre, jusqu'à ce qu'il en ait formé un cylindre d'environ un mètre de hauteur; il change ensuite ce cylindre en

un parallépipède rectangle, qui est placé sur un brancard à pieds bas, pour être transporté dans l'atelier de moulage.

« L'ouvrier mouleur indique au moyen de deux règles l'épaisseur des croûtes qu'il veut enlever; il fixe ces règles sur les faces verticales du parallépipède, à l'aide de petits morceaux de pâte, puis avec le fil de laiton qui est, comme on le sait, la scie du potier, il enlève successivement les croûtes qu'il veut mouler.

« Pour enlever et transporter cette croûte sans la déchirer, l'ouvrier en soulève un des côtés, puis prenant les deux règles qui lui ont servi, pour limiter l'épaisseur de la croûte, il en serre le bord soulevé, et transporte alors la plaque, ainsi suspendue, dans le moule.

« Ce moule est une plaque de plâtre, d'une épaisseur convenable, sur laquelle on pose un cadre en fer, qui donne les limites en largeur, longueur et épaisseur de la plaque. Plus ordinairement, au lieu de ce cadre en fer, le moule a des rebords en plâtre : mais alors il faut autant de moules que l'on veut faire de pièces différentes; avec les cadres en fer, il n'y a besoin que de plaques de plâtre.

« Le mouleur place sa croûte dans le moule, la tamponne et la comprime le plus également possible. Avec une racle en fer, il enlève tout ce qui de la surface supérieure excède la hauteur des rebords du cadre. Il place ensuite les *Colombins*, faits avec la même pâte et qui sont destinés à maintenir la plaque et à la transformer en carreau de poêle.

Cette opération peut se faire et se fait du reste mécaniquement, avec la machine à fabriquer les briques creuses ou les tuyaux de drainage, à laquelle on applique une filière spéciale, mais nous avons tenu à donner aussi le procédé manuel.

L'émaillage des faïences se fait comme pour la porcelaine, après une première cuisson en biscuit.

Cette cuisson a lieu aussi dans des fours à alandiers à plusieurs étages, le premier cuisant l'émail, en même temps que le supérieur cuit le biscuit, seulement l'enfournement n'est pas le même.

La poterie crue est placée dans l'étage supérieur du four : partie en charge, partie en échappade ; pour le biscuit émaillé on emploie l'encastage en échappade, pour les pièces ordinaire, et l'encastage en cazettes à pernettes pour les assiettes ou les pièces plus délicates ; toutes choses que nous avons expliquées déjà et que l'on comprendra mieux encore en consultant notre gravure de la page 1016 qui représente le chargement d'un four à faïence.

La cuisson, plus prompte que pour la porcelaine, ne dure que 24 heures.

DÉCORATION DES FAÏENCES.

Pour les faïences on use des mêmes procédés de décoration que pour la porcelaine, seulement on emploie plus couramment les peintures de grand feu, qui s'appliquent de deux façons.

La première, très délicate, parce qu'elle rend toutes les retouches impossibles, consiste à peindre sur les pièces, après leur première cuisson, et quand elles ont été trempées dans l'émail liquide, qu'on laisse bien sécher à la surface.

Cette peinture sur émail cru, donne des effets magnifiques ; car les peintures vitrifiables se fondent avec la couverte et acquièrent une moelleux qu'on ne saurait obtenir autrement.

On l'essaie pourtant en peignant avec des couleurs de grand feu, sur l'émail cuit comme s'il était destiné à rester blanc, et l'effet obtenu est encore très satisfaisant, d'autant que l'artiste peut se corriger autant qu'il le juge nécessaire, quitte à remettre la pièce au four de moufle, autant de fois qu'il fera des retouches.

Du reste, rien n'est plus perfectible que l'art de la décoration et les progrès s'y réa-

lisent tous les jours, ainsi c'est à M. Hippolyte Pinart que l'on doit la peinture à grand feu et personne encore ne possède le secret de sa palette ; d'autres artistes décorent élégamment à grand feu, notamment M. Bouquet, qui a la spécialité des marines et des paysages, mais aucun ne sait produire comme lui des camateux bleus et pourpres, si frais, si onctueux qu'on les croirait couverts d'eau, et donner aux fruits et aux fleurs des couleurs aussi naturelles.

C'est son invention, comme celle de M. Pull fut de régénérer le genre Palissy, après un travail de recherches aussi long, aussi patient que celui du maître, mais de même, couronné de succès ; ce qui ne l'a pas empêché de chercher depuis autre chose, et de trouver un certain genre de décoration qui lui est tout personnel, et qu'on a pu admirer dans la remarquable cheminée qu'il exposait en 1867, et dans le magnifique poêle en faïence émaillée que possède de lui le Palais de Justice.

M. Collinot, lui, s'est ingénié à restituer l'art persan, dont les procédés étaient perdus, même dans le pays où l'on ne fait plus que des faïences communes, et il a réussi à produire des pièces qui ne sont pas seulement une imitation parfaite du genre cloisonné des Hindous, mais de véritables émaux cloisonnés.

M. Parvillée, creusant le même sillon, s'est attaché surtout à la production des grandes plaques décoratives pour cheminées, bâtiments, et s'il pas retrouvé tous les émaux des Persans, il en a créé d'autres qui ont tout autant d'éclat et de vigueur.

M. Deck fait principalement les décorations à personnages dans l'ancien genre italien, qu'il fait plus beau que les modèles ; ce qui ne l'empêche pas d'exceller aussi dans le style japonais, dans l'incrustation genre Oiron et genre moresque ; il a même restitué, en grandeur naturelle, celui des deux fameux vases de l'Alhambra dont il ne reste plus que des dessins.

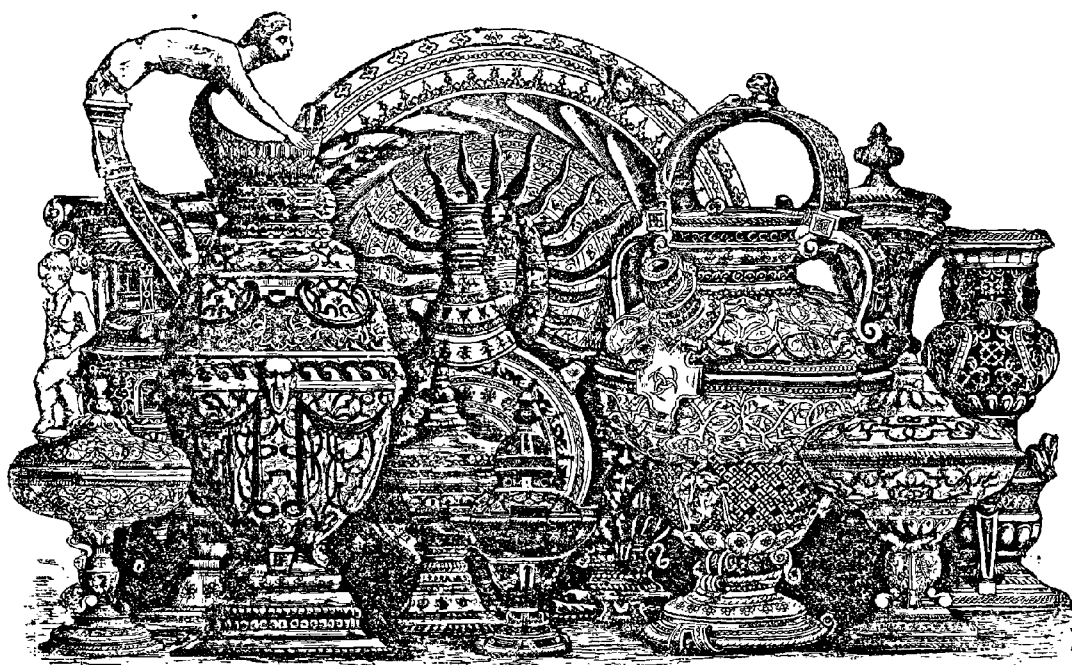
M. Ulysse paraît s'être attaché aussi à l'imitation italienne, mais modifiée à sa façon, c'est-à-dire avec plus d'élégance dans la forme, plus de légèreté dans le dessin d'ornement, plus de liberté dans la peinture des sujets.

M. Rousseau, qui fait aussi de la porcelaine, s'est créé dans la faïence, un genre, la peinture des oiseaux et volatiles, qui, s'il n'est pas absolument original, lui est très personnel, il est d'ailleurs d'un grand effet pour la vaisselle d'usage.

Sans compter beaucoup d'autres céramistes qui, pour n'avoir pas une spécialité aussi tranchée, une réputation aussi constatée, ne concourent pas moins aux progrès incessants qui se réalisent dans cet art.

FAIENCES FINES

La faïence fine, qu'on appelle aussi faïence caillouteuse, terre blanche, terre de pipe, et même porcelaine opaque, est d'origine anglaise, du moins industriellement parlant, car les produits de Oiron, si estimés



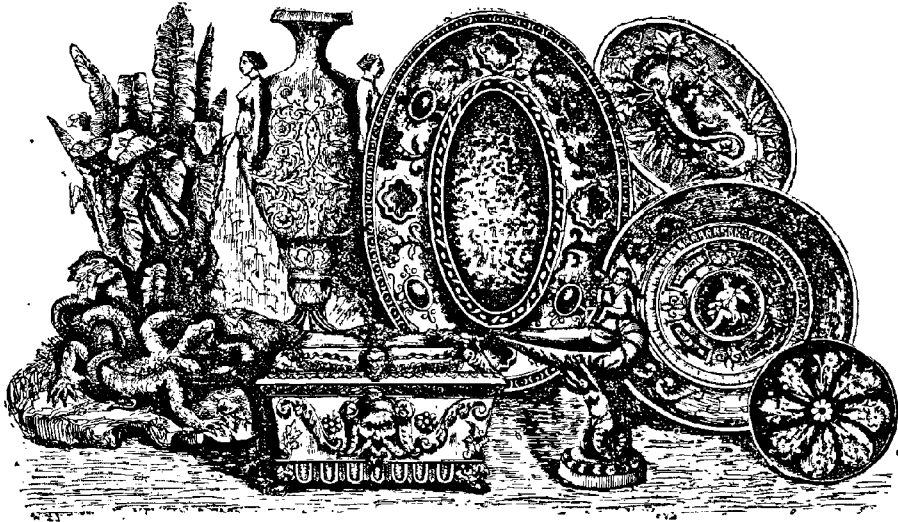
Faïences de Oiron (dites de Henri II).

des collectionneurs, n'étaient pas autre chose que des faïences fines, mais comme les procédés de fabrication en étaient perdus, il ne faut point disputer aux Anglais le mérite de l'invention.

Du reste, les poteries de Oiron, dont on ne connaît que cinquante-cinq pièces, classées d'abord dans les grandes collections sous le nom de faïences de Henri II, sont toutes artistiques, et la fabrique installée dans le château de Oiron, par la veuve d'Arthus

Gouffier, ancien gouverneur de François I^{er}, ne paraît pas avoir travaillé pour le public, et pendant sa période d'existence (une trentaine d'années) elle ne produisit que des objets d'art, soit pour les propriétaires du château, ou quelques seigneurs de leurs amis, soit pour les rois François I^{er} et Henri II.

La plupart des pièces de musée, plats, biberons, coupes, aigüères, flambeaux, salières, sont marquées généralement en

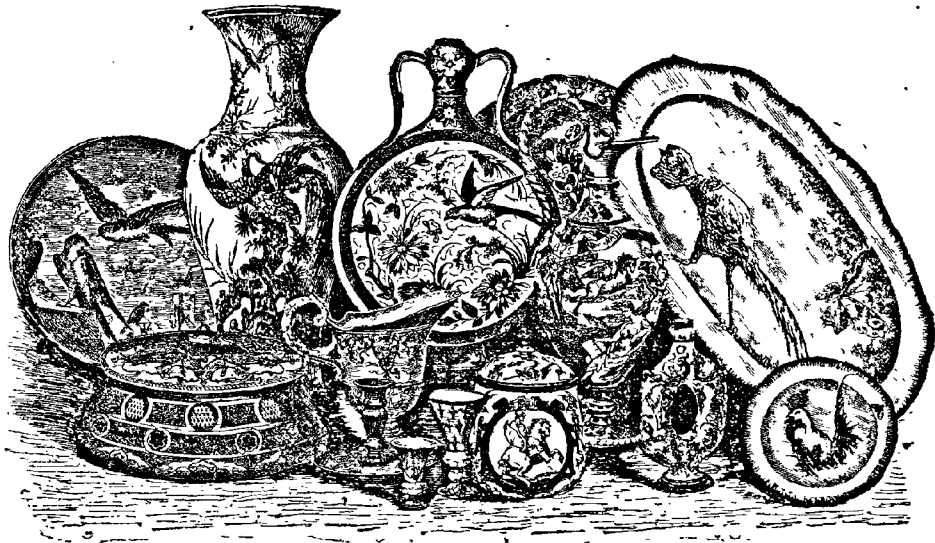


Faïences genre Palişy : Porte-cigares, vase et coffret d'Avisseau, plats ovale et coupe de Pull, plats ronds de Deck.

bleu dans la pâte : de la salamandre de François I^{er}, du chiffre d'Henri II, des croisants entrelacés de Diane de Poitiers, de l'écu de France, du monogramme d'Henri II combiné avec celui de Catherine de Médicis, et des armoiries de la maison de Montmorency-Laval, ou de celle des Coëtmen, de Bretagne.

Le potier qui produit tous ces chefs-d'œuvre, dont les plus connus sont groupés dans notre gravure d'ensemble page 1020, est François Cherpentier, qui fut aidé dans son œuvre par Jehan Bernart, secrétaire et gardien de la librairie de la châtelaine d'Oiron.

D'après M. Benjamin Fillon, dont les



Faïences modernes : Coupe, vase, écuelle, gourde à deux anses de Deck, buire et petites pièces d'Ulysse, plat et assiette de Rousseau.

savantes recherches ont abouti à la découverte des noms de ces artistes, la fabrication commença vers 1529, mais elle ne fut jamais très active, car on procédait lentement et il est probable que Cherpentier travaillait seul, autrement ses secrets n'eussent pas été perdus quand il cessa de produire.

Ses faïences sont d'une pâte choisie, faite avec de l'argile très blanche contenant une si grande proportion d'alumine, qu'il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'elle eût été additionnée de kaolin.

Les pièces, travaillées à la main, se composaient d'un premier noyau très mince, sur lequel on étendait une espèce d'engobe, en terre plus pure et plus blanche encore, sur laquelle on gravait en creux les linéaments d'ornementation, qu'on remplissait ensuite d'argile colorée en jaune d'ocre, en brun foncé, et plus tard en vert, en noir, en bleu, en violet et en rouge.

Car il y eut plusieurs phases dans la fabrication. La première comprend les pièces d'une forme simple, sévère même, dont la décoration semble s'inspirer de l'art oriental. Ce sont des zones d'arabesques, des séries d'aiglons ou d'autres emblèmes héraldiques, accompagnant les armoiries de Gilles de Laval, de la Trémouille, de Guillaume Gouffier, de l'amiral Bonnavet et autres.

La seconde période, qui commence à la mort de la châtelaine et à la prise de possession de son fils Claude Gouffier, affecte les formes architecturales et l'ornementation chargée de certaines constructions de la Renaissance; c'est moins beau, mais c'est plus riche: il est vrai qu'alors Cherpentier avait perfectionné sa pratique; au lieu de creuser ses arabesques, en travaillant comme les relieurs, avec des poinçons gravés d'avance, il traçait d'un seul coup les entrelacs destinés à être remplis d'argiles colorées, et à servir de cadres à des motifs plus délicats, exécutés au pinceau.

☞ C'est de cette époque que sont surtout les

pièces aux marques de Henri II et de Diane de Poitiers.

La troisième période est celle de la décadence, qui se manifeste par une profusion dans l'emploi des arabesques et des entrelacs, et l'addition des statuettes et des figurines. Quelques pièces de cette fabrication sont cependant d'un grand intérêt artistique, parce qu'elles réunissent non seulement tous les genres de décoration connus jusqu'alors, mais encore le rustique, que Palissy allait bientôt illustrer.

Plus tard la fabrication devient tellement grossière, que sans les anciens poinçons qu'on y retrouve avec la devise et les emblèmes des Gouffier, il serait impossible de l'attribuer à Oiron.

Il est probable, d'ailleurs, qu'elle lui est à peu près étrangère et qu'elle a été continuée tant bien que mal, plutôt mal que bien, par un industriel quelconque, qui s'était emparé du matériel de Cherpentier, alors que les Gouffier avaient été chassés de leur château par les guerres religieuses; ce qui prouve du reste que ce potier n'avait point les secrets du maître, c'est qu'il renonça tout de suite aux incrustations pour faire des pièces à fonds jaspés, dans le même genre que celles de Bernard Palissy.

FAIENCES ANGLAISES

Il est certain que l'Angleterre fabriquait des faïences dès le xvii^e siècle, nous en avons montré des échantillons, mais c'étaient des faïences communes, vernissées d'abord avec du plomb sulfuré, puis avec une couverte au sel marin, introduite dans la fabrication en 1690 par les frères Elers.

Dix ans plus tard, un potier nommé Astburg, remarqua que le silex noir calciné devenait blanc et l'employa avec succès pour blanchir les pâtes de ses poteries.

Mais la vraie création de la faïence fine appartient à Wedgwood, qui réussit, vers 1763, à fabriquer à Burslem, une pâte à bis-

cuit dense, opaque et à glacure transparente qu'on appela d'abord *cream colour* à cause de sa couleur et bientôt après *queen's ware* parce que la reine prit sous sa protection la nouvelle fabrication, qui s'attachait surtout aux pièces artistiques.

Wedgewood, qu'on a surnommé le Palissy anglais, produisit des œuvres de haute valeur avant de faire de l'industrie; il est vrai que l'addition du kaolin dans la plupart de ses pâtes fines pourrait les faire classer parmi les porcelaines tendres.

Il les divise lui-même de la façon suivante : *porphyre*, dont il fit de délicieuses imitations de poteries antiques; *basalte* ou biscuit de porcelaine noir, qu'il mit à la mode par ses médaillons, sur lesquelles se détachent des bustes ou des bas-reliefs d'un blanc translucide; *biscuit* de porcelaine blanc, qu'il employa surtout à la fabrication de vases avec figures, se détachant en relief sur un fond bleu très doux; puis des biscuits couleur bambou pour la poterie de luxe, et du biscuit de porcelaine, propre aux appareils chimiques.

On remarquera peut-être que dans cette nomenclature il n'existe point de faïence fine, c'est que l'inventeur n'avait pas adopté le nom que nous donnons à ses produits, car ces différentes pâtes, sauf celles où il entraient du kaolin en trop grande proportion, ne sont que des faïences, dont il fit bientôt des objets usuels, et en telle quantité qu'en 1770, un village entier, *Etruria*, se bâtit autour de son usine pour loger les ouvriers qu'il employait.

La faïence anglaise réussit admirablement non seulement en Angleterre, mais encore à l'étranger; à ce point même que ce fut son introduction en France, commencée vers 1780, qui, plus que la Révolution, époque seulement de crise, ruina notre industrie faïencière que la mode ne protégeait plus.

D'autant, que ce n'est guère qu'après 1824 que l'on se mit à fabriquer de la

faïence anglaise, dans notre pays; grâce au succès qu'obtint immédiatement la grande manufacture de Johnston et Saint-Amans de Bordeaux, les fabriques qui avaient pu lutter contre l'abandon général de la faïence commune, par la classe aisée, se mirent à la faïence fine, et il se fonda des usines importantes à Sarreguemines, à Chantilly, à Choisy, et surtout à Creil et à Montereau, dont la production actuelle n'a rien à envier à celle de l'Angleterre, malgré les Minton, le Doulton et les Maw, pour ne citer que les fabricants les plus célèbres, si ce n'est peut-être le bon marché.

Ce qui caractérise la faïence fine c'est sa pâte blanche, opaque, à texture fine et sonore: couverte d'un vernis vitro-plombifère.

Cette pâte se compose d'argile plastique et de silice pyromaque ou de quartz réduit en poudre très fine; on y ajoute quelquefois un peu de chaux, du reste les compositions varient selon les fabrications; car il y a au moins trois sortes principales de faïence fines: la *faïence calcarifère* ou terre de pipe, la faïence caillouteuse et la faïence feldspathique.

La pâte de faïence calcarifère comprend :

Argile plastique	85	pour cent.
Silice	13	—
Chaux	2	—

La pâte de faïence cailloutée de Creil, de Montereau, de Sarreguemines et de la région Nord de la France se compose de :

Argile plastique de Dreux ou de Montereau	87	pour cent.
Silice	13	—

Le dosage de Bordeaux, au temps de Saint-Amans était différent, il comprenait :

Argile plastique d'Angleterre	83	pour cent.
Silice	17	—

La pâte de faïence feldspathique est un composé de :

Argile plastique d'Angleterre	62	pour cent.
Kaolin	16	—
Silice	19	—
Feldspath altéré	3	—

Cette pâte présente deux sous-variétés, le *cream colour* et la pâte à biscuit d'impression. Dans le *cream colour* il n'existe pas de Kaolin mais seulement :

Argile.	82	pour cent.
Silex.	16	—
Feldspath.	2	—

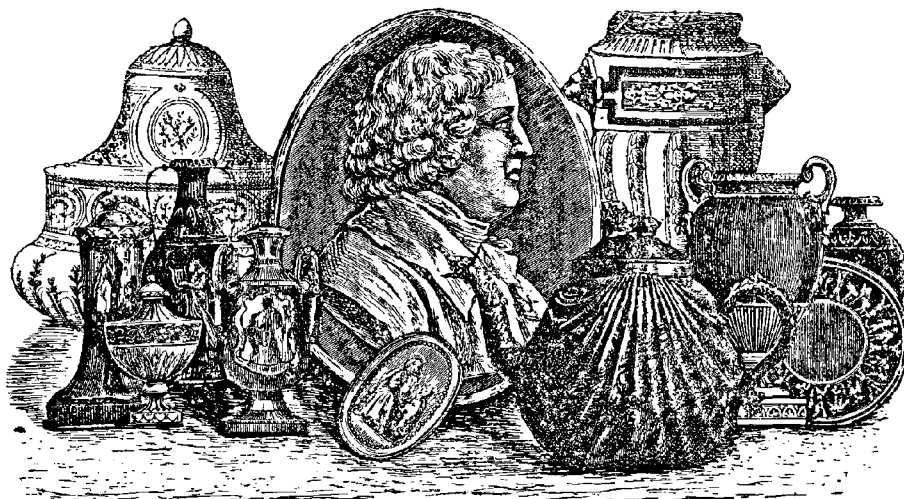
La pâte à biscuit contient :

Argile.	6½	pour cent.
Kaolin.	16	—
Silex.	16	—

Quant aux glaçures, leur composition diffère également selon les faïences auxquelles ils sont destinées :

Voici les dosages les plus usités (pour terre de pipe, recette Schumann) :

Feldspath calciné.	7	pour cent.
Sable.	31	—
Minium.	30	—
Litharge.	27	—
Borax.	3	—
Verre de cristal.	2	—



Faïences fines de Wedgwood.

La recette Bastenaire d'Audenard est différente, elle comprend :

Sable quartzeux.	36	pour cent.
Minium.	45	—
Carbonate de soude.	17	—
Nitre.	2	—

Et un dix-millième de bleu de cobalt.

Pour faïence cailloutée :

Sable de feldspath altéré.	40 ou 42	p. cent
Minium.	23 ou 26	—
Borax.	23 ou 24	—
Carbonate de soude.	14 ou 11	—

Plus un soupçon de bleu de cobalt.

Pour faïence feldspathique (*cream colour*) :

Kaolin caillouteux.	25	pour cent.
Silex.	13	—
Oxyde blanc de plomb.	52	—
Verre de cristal.	10	—

Pour faïence feldspathique imprimée :

Kaolin caillouteux.	25	pour cent.
Silex.	16	—
Carbonate de chaux.	4	—
Oxyde blanc de plomb.	30	—
Acide borique.	6	—
Carbonate de soude.	16	—

Comme on le pense bien, les recettes sont plus ou moins modifiées selon les usines,

mais si les proportions changent, les éléments de compositions restent les mêmes, | cependant dans quelques-unes de nos fabriques du Nord on remplace le vernis tendre



Faïence anglaise : pot à bière, à caricatures.

vitro-plombeux par l'émail stannifère de la faïence commune. | fabrication, puisque nous avons décrit tous les procédés en parlant de la porcelaine et

Nous n'entrerons dans aucun détail de | de la faïence commune; nous dirons cepen-



Faïence anglaise : chope électorale.



Faïence anglaise : théière à portrait.

dant quelques mots de la fabrication des pipes, qui appartient, du reste, à la céramique et ne manque point d'intérêt.

Liv. 129.

LES PIPES

La pâte qui sert à fabriquer les pipes est généralement sans mélange, c'est une argile

129

plastique blanche, non lavée, mais corroyée avec autant de soin que s'il s'agissait de terre à porcelaine.

Quand elle est raffermie au point de devenir maniable, on la façonne en petites boules d'une grosseur suffisante à former un ou deux tuyaux, car il n'est pas plus difficile de faire à la fois deux tuyaux qu'un seul, ainsi qu'on va le voir par la description du système manuel, peu usité maintenant, mais qui fut longtemps le seul connu.

Un enfant prend un de ces petits ballons de pâte, le roule à la main sur une planchette très unie, pour en former une baguette dont on fera un ou plusieurs tuyaux de pipe — qu'il coupe de longueur, s'il y en a plusieurs, et à l'extrémité desquels il ajoute un petit morceau de pâte, qui servira à l'ouvrier auquel il les passe, à fabriquer le fourneau.

L'ouvrier commence par percer le tuyau, en enfonçant dedans une tige de fer ou de laiton huilée, pour pouvoir mieux pénétrer dans la pâte, et il met le tout dans un moule formé de deux coquilles en cuivre, qu'il serre l'une contre l'autre au moyen d'une vis de pression.

Ce moule n'est fermé par aucune de ses extrémités, de façon à ce que l'ouvrier puisse terminer la pipe dedans; il fait d'abord le fourneau avec un refouloir ou étampon en cuivre, qu'il enfonce en tournant dans la partie correspondante du moule, puis il achève le tuyau en enfonçant l'aiguille restée dedans, jusqu'à ce que son extrémité apparaisse au fond du fourneau.

Les pipes se font aujourd'hui mécaniquement, du moins en ce qui concerne les tuyaux qu'on fabrique en baguettes soit avec la presse à colombins, soit avec des filières spéciales adaptées aux machines à briques creuses, ou tout percés, avec des machines analogues à celles avec lesquelles on fabrique le macaroni, qui ne sont en somme que des réductions des appareils à tuyaux de drainage.

Les tuyaux sont alors coupés de longueur, ajustés à la petite masse destinée au fourneau et passés au moule, comme nous venons de le dire, pour en sortir pipes achevées qu'on ébarbe et qu'on met à sécher en attendant la cuisson.

La plupart des ornements du fourneau viennent au moulage, surtout les reliefs; les estampages, ainsi que les marques de fabrique, s'impriment au sortir du moule au moyen de poinçons ou de roulettes gravées; l'émaillage, pour les pipes qui ont des parties émaillées, le plus souvent des perles, ou des noms de baptême, écrits sur le tuyau, se fait plus tard au pinceau, avec l'émail stannifère des faïences communes.

La dessiccation des pipes doit se faire très lentement et à l'ombre, la cuisson se fait : soit comme en Angleterre dans des espèces de mouffles en terre réfractaire, disposés par étages avec des cazettes pour contenir 2,000 pipes, soit comme en France et en Allemagne, dans des fours cylindriques ou rectangulaires, dans lesquels on charge un certain nombre de cazettes remplies de pipes.

L'encastage des pipes dans les cazettes, qu'on appelle aussi *boisseaux*, est assez simple, car les pipes y sont en quelque sorte emballées dans une poudre très fine de terre cuite, et évitent ainsi toutes les chances de casse; le boisseau plein, on lute son couvercle, comme les cazettes à porcelaine, et la cuisson s'opère en huit à dix heures.

Sortant du four, les pipes subissent une dernière opération, qui a pour but de les rendre moins happantes à la bouche. — Quand elles sont refroidies, on trempe le bout du tuyau dans de l'eau contenant un peu d'argile grasse en suspension, que l'on enlève ensuite au moyen d'une flanelle.

Cela suffit pour les pipes ordinaires; mais les pipes fines, celles qui se vendent deux sous au détail et qui coûtent de 8 à 10 sous la douzaine, aux marchands, subissent en-

core une espèce de vernissage qu'on leur donne en les frottant fortement avec une flanelle imbibée d'un mélange de savon, de cire et de gomme, qu'on a fait bouillir dans de l'eau.

Un bon ouvrier peut faire au moule environ 500 pipes par jour.

PORCELAINES TENDRES

Sans remonter jusqu'à la Perse qui fabriqua certainement des porcelaines tendres avant de connaître le secret de la porcelaine chinoise, la fabrication, en Europe, de la porcelaine tendre est plus ancienne qu'on ne le croit généralement; on en faisait en Italie au xvi^e siècle, non pas industriellement, il est vrai, mais dans le laboratoire de chimie de François I^{er} de Médicis, dont il sortit des pièces, sinon remarquables comme fabrication, du moins très réussies comme imitation; car l'objectif était de reproduire les belles œuvres céramiques de l'extrême Orient; ce qui n'empêcha pas l'illustre Florentin et son potier, Bernardo Buontalenti, de fabriquer des pièces de forme et de goût italiens, qui à la vérité, sauf la pâte, ressemblaient aux faïences de l'époque.

Cependant les vases les plus connus, précisément parce qu'on les fabriquait pour en faire hommage aux souverains étrangers, de façon à répandre partout le bruit de la découverte, sont généralement de style persan avec entrelacs, réseaux à chrysanthèmes, oiseaux fantastiques, perchés sur des tiges fleuries; les deux spécimens conservés au musée céramique de Sèvres sont dans ce genre.

Abandonnée à la mort du grand-duc de Toscane, cette fabrication ne fut cependant pas perdue, car on en retrouva toutes les recettes dans le livre de laboratoire de San Marco, que l'on n'eut plus tard qu'à copier et à régulariser pour fabriquer cette porcelaine italienne que Brongniart appelle porcelaine hybride, parce qu'en effet elle ren-

ferme une partie des éléments naturels de la porcelaine tendre, que l'on fabriqua plus tard en Angleterre, et une partie de ceux qui composent artificiellement la porcelaine française.

D'où il s'ensuit que la porcelaine tendre comprend trois catégories très distinctes: porcelaine tendre artificielle, de fabrication française, porcelaine tendre naturelle (fabrication anglaise) et porcelaine hybride ou mixte, qui se fabrique encore en Italie.

PORCELAINES TENDRES FRANÇAISES

L'histoire de la porcelaine tendre dans notre pays ne nous tiendra pas longtemps; nous en avons déjà vu une partie en étudiant les origines de la manufacture de Sèvres, où cette fabrication acquit une célébrité justement méritée.

Cependant elle remonte beaucoup plus haut.

Ainsi, il est aujourd'hui certain que Claude Révérend utilisa, pour imiter la porcelaine des Indes, le privilège qu'il avait demandé et obtenu le 21 avril 1664; nos musées possèdent trois ou quatre de ces pièces d'essais (nous en reproduisons une page 1028, soupière oblongue à gauche de la 1^{re} gravure) qui est, il est vrai, de fabrication assez grossière, d'une ornementation assez primitive, mais dont la pâte a la translucidité qui est le caractère distinctif de la porcelaine.

Quelques années plus tard, en 1675, Louis Poterat, le faïencier de Rouen, était autorisé à cuire « de la véritable porcelaine de la Chine, conjointement avec la faïence de Hollande, » le succès de sa fabrique de faïence l'empêcha vraisemblablement de s'adonner, autant peut-être qu'il l'aurait voulu, à la porcelaine; il en fit cependant et de fort jolie, témoin le pot à couvert et à anse que possède de lui le musée de Sèvres: il est en camaïeu bleu, et orné des armoiries de la famille Asselin de Villequier.

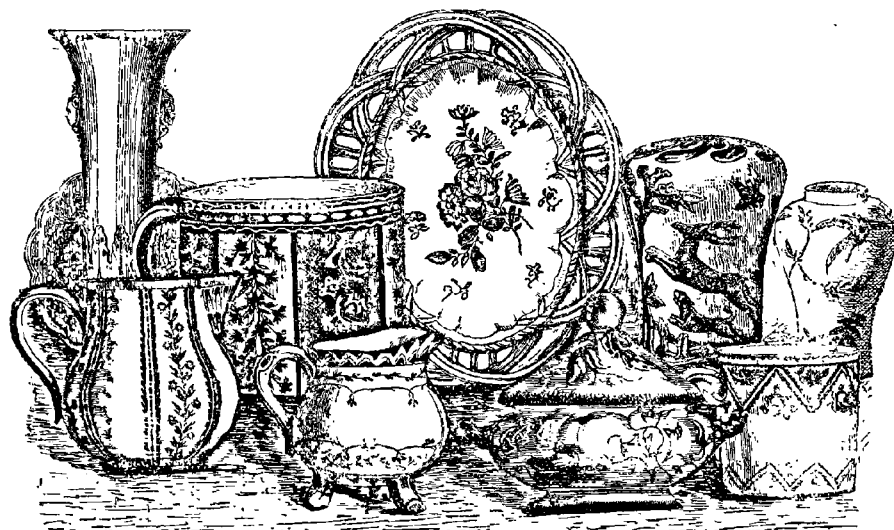


Premières porcelaines tendres françaises : Paris, Rouen, Saint-Cloud, Chantilly, Vincennes.

Celui que nous reproduisons dans notre 1^{er} dessin de la page 1028 est un pot pourri, dont le décor de genre persan ne manque point d'élégance, bien qu'il ait plus le ca-

ractère de la faïence que celui de la porcelaine.

A peu près à la même époque Pierre Chicaneau, faïencier de Saint-Cloud, s'es-

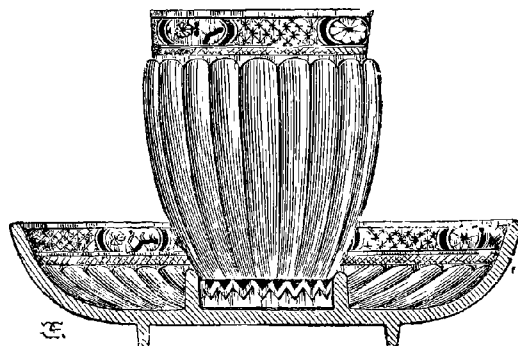


Porcelaines tendres françaises : Lille, Mennecey, Orléans, Arras, Valenciennes.

sayait aussi à la porcelaine ; il ne réussit pas du premier coup, mais il légua à ses enfants des procédés certains qu'ils mirent à profit avec succès, puisqu'en 1698, le sa-

vant docteur anglais Martin Lister, venu en France à la suite du duc de Portland, plénipotentiaire du traité de Ryswick, écrivait :

« J'ai vu la poterie de Saint-Cloud avec

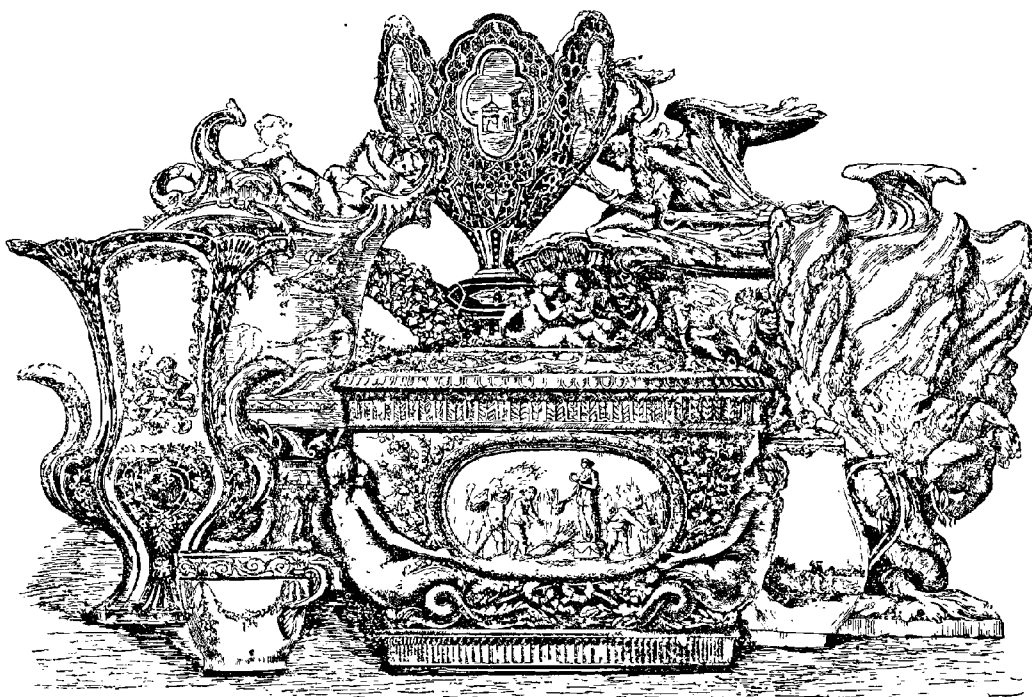


Tasse, dite trembleuse, en porcelaine tendre de Saint-Cloud.

un merveilleux plaisir, et je dois avouer que je ne puis faire aucune distinction entre les produits qui y sont fabriqués et la plus belle porcelaine de Chine que j'ai vue, et

je crois que notre époque peut se féliciter d'égaliser ainsi, si ce n'est même de surpasser les Chinois, dans leur plus bel art. »

En effet, la porcelaine de Saint-Cloud



Porcelaines tendres de la manufacture de Sèvres.

était très belle, et Savary des Bruslons pouvait dire, quelques années après, dans son *Dictionnaire universel du commerce* : « Il y a quinze ou vingt ans, on a commencé en

France, à tenter d'imiter la porcelaine de Chine ; de premières épreuves qui furent faites à Rouen, réussirent assez bien, et l'on a depuis si heureusement perfectionné ces

essais dans les manufactures de Passy et de Saint-Cloud, qu'il ne manque presque plus aux porcelaines françaises pour égaler celles de Chine, que d'être apportées de cinq ou six mille lieues et de passer pour étrangères, dans l'esprit d'une nation accoutumée à ne faire cas que de ce qu'elle ne possède pas et à mépriser tout ce qui se trouve au milieu d'elle. »

Malgré la justesse de l'observation finale, malheureusement toujours d'actualité, la France prit goût aux porcelaines nationales et Louis XIV accorda sa protection à la manufacture de Saint-Cloud, dirigée alors par Henri Trou, qui avait épousé la veuve de Chicaneau.

Trou, bien que fabriquant avec succès des faïences (dont nous avons parlé autre part) donna une extension considérable à la production des porcelaines, dont l'usage se répandit pour les services de table.

C'est lui qui inventa ces petites tasses à fins godrons, comme celle que représente notre 1^{er} dessin de la page 1029, avec une coupe de la sous-tasse, qui furent très à la mode au XVIII^e siècle puisque toutes les fabriques étrangères, Meissen, Berlin et Venise notamment, les imitèrent : aussi bien par le décor à frise, toute française, qui fut longtemps, comme la marque de Saint-Cloud, que par la disposition, d'ailleurs fort ingénieuse, qui permettait, au moyen d'un encastrement pratiqué dans la soucoupe pour maintenir la tasse, de prendre son café debout sans courir les risques de le renverser.

Aussi appelait-on ces tasses, *trembleuses*, parce qu'elles paraissent destinées à l'usage des personnes qui tremblent.

Notre gravure de la page 1028 donne deux spécimens de la première fabrication de Saint-Cloud : une espèce de porte-allumettes assez simple et un pot décoré de fleurs, et ayant la bordure à frise qui fut si à mode au XVIII^e siècle.

Le succès de l'usine de Saint-Cloud en

fit créer une à Lille, en 1711, dont les produits furent pendant longtemps des imitations serviles de celles de Trou, si bien qu'on les confond maintenant avec les porcelaines de Saint-Cloud.

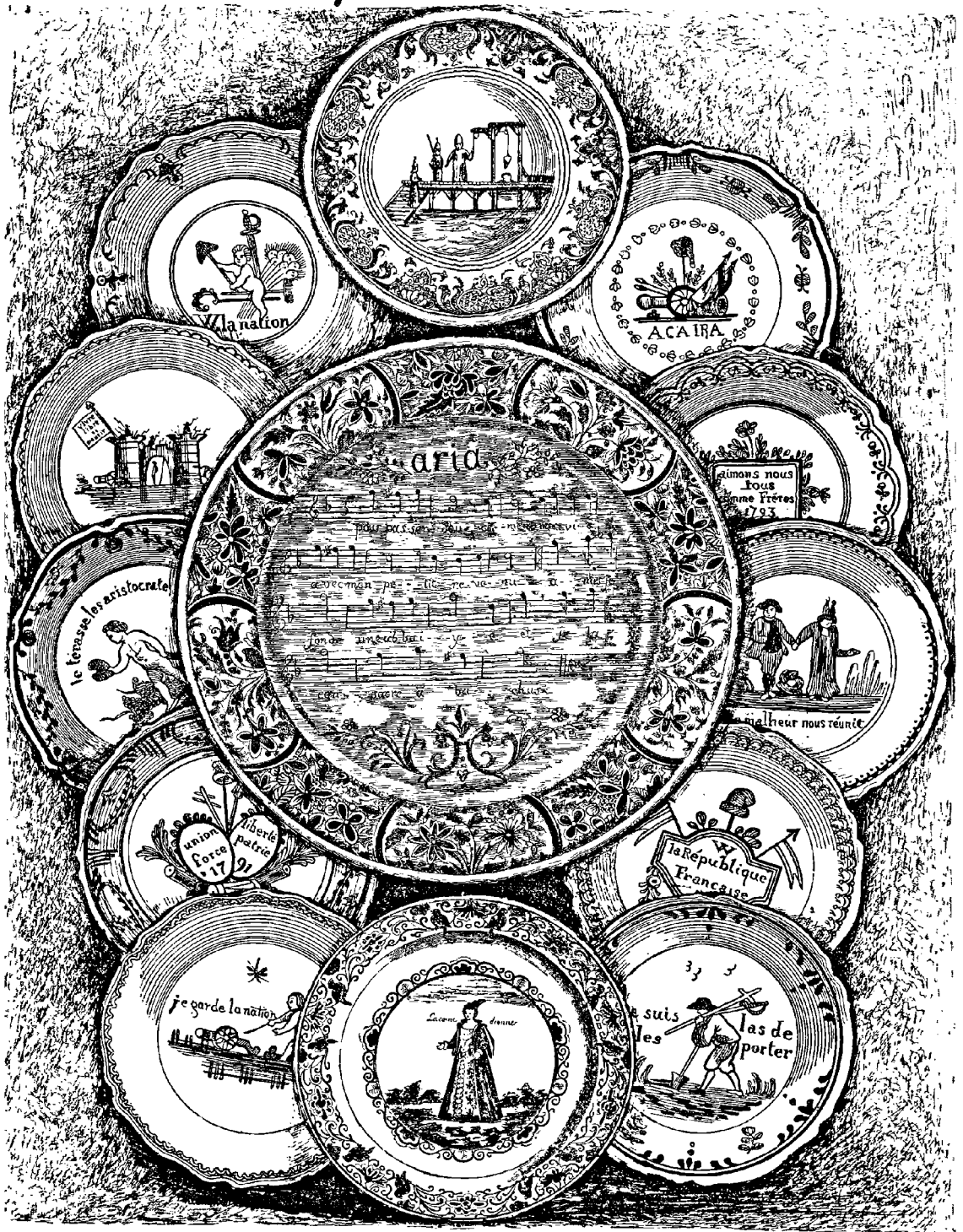
En 1722, Paris possède rue de la Ville-Lévéque, une fabrique de porcelaines qui n'est d'ailleurs qu'une succursale de Saint-Cloud.

En 1725, le prince de Condé établit à Chantilly une manufacture dont il donna la direction à Ciquaire Cirois, qui s'attacha surtout à imiter la porcelaine Coréenne, genre que ses successeurs abandonnèrent pour adopter les décorations de Saxe, de Sèvres et de Mennecey, car dans ce village un nommé François Barbin fonda, en 1735, sous la protection du duc de Villeroy, une fabrique de porcelaine, dont les produits furent renommés et méritent le classement honorable qu'on leur donne aujourd'hui dans les collections.

En 1740 se fonda, comme nous l'avons dit déjà, l'établissement de Vincennes, qui fut le point de départ de la manufacture de Sèvres.

La fabrication de Vincennes n'eut rien de bien brillant, car les frères Dubois, transfuges de Saint-Cloud, ne savaient pas le premier mot des secrets qu'ils prétendaient vendre à Orry de Fulvy; ils se consumèrent pendant trois ans, en essais infructueux, et cédèrent la place à un de leurs ouvriers. Gravant, qui réussit à produire des porcelaines tendres et suivit la manufacture dans sa translation à Sèvres, où on l'installa dans l'ancienne propriété de Lully.

Sous la direction de Boileau, la manufacture royale produisit d'abord des fleurs colorées pour garnir les lustres et les bronzes dorés et elle n'attaqua les vases de grandes dimensions, qui ont fait sa gloire, qu'après avoir en quelque sorte épuisé le succès qu'obtinent à leur apparition, ses groupes ou statuettes en biscuits que modélaient, du reste, des artistes de mérite :



Liv. 130

ASSIETTES A INSCRIPTIONS.

Falconnet, Pajou, Clodion, Boirot, Larue et autres.

Les grands progrès s'accomplirent peu à peu, grâce au concours de savants chimistes, ainsi en 1752, Hellot découvrit le fond bleu turquoise qui vint remplacer le fond bleu de roi, magnifique il est vrai, mais dont on abusait un peu; en 1757, Xzrowet trouvait le rose pompadour; puis apparurent le violet pensée, le vert pomme, le vert pré, le jaune jonquille, toute la gamme des couleurs tendres fut bientôt connue et employée à la décoration des vases, qui acquièrent une réputation universelle. Notre gravure de la page 1029 réunit quelques pièces célèbres de cette intéressante fabrication.

A côté de la manufacture royale, prospéraient l'usine de Sceaux, où l'on commença la fabrication de la porcelaine en 1753; celle d'Orléans, fondée à la même époque et qui devint plus importante; celle d'Étiolles (1768); celle de Bourg-la-Reine, qui ne fut qu'une continuation de celle de Menecy; celle d'Arras, fondée en 1784, pour lutter avec la fabrique de Tournay, qui accaparait le marché français, et celle de Valenciennes, dont nous avons déjà parlé.

L'apparition de la porcelaine dure fit négliger d'abord, puis abandonner, vers 1804, la porcelaine tendre, dont la manufacture de Sèvres paraît avoir repris la fabrication depuis que M. Lauth la dirige; mais en dehors de cela, et sauf pour quelques productions particulières, dont nous parlerons tout à l'heure, on n'en fait presque plus en France, en dehors des services de table ordinaires, à l'usage des restaurants, qui d'ailleurs sont en grande partie d'origine belge.

C'est à Tournay que se trouve aujourd'hui l'une des plus importantes manufactures de porcelaine tendre artificielle, mais sa production est tout industrielle. Sa vaisselle quoiqu'un peu lourde, et par conséquent solide, est d'un bon emploi; mais la

pâte comme la couverte présentent le plus souvent une teinte bleuâtre qu'on est obligé de dissimuler en décorant les assiettes avec des dessins bleus.

Comme composition, c'est, à quelques détails de dosage près, la même que celle de l'ancienne porcelaine de Sèvres.

C'est-à-dire un mélange de :

Nitre fondu	220	pour mille.
Sel marin gris.	72	—
Alun	36	—
Soude d'Alicante	36	—
Gypse de Montmartre.	36	—
Sable de Fontainebleau	600	—

Ce mélange, bien broyé, bien trituré, par les moyens que nous avons indiqués, ne donnait pas la pâte, ce n'en était que l'élément principal, que l'on faisait frifter et qu'on additionnait dans les proportions de 75 pour cent avec 17 pour cent de craie blanche et 8 pour cent de marne calcaire d'Argenteuil, lavée.

Ce mélange, bien que réduit en pâte liquide et malaxé pendant six semaines, n'acquerrait aucun liant, on ne pouvait lui en donner qu'en la remélangeant, une fois sèche, dans une dissolution bouillante de savon noir dans l'eau.

Malgré cela le façonnage ne pouvait s'obtenir que par le moulage, d'où une difficulté considérable de fabrication; le rachevage se faisait néanmoins par tournassage et nul doute qu'aujourd'hui les assiettes ne soient terminées par le calibrage.

Le vernis, ce qu'on appelle la couverte, n'était appliqué que par arrosage; il se composait de :

Sable de Fontainebleau calciné .	27	pour cent.
Silex calciné.	41	—
Litharge	38	—
Carbonate de soude.	9	—
Carbonate de potasse.	15	—

Quant aux autres opérations : encastage, décoration, cuisson, ce sont les mêmes que pour la porcelaine dure, avec cette différence pourtant qu'à l'époque où l'on en fabri-

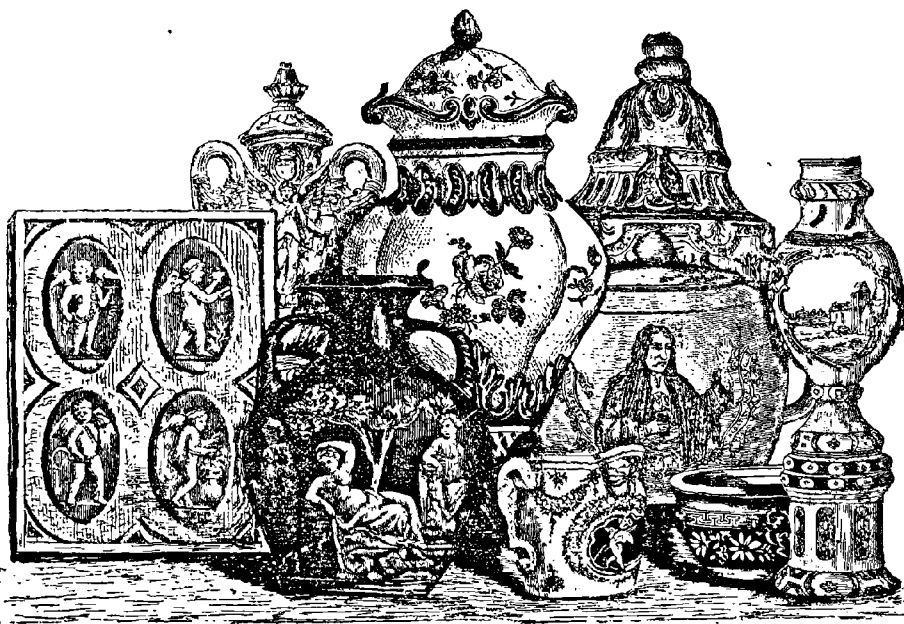
quait à Sèvres on ne possédait point l'outillage perfectionné que les progrès modernes ont amené.

PORCELAINE TENDRE ANGLAISE

Avant de trouver leur porcelaine tendre naturelle, qui s'appelle chez eux *Iron stone china*, les Anglais tâtonnèrent longtemps et il est à peu près impossible de dire comment a commencé la fabrication, car on

trouve dans les produits les plus anciens de ce pays, non seulement de la porcelaine artificielle, se rapprochant beaucoup comme composition de celle de France, mais encore des pâtes plus tendres, décorées à l'imitation des pièces de l'extrême Orient, mais d'une transparence voisine de la vitrification.

On fabriqua cette porcelaine vitreuse jusqu'au jour où des potiers de Bow, selon les



Porcelaines tendres anglaises.

uns, de Chelsea, d'après les autres, trouvèrent, vers 1740, en mélangeant de l'argile plastique et du sable d'Alumbay (dans l'île de Wight), les éléments qui constituent la porcelaine tendre naturelle.

Les produits de Bow, ou de Stratford le Bowe, sont généralement considérés comme les plus anciens, parce qu'ils semblent plus primitifs; la pâte en est grossière, à peine blanchâtre et se prête fort peu à la décoration peinte; aussi c'est dans les reliefs que cette fabrique chercha d'abord ses effets artistiques et ce n'est guère qu'à partir de 1760

qu'elle commença l'imitation des décors japonais.

Dans la fabrique de Chelsea, déjà très prospère en 1745, on commença par le genre oriental, que l'on abandonna bientôt pour créer un style à peu près national dont la richesse, sinon toujours l'élégance, pouvait lutter avec les plus beaux produits de Saxe et de Sèvres.

Les plus anciennes usines d'Angleterre après celles-là, furent celle de Derby fondée en 1750, avec des ouvriers et des artistes de Bow et de Chelsea; celle de Worcester,

qui date de 1751, et celle de Gaughley, près Broseley, à peu près à la même époque.

La fabrique de Plymouth n'est que de quelques années plus jeune, mais comme on y produit surtout de la porcelaine dure, avec des kaolins trouvés près d'Helstone et des pe-tun-tse, provenant de Saint-Austel, nous n'en parlons que pour mémoire.

Du reste, cette fabrication réussit peu et l'usine ne paraît pas être restée ouverte après 1772.

Aujourd'hui c'est surtout dans le comté de Stafford que se fabrique la porce laine tendre naturelle, qui n'est pas sans analogie avec la faïence fine et n'en diffère guère que par la translucidité de la pâte, augmentée encore par la couverte, vernis très



Céramique anglaise moderne : Vase en majolique de Minton, plaques décoratives de Maw.

tendre, dont l'oxyde de plomb est la base.

Voici d'ailleurs les compositions de pâtes et de couvertes.

Pour services de luxe :

Feldspath altéré (kaolin argileux)	58	pour cent.
Argile plastique de Devon	40	—
Flint-Glass (verre à cristal)	2	—

Pour services de table ordinaires :

Kaolin argileux lavé	41	pour cent.
Argile plastique	19	—
Silex calciné et broyé	21	—
Os calcinés à blanc	49	—

Liv. 130.

Pour services à dessert :

Kaolin argileux lavé	41	pour cent.
Silex calciné et broyé	16	—
Os calcinés	43	—

Pour services à thé :

Kaolin argileux lavé	31	pour cent.
Kaolin caillouteux brut	26	—
Silex calciné	3	—
Os calcinés à blanc	40	—

Ces pâtes, plus plastiques que celles de la porcelaine dure, se façonnent à peu près

130

comme la faïence fine. On les cuit d'abord en biscuit, mais comme elles ne se ramollissent pas assez pour se coller, le contact des pièces n'offre aucun inconvénient, et on peut les placer dans le four, les unes dans les autres, après les avoir saupoudrées de silex, comme surcroît de précaution.

Cette cuisson n'exige pas une température plus élevée que celle du dégourdi pour la porcelaine.

Lorsque les pièces l'ont subie et qu'elles sont refroidies on les passe à la couverte par immersion.

Cette couverte est très variable quant aux dosages, nous ne citerons que la recette de M. Saint-Amans de Bordeaux.

C'est d'abord une fritte qui se compose de :

Feldspath.	48	pour cent.
Silex ou sable quartzeux.	9	—
Borax non calciné.	22	—
Verre à cristal.	21	—

On fait fritter ce mélange et on y ajoute de 10 à 12 pour cent de minium.

La cuisson de la couverte ne demande pas plus de difficultés que celle du biscuit et comme elle se fait à une très basse température qui ne saurait ramollir les pièces, l'encastage se fait comme celui de la faïence commune, sans cazettes et seulement par empilage ou par échappage.

Ce sont ces avantages, qui font réaliser une grande économie dans la fabrication, qui permettent aux manufactures anglaises d'établir leurs produits à très bon marché.

Celles de notre pays leur font d'ailleurs une concurrence redoutable ; car depuis que la fabrication de la porcelaine anglaise a été introduite en France, — à peu près simultanément par Johnston et Saint-Amans à Bordeaux et par Lebœuf et Miller à Creil, — elle y a fait de tels progrès que la porcelaine artificielle, plus difficile et plus coûteuse à fabriquer, a été complètement abandonnée et que la porcelaine dure ne s'emploie plus guère que pour les services de luxe.

Les produits anglais viennent toujours chez nous, mais leur apparition sur nos marchés n'est point d'un effet onéreux pour notre industrie, car si le chiffre qu'ils représentent est considérable, il est loin d'égaliser l'importation de nos produits céramiques en Angleterre.

Les uns comme les autres, d'ailleurs, ont leurs appréciateurs qui les jugent plus par les qualités qui leur sont propres que par leur effet décoratif, qui peut se résumer en ceci :

Si les produits céramiques anglais ont quelquefois plus de richesse, plus de recherche dans la décoration, plus de profusion dans les ornements; les produits français ont plus d'élégance dans la forme, plus de légèreté dans l'ornementation, plus d'art dans le dessin.

Nos deux gravures, pages 1033 et 1036, reproduisant des pièces d'exposition des fabricants notables des deux pays, aussi bien en faïences qu'en porcelaines, en permettront la comparaison.

PORCELAINES TENDRES ITALIENNES

Nous avons dit déjà que la porcelaine hybride en Italie, datait du xvi^e siècle ; mais la fabrication, tout artistique, en fut abandonnée à la mort du grand-duc de Toscane, et ne fut reprise industriellement qu'en 1725, à Doccia, près de Florence, où le marquis Carlo Ginori fonda une usine, qui prit bientôt une importance considérable.

Les premiers produits, peu réussis comme pâte, moins encore comme cuisson, sont décorés en bleu foncé au moyen de patrons découpés, mais la période d'essai n'est pas longue et des décorations au pinceau se mêlent bientôt gracieusement aux ornements en relief et même à la sculpture d'art.

Ce fut la spécialité de la fabrique, qui produisit surtout des vases en relief et des plaques de revêtement.

Les autres usines importantes, de la

première moitié du xviii^e siècle furent à Vienne près de Turin, où l'on fit bientôt de la pâte dure ; à Le Nove près Bassano, où l'on fabriquait déjà des faïences ; à Este, à Milan et à Venise dont les productions sont surtout remarquables.

La fabrique de Naples a été installée en 1736, à Capo di Monte, par le roi Charles III qui s'intéressait beaucoup à la céramique ; on y fit d'abord des imitations des produits artistiques japonais, avec tant de perfection qu'on ne distingue les copies des originaux qu'à la marque de fabrique, qui fut d'abord une étoile à 6 rayons dont une courbe et plus tard une fleur de lys ; mais à l'époque où l'on marquait ainsi, la fabrique royale faisait principalement des pièces décoratives de grande ornementation ; ce qui ne l'empêcha pas de produire nombre de services, assez originaux de forme, et décorés en relief, de coquillages, de coraux et de plantes marines.

La fabrique de Naples subsista de fait jusqu'en 1824, mais son ère de prospérité cessa en 1759, lorsque Charles III laissa la couronne des Deux-Siciles à son fils Ferdinand, pour aller s'asseoir sur le trône d'Espagne, car il emmena avec lui les meilleurs ouvriers de Capo di Monte, qu'il établit au palais de Buen Retiro à Madrid, où ils continuèrent la fabrication sans y rien changer, pas même la marque, ce qui rend les porcelaines espagnoles assez difficiles à reconnaître.

L'usine de Venise, si elle n'est pas la plus ancienne, est du moins celle qui produisit la première en Italie des œuvres de valeur, originales, rehaussées de cet or pur et chaud de ton, que les céramistes appellent or de ducat : on y fit beaucoup de vases à sujets mythologique, entourés d'arabesques, d'encadrements quadrillés ou de baldaquins à riches pendentifs dans le genre de Moustiers, mais on y fabriqua surtout de la porcelaine d'usage, délicieuse : témoin la soupière à bouquets détachés représentée dans notre gravure (page 1037).

L'Italie, d'ailleurs, fabrique toujours de la porcelaine mixte, qui ne diffère en somme des autres porcelaines tendres que par la composition de la pâte et la nature des matériaux indigènes. Ainsi, le kaolin employé est tiré soit de Porto Ferrajo (île d'Elbe), soit de Tretto, aux environs de Vicence ; le sable argileux blanc provient de Monzane ; le quartz de Saravezza. Quant à la couverte, son élément principal est la pegmatite blanche de Calabre.

FABRICATIONS SPÉCIALES

Il nous reste à parler de deux compositions, qui pour n'être que des variantes de porcelaines, ne trouvent point leur classification dans les espèces que nous avons déjà décrites, ce sont le *parian* ou *paros*, ainsi nommé parce qu'il imite l'aspect du marbre antique et la pâte feldspathique dite *agate* avec laquelle on fabrique aujourd'hui sur une grande échelle les boutons céramiques.

PARIAN

La porcelaine imitant le marbre de Paros est d'invention anglaise, mais on ne sait pas au juste si la découverte ; qui ne remonte pas au delà de 1848, appartient à M. Mintou, à M. Copelands ou à M. Battann.

En y regardant d'un peu près on en trouverait l'idée première dans certains produits de la manufacture de Meissen, du temps que M. Kuhn en était directeur — des médaillons d'une composition particulière se rapprochant beaucoup, comme aspect, des marbres de l'antiquité.

Peut-être aussi dans quelques statuettes en biscuit, produites par l'usine de Nymphenbourg.

Mais c'était là de la porcelaine dure et le parian, bien plus fusible, a sur les biscuits de grands avantages, car sa pâte d'une teinte plus jaunâtre, prend sans le secours du vernis, et par la seule action du feu, un très beau glacé à tons ivoirins, qui la rend

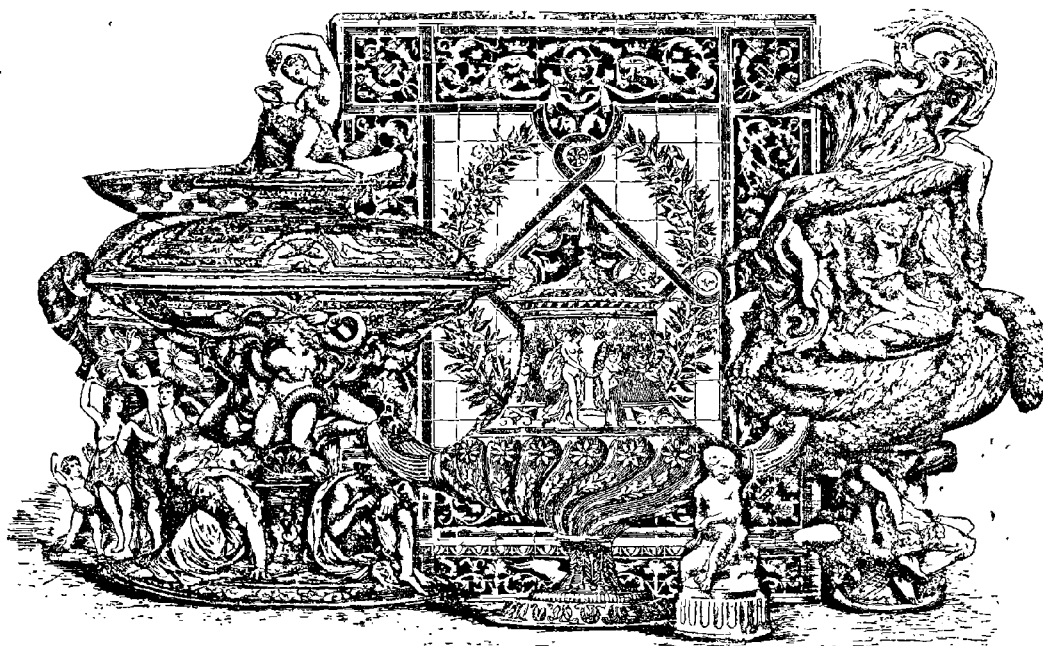
surtout propre à la reproduction des objets d'art.

La composition de cette pâte varie naturellement selon les usines et surtout selon que les matériaux employés contiennent plus ou moins d'oxyde de fer, car c'est le seul colorant qu'on y admette; nous ne citerons ici que la recette de M. Salvetat, savoir :

100 parties de feldspath cristallisé de Bayonne
40 — de kaolin lavé.
10 — d'argile de Dreux

mais il est bien entendu que le feldspath de Bayonne et l'argile de Dreux peuvent être remplacés, sans inconvénient, par des matériaux analogues et le dosage proportionné à leur principe colorant et à leur fusibilité.

Car le ton jaunâtre ne s'obtient pas seulement par l'oxyde de fer, contenu naturellement dans les matières premières, il faut encore que la pâte soit suffisamment fusible pour que la cuisson en puisse être faite à une température assez basse, pour ne pas



Céramique française moderne: Statuettes en biscuit de Ménard, vase de Deck, vase en porcelaine de Rousseau, vase en biscuit de Jouhannaud et Dubois, de Limoges.

réduire tout le fer à l'état de protoxyde et donner ainsi un excès de coloration.

La plate, peu plastique, bien que se rapprochant assez de la pâte de porcelaine tendre anglaise, ne peut être façonnée sur le tour qu'avec de grandes difficultés; on procède par moulage, mais plus généralement et plus facilement par le coulage.

Elle se cuit en une seule fois dans les fours à faïence fine, à moins pourtant qu'on ne veuille s'en servir pour fabriquer des

objets de consommation ménagère et comme dans ce cas elle reçoit une glaçure plombifère, il faut bien la faire cuire à nouveau pour fixer la glaçure.

Pour les pièces de luxe, il est d'usage dans le Staffordshire, de cuire à plusieurs feux de biscuit, jusqu'à ce qu'elles aient atteint le ton jaunâtre que l'on recherche. Le Parian n'est plus aujourd'hui un article exclusivement anglais. Sans doute M. Minton et ses émules d'outre-Manche le fabri-

quent admirablement, mais nos manufacturiers français ne sont point au-dessous, et Creil, Bordeaux, Sarreguemines et Choisy-le-Roi, notamment, le fabriquent d'une manière remarquable.

BOUTONS CÉRAMIQUES

La fabrication des boutons en pâte feldspathique est toute mécanique, nous ne nous attarderons point à la décrire, puisqu'on connaît déjà les filières et les presses, et que ce n'est plus qu'une question de moule,

mais nous en dirons quelques mots au point de vue de l'ensemble en suivant la fabrication de M. Bapterosse de Briare, d'après le procédé dont il est l'inventeur.

La pâte employée, et qu'on appelle *Agathe*, est une pâte feldspathique, analogue à la pâte de porcelaine anglaise, mais à laquelle on ajoute, lorsqu'elle est encore légèrement humide, c'est-à-dire ayant perdu environ $\frac{1}{4}$ pour cent de son poids, 125 kilogr. de phosphate de chaux pour 2,00 kilogr. de pâte. On mélange intimement avec 140 kilogrammes d'acide sulfurique. Ce passage



Porcelaines hybrides italiennes : Venise, Milan, Naples.

1035

à l'acide a pour objet de débarrasser la pâte de l'oxyde de fer qu'elle contient, de façon à ce qu'elle cuise blanc.

Pour la rendre plus souple au moulage on ajoute au tout de 40 à 50 litres de lait (à Creil, le lait est remplacé par de l'huile); ce mélange a en même temps un autre avantage, il empêche de se rouiller les pièces de la machine, soit en fer ou en cuivre, qui sont en contact avec la pâte.

Les presses dont on se sert chez M. Bap-

terosse, sont extrêmement ingénieuses; au moyen de mécanisme faciles à comprendre, en somme, les boutons viennent au sortir de la presse se ranger d'eux-mêmes sur une feuille de papier et de là sur la plaque de terre, qui doit les supporter dans le four.

Ces plaques sont nombreuses, comme on le pense bien, mais leur manœuvre est facilitée par la *tournette*, plaque métallique à deux rebords verticaux, juste de la largeur des plaques de terre qu'elle doit recevoir, et

qui, fixée horizontalement sur un axe vertical pour recevoir un mouvement de rotation, peut déposer dans la moufle les plaques chargées de boutons à la place qu'elles doivent occuper pour la cuisson, qui est très rapide, à feu continu et à simple vue.

Le papier qui porte les boutons n'est pas un embarras, car à peine déposé sur la plaque rouge il se consume, et les boutons se trouvent rangés sur la plaque, dans la disposition symétrique qu'ils avaient au moment du moulage.

Les boutons une fois cuits, tombent dans des espèces de caisses à claire-voie disposées l'une au-dessus de l'autre pour tourner autour d'un axe vertical, ce qui leur permet de se présenter, chacune à leur tour, devant l'ouvrier qui les charge au fur et à mesure, pour que les boutons s'y refroidissent.

Quand ils sont refroidis, un système analogue les conduit au-dessus de la caisse commune qui doit les recevoir tous, et comme les fonds des caisses à claire-voie sont mobiles, il suffit d'appuyer sur un ressort pour les vider instantanément.

Naturellement les boutons, qu'ils se fassent en blanc, avec des pâtes colorées, ou qu'ils soient rehaussés de peintures ou d'ornementation métallique, s'obtiennent de la même manière.

La peinture et la dorure se font par impression et très économiquement en opérant à la fois sur des quantités de boutons collés d'avance sur des feuilles de papier.

Le brunissage, indispensable pour les boutons portant des filets, doit se faire mécaniquement, c'est-à-dire que les boutons rangés circulairement sur une plate-forme tournante, viennent se présenter chacun à leur tour devant l'outil brunisseur.

Chez M. Bapterosse on fait aussi des boutons *Strass* qui ne diffèrent des boutons *Agathe* que par la composition de la pâte, qui est du feldspath pur, additionné d'un

peu de lait pour lui donner le liant nécessaire; la fabrication en est exactement la même sauf pour les boutons bombés destinés à recevoir une queue en anneau, qui se font d'ailleurs avec les deux pâtes.

Là, les procédés diffèrent. Nous en empruntons les détails à M. Turgan, qui a suivi toute l'opération dans ses *Grandes Usines*.

« Un bouton à queue se compose de quatre parties : d'abord l'émail, puis une petite boule de métal fusible, un petit plastron en laiton percé de deux trous, dans lesquels passent les deux branches de l'anneau ouvert, également en laiton. Ce plastron est découpé par une petite machine à emporte-pièce, qui du même coup, enlève le petit disque et perce les trous du suivant. Les queues se fabriquent deux à deux, en enroulant un fil métallique autour de deux tiges mobiles de laiton, séparées par une lame de cuivre, de manière à en faire une sorte de barrette plate; on passe ensuite cette barrette entre les cannelures de deux cylindres qui forment de chaque côté une dépression. Quand deux passages ont suffisamment accusé l'étranglement, on retire la règle plate qui est au milieu, et un troisième cylindre coupe sur toute la longueur les fils enroulés; chacune des deux tringles latérales se trouve avoir autour d'elle un chapelet de quatre à six cents queues de boutons. Comme chaque tringle est surmontée d'un petit renflement, en désembrochant toutes les petites sections de fil de laiton, le passage de la boule force la branche à s'écarter. »

L'introduction des deux branches écartées de l'anneau qui formera la queue de bouton, dans les deux trous du plastron, se fait à la main, en dehors de l'usine, par des femmes, des enfants qui accomplissent ce travail en gardant les troupeaux ou se livrant aux soins du ménage, mais la fixation de l'anneau dans le bouton au moyen d'une petite boule en métal fusible se fait dans la fabrique.

« Cette manœuvre est basée sur la division du travail, et se fait sur de longues

tables s'étendant sur l'un des côtés d'un atelier de 100 mètres de long sur 10 de large au plus. Plus de cent femmes, ou petites filles, sont assises de chaque côté de la table sur laquelle sont placés, dans les cases, des boutons à garnir, les petites boules de métal et enfin les queues emmanchées dans leur plastron.

« Une ouvrière, tenant en main une plaque de cuivre bronzée et percée, suivant la grandeur des boutons, de cent à trois cents trous, correspondant exactement au dos du bouton, enfonce cette plaque dans le tas; puis, par un mouvement de va-et-vient, sorte de sassage, elle fait tomber un bouton dans chaque trou et rejette les autres en inclinant sa plaque; puis, la posant sur deux supports, elle passe légèrement ses doigts sur la plaque et retourne tous les boutons qui ne présentent point en l'air leur face trouée. Quand tous les boutons sont placés de la bonne manière, ce qui est fait presque instantanément, elle passe sa plaque garnie de boutons à une autre ouvrière placée à côté d'elle, qui au moyen d'un distributeur met un grain de métal dans chaque trou.

« Pendant ce temps, une autre ouvrière a serré dans une pince en laiton, par une disposition analogue à celle d'un composteur à timbrer, les queues correspondantes aux boutons, rangées à l'avance sur une autre plaque trouée suivant la disposition voulue.

« On place alors le plateau garni de boutons sur un autre également en cuivre bronzé, muni de montants, dans les rainures desquels on introduit le petit appareil qui porte les queues, les tiges en l'air, et l'on donne le tout à un ouvrier assis à l'extrémité d'une table en fonte, étroite et longue, sous laquelle s'ouvre une série de petits bees de gaz allumés.

« L'aide de cet ouvrier place au bout de la table le petit wagonnet de cuivre chargé des pièces à réunir, et qui prend son rang à la suite de ceux qui l'ont précédé. Pendant que les petits wagonnets se rapprochent peu

à peu de l'ouvrier qui doit accomplir l'opération dernière, la table, doucement échauffée par la combustion du gaz, communique sa chaleur au plateau, qui la transmet aux boutons dans lesquels la petite boule métallique entre en fusion.

« Quand l'appareil arrive devant l'ouvrier assis au bout de la table, il n'a plus qu'à retourner et abaisser chaque composteur; les branches de la queue entrent dans le métal et le petit plastron vient oblitérer entièrement le trou en le comprimant; tout est si bien combiné qu'aucune bavure ne déborde à l'extérieur.

« L'appareil est ensuite enlevé tout entier, porté sur une table et mis en presse, au moyen de larges ressorts d'acier qui pressent les composteurs. Quand on juge le refroidissement suffisant, on lâche les ressorts et on retire du petit wagonnet le plateau rempli de boutons désormais achevés.

« Pour vérifier les boutons M. Bapterosse a inventé la singulière machine suivante: un levier à genouillère, dans le genre de ceux des aiguilleurs de chemin de fer, exerce sur une tige, un effort que l'on peut varier à volonté. Cette tige abaisse un plateau sur lequel sont disposés autant de crochets, qu'il y a de boutons, ces derniers restés sur leur plateau la queue en l'air et recouverts d'une plaque qui ne laisse passer que les queues; on retourne le tout et on l'apporte sur le plateau garni de crochets; un petit mouvement latéral enfile tous les crochets dans tous les anneaux: l'ouvrier fait alors basculer. La traction, calculée pour produire environ le poids de 13 kilogrammes sur chaque bouton, fait éclater les pièces défectueuses et arrache les queues mal soudées. »

Toutes ces opérations, bien que les dernières décrites, n'appartiennent à la céramique qu'auxiliairement, sont d'autant plus curieuses que les objets sont plus petits, mais on opère sur de telles quantités que la fabrication est assez économique pour que les cartes de boutons qui se vendaient

en 1848 jusqu'à 8 francs, soient descendues successivement jusqu'à 4 fr. 75 et même jusqu'à 4 fr. 25, pour les boutons unis bien entendu, les boutons imprimés se vendent en moyenne 4 francs la masse.

Ces prix sont d'ailleurs si réduits, que l'Angleterre, qui a inventé les boutons céramiques et où la fabrication a été très prospère, notamment dans l'usine Minton et chez M. Chamberlain de Worcester, n'a pas pu soutenir la concurrence et s'approvisionne aujourd'hui chez nous.

Malgré cela le monopole ne nous reste pas, et si l'Espagne et l'Italie ont échoué dans leurs tentatives de fabrication, l'Allemagne et le grand-duché de Bade possèdent en ce genre des manufactures très prospères.

GRÈS CÉRAMES

L'histoire des grès cérames est encore à faire, car on n'en connaît pas bien l'origine, que l'on ne fait remonter qu'au xv^e siècle, bien qu'il soit à peu près certain



Grès céramiques des xv^e et xvi^e siècles.

que les anciens aient connu ce genre de poteries.

Le moyen âge au moins l'utilisait, car il existe au musée de céramique de Sèvres, une grenade à feu grégeois, que reproduit notre gravure ci-dessus, et qui a été fabriquée au xiii^e siècle, à Hama, ville alors importante de la Syrie, sur la route d'Alep à Tripoli.

Or, si les Arabes ont connu cette fabrication, il est permis de croire qu'ils l'avaient

empruntée des Persans, à qui ils doivent tous les procédés de leur céramique, mais comme il ne reste point de spécimens indiscutables, nous adopterons les données générales.

Il est admis que les grès sont d'origine allemande, et que c'est à Jacqueline de Bavière qu'on en doit la fabrication. Cette princesse, enfermée dans la forteresse de Teylingen vers 1424, y aurait trompé les ennemis de sa captivité en pétrissant de la

terre siliceuse, dont elle fabriquait des pots, des cruches, qu'elle jetait ensuite dans les fossés.

Cette légende n'est pas aussi dubitative qu'elle le paraît, car il existe au musée de Sèvres, des pots fabriqués par Jacqueline de Bavière, et s'ils ne révèlent pas un grand talent, il faut les accepter comme les prémisses d'un art qui devait faire vite de rapides progrès.

A cette époque, du reste, les poteries de

grès étaient connues en France, et l'on en fabriquait surtout dans le Beauvoisis où les matériaux étaient abondants, mais il faut reconnaître que c'est à l'Allemagne et à la Flandre que l'on doit les pièces artistiques les plus anciennes.

Pourtant, il ne faut pas les chercher au delà du xvi^e siècle, car ce n'est vraiment qu'à cette époque que l'art de la décoration s'établit sur des bases stables.

Cologne, Bunzlau, Creussen, en Bavière,



Grès cérames anglais de Doulton.

se sont surtout fait remarquer par le bon goût de leurs produits, dont notre gravure page 1040 donne quelques-uns des plus beaux spécimens.

A Cologne, d'où vient la cannette conique datée de 1574, on adoptait généralement les fonds blancs, ou d'un gris brun, sur lesquels s'enlevaient, en couleurs, des reliefs d'une délicatesse rare et d'un dessin très pur; la pièce en question, décorée au milieu des armes de l'Allemagne, porte en dessous l'écusson de l'archevêque électeur de Mayence, ce qui semble indiquer qu'elle lui était destinée.

LIV. 131.

Le lion héraldique que l'on voit sur le même dessin et qui porte dans ses pattes de devant une coupe largement évasée, prouve l'habileté de modelage des artistes allemands.

Les pièces les plus remarquables de Bunzlau sont à fond brun, sur lequel tranchent des reliefs en pâte jaune mat.

A Creussen, on utilisa toutes les colorations, et nombre de pièces remarquables, où l'on voyait surtout des personnages, sont rehaussées d'or et couvertes des émaux les plus brillants; c'est quelquefois plus riche mais pas toujours plus beau.

131

En France, la fabrication ne fit pas les mêmes progrès, c'est-à-dire qu'elle n'adopta pas le même système, et suivant pas à pas le goût national, elle produisit des pièces élégantes, décorées soit en creux, soit en relief, comme le vase de Beauvais qu'on voit dans notre gravure, de dessins ou de fleurs répétées symétriquement, d'une couleur tranchant sur le fond.

Les Allemands firent aussi des vases de ce genre, sans renoncer à leurs canettes à groupes en relief, mais on les reconnaît facilement à leur pâte grise, et à leurs ornements de zones bleu d'azur ou violet de manganèse, sur lesquelles ressortent des reliefs d'un ton différent.

Les grès flamands ne diffèrent guère des produits de l'Allemagne, cependant ils sont d'une forme moins architecturale et adoptent plus volontiers la fantaisie dans l'ornementation.

Nous ne parlons, bien entendu, que des pièces anciennes, dites de curiosité, car l'art moderne s'est modifié dans tous les pays en devenant à peu près, comme dans toutes les autres branches de la céramique, un art d'imitation. Nous en reparlerons tout à l'heure; mais avant, un mot de la fabrication proprement dite.

D'abord il faut distinguer deux sortes de grès: les grès communs dont on fait les tuyaux de conduite, les pots à beurre, les bouteilles, cruchons, touries à acides, bonbonnes, etc., et les grès cérames dont on fait de la poterie de luxe et des carreaux de dallage.

La pâte des grès communs se compose d'argile plastique non lavée, dégraissée avec du sable quartzueux, elle se façonne, grâce à sa plasticité, aussi facilement sur le tour que par le moulage.

Les grès communs sont lustrés ou non, ceux qui ne le sont pas sont recouverts, par immersion, d'un mélange d'ocre jaune tenu en suspension dans l'eau, qui leur donne à la cuisson, selon l'intensité du feu, une

couleur jaune, jaune brune ou bronzée.

Le lustre s'obtient d'une façon très simple; pendant la cuisson — qui se fait généralement dans des fours à réverbère et dure quelquefois huit jours — on jette dans le four et à plusieurs reprises, surtout pendant la période du grand feu, une certaine quantité de sel marin, qui se volatilise et réagit sur la surface des poteries, en les couvrant d'une mince couche de silico-aluminate de soude, qui les rend luisantes comme si elles étaient vernissées.

Tout sel marin est bon pour cette opération, mais le meilleur est celui qui a déjà servi à la salaison de la morue, et qu'on appelle, à cause de cela, sel de Terre-Neuve.

Dans certaines usines on revêt les poteries communes d'une couverte composée avec les laitiers recueillis à la base des hauts fourneaux à fer.

Du reste, le grès est susceptible de recevoir toutes les couvertes et toutes les décorations en émaux fusibles, à moyenne ou à haute température, mais c'est ce qui distingue le grès cérame.

Les grès cérames ou grès fins, diffèrent des communs par la composition de la pâte et par celle de la glaçure.

Cette composition varie naturellement selon les usines et surtout selon les espèces que l'on veut fabriquer.

La pâte de grès cérame noir se compose de :

2	pour cent	de kaolin.
48	—	d'argile plastique.
43	—	d'ocre calciné.
7	—	de manganèse.

La pâte de grès cérame blanc, comprend :

25	pour cent	d'argile plastique de Dreux,
25	—	de kaolin argileux.
50	—	de feldspath de Saint-Yrieix.

Enfin la pâte de grès cérame, destinée à

recevoir diverses colorations se compose de :

14	pour cent	de kaolin.
14	—	d'argile plastique.
15	—	de silic.
27	—	de pegmatite altérée.
21	—	de sulfate de chaux.
9	—	de sulfate de baryte.

Les procédés de fabrication ne diffèrent point de ceux employés pour la porcelaine et la faïence fine; le prix assez élevé de cette sorte de poterie permet du reste d'apporter beaucoup de soin au façonnage.

La cuisson se fait dans des fours à alandiers, les pièces étant encastées dans des cazettes et soutenues par des colifichets.

Quant à la glaçure, elle est très variable, quelquefois on la donne pendant la cuisson, en enduisant l'intérieur des cazettes avec du sel marin qui se volatilise : c'est le procédé que nous venons de décrire tout à l'heure.

Quelquefois on emploie une glaçure vitro-plombeuse, analogue à celle des faïences fines, qui se pose soit par immersion, soit par arrosage et qu'il faut cuire naturellement à un second feu, mais à basse température.

Cette glaçure se compose généralement de :

35	pour cent	de feldspath.
25	—	de sable quartzeux.
20	—	de minium.
5	—	de potasse.
15	—	de borax calciné.

Pour les grès noirs qui n'ont pas besoin de glaçure extérieure, il est d'usage de les enduire intérieurement de la composition suivante :

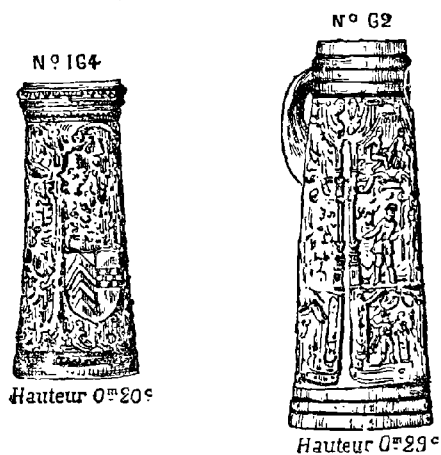
84	pour cent	de minium.
14	—	de silic.
2	—	d'oxyde de manganèse.

On met surtout en couverture, les pièces qui doivent être décorées et qui peuvent l'être aussi richement, avec des lustres métalliques et des couleurs vitrifiables, que les faïences et porcelaines; on en est quitte pour leur faire subir, à la moufle, les cuis-

sons supplémentaires nécessaires à la vitrification des couleurs et des retouches.

Les grès cérames fins dont la fabrication a été modernisée par Wedgwood, se font aujourd'hui un peu partout; l'usine que M. Ziegler, peintre distingué, avait établie à Voisinlieu, près de Beauvais, n'existe plus, du moins pour la fabrication artistique, et la France ne compte pas d'usine importante en ce genre, depuis que Sarreguemine est allemande, géographiquement parlant.

La Flandre produit encore des vases genre renaissance, assez remarquables, ainsi qu'on peut le voir par les spécimens de nos gravures, dessinés au grand dépôt de M. Becker.



Hauteur 0^m20^c

Hauteur 0^m29^c

Mais c'est surtout d'Angleterre que nous viennent les pièces les plus artistiques, notamment de la maison Doulton, qui spécialise sa fabrication, à ce point de ne jamais exécuter deux fois la même pièce.

Ces grès sont très beaux de forme et de couleurs, très compliqués de travail, ils n'ont qu'un seul défaut, c'est de ne point présenter d'originalité dans le décor et de n'être que des imitations de tous les styles et surtout du grec et du romain.

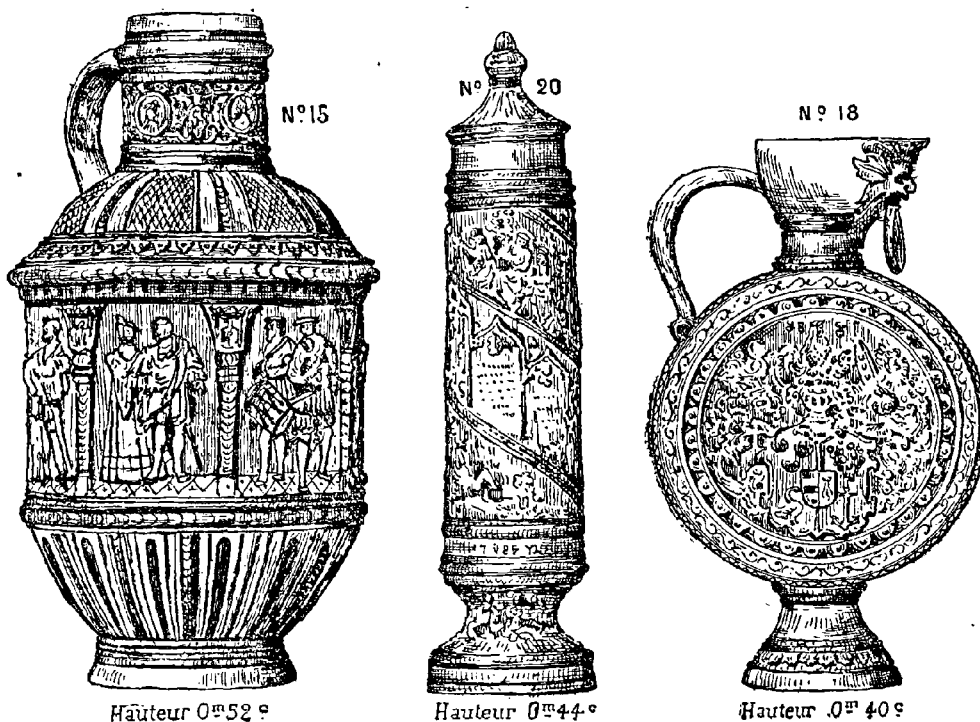
C'est, d'ailleurs, le défaut commun à toute la céramique moderne, dont les progrès industriels et artistiques ne sont point discutables, mais qui n'a pas encore trouvé (sans doute faute de le chercher) ce qu'on

pourrait appeler le genre du XIX^e siècle.

Il est vrai que cette persistance à reproduire les formes et les décors des siècles passés est le plus grand éloge qu'on puisse faire de la céramique ancienne.

Et c'est ce qui explique pourquoi elle est si admirée de tous, si recherchée des amateurs.

C'est aussi, nous l'espérons du moins, ce qui excusera la longueur inusitée de

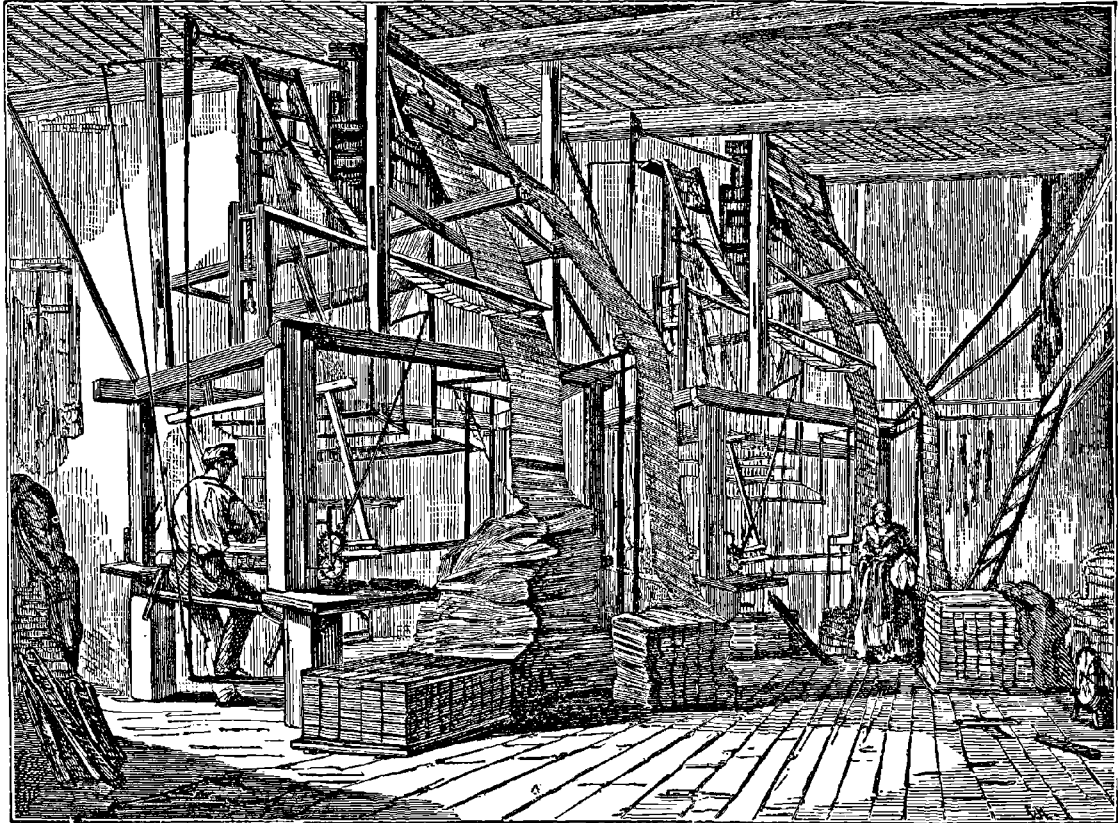


Grès flamands modernes de M. Becker.

cette étude, que nous nous sommes attaché à rendre aussi complète, aussi claire

que possible, sans nous écarter de notre programme.





ÉTOFFES DE SOIE

LA SOIE

Bien que cette étude soit spécialement consacrée à la fabrication des étoffes, nous dirons cependant quelques mots de la matière première et des préparations qu'elle doit subir, avant d'arriver à la fabrique.

La soie, comme on le sait, n'a aucun rapport avec les autres matières textiles : puisqu'elle est produite, en quelque sorte toute filée, par la larve du bombyx du mûrier.

Cette larve, ou chenille, appelée communément ver à soie, sécrète le produit à l'aide de deux organes, qui font office de glandes et sont placés parallèlement, au-

dessous du tube digestif ; ils forment vers leur extrémité un canal excréteur, aboutissant à la lèvre inférieure de l'insecte, où se trouve une sorte de trompe dans laquelle se réunissent en un seul, les deux conduits, qui se terminent alors par un véritable trou de filière par lequel sort la soie, en un seul fil, mais composé de deux parties distinctes, l'une intérieure, qui est la vraie soie, et l'autre, sorte d'enveloppe composée de matières étrangères, qu'on appelle grès.

C'est avec ce fil continu, qui atteint jusqu'à 1,500 mètres de longueur, que la chenille construit, en l'enroulant successive-

ment autour d'elle, cette espèce d'œuf qu'on appelle cocon, et dans lequel elle doit subir sa métamorphose en chrysalide et en papillon.

Le cocon est donc la matière première de la soie; il se compose de trois parties : la bourre, qu'on appelle aussi boursette ou araignée; la soie proprement dite et un duvet interne, si fin, si gonmeux, qu'il est à peu près impossible de le dévider entièrement : ce qui explique le déchet produit par le dévidage, puisqu'il faut environ 100 kilogr. de cocons pour obtenir 8 kilogr. de belle soie filée; la soie renfermant, outre de la fibroïne qui constitue plus de la moitié de son poids, environ 20 pour cent de gélatine, 25 pour cent d'albumine, et des quantités variables de matières colorantes, grasses ou résineuses.

FILAGE

Le filage, appelé aussi dévidage, est la première des opérations que subit la soie, mais ce n'est pas la moins délicate, ni la moins intéressante.

Voici, d'après le voyage de Corneille Lebrun, comment elle se faisait en Perse, au commencement du siècle dernier :

« J'eus la curiosité d'entrer dans une cabane où l'on dévidait de la soie, et trouvai qu'on n'y emploie qu'une seule personne.

« Il y avait, à droite en entrant, un fourneau qu'on chauffe par dehors, et dans lequel était un grand chaudron d'eau presque bouillante, dans laquelle étaient les cocons des vers. Celui qui dévidait la soie était assis sur le fourneau et remuait souvent les cocons avec un petit bâton.

« Je trouvai aussi, au milieu de cette maisonnette, une grande roue qui avait huit ou neuf paumes de diamètre et qui était fixée entre deux piliers. Il la faisait tourner du pied, assis sur le fourneau, comme on tourne un rouet parmi nous, et l'on avait placé deux petits bâtons sur le devant du fourneau, autour duquel tour-

naient deux petites poulies qui conduisaient la soie des cocons vers cette roue.

« On m'a assuré que cette manière de dévider la soie est en usage par toute la Perse. Il faut avouer que cela se fait avec une promptitude surprenante. »

Ce système est toujours celui qu'on emploie, de principe; mais il a été modifié, même en Orient.

Ainsi, aujourd'hui le dévideur est une fileuse qui, debout entre le fourneau et le rouet, tient de la main droite un petit balai en paille de riz, dont elle fouette les cocons pour en dégager le fil; ce qui se fait d'autant mieux que l'eau bouillante du chaudron les y a déjà préparés. Le fil, avant d'être mis sur le rouet, est passé sur un petit crochet en fer qui surmonte le fourneau, et dont le frottement le débarrasse déjà d'une partie des matières étrangères.

Un cocon étant entièrement dévidé et quand il ne reste plus que la chrysalide, dont les poules se régalent, l'ouvrière joint le bout du fil avec celui d'un nouveau cocon, et continue ainsi son opération, qui se fait généralement en plein air, pour que la soie se refroidisse plus vite.

Il est bien entendu que, vu l'extrême finesse du brin élémentaire de la soie, un seul cocon ne suffit pas à former un fil de soie grège; on en prend depuis 3 jusqu'à 20, selon la grosseur, ce qu'on appelle le titre qu'on veut donner à la soie grège.

En Europe et particulièrement dans notre pays, où l'on travaille surtout dans des ateliers, les procédés ne diffèrent que par la perfection de l'outillage, ils comprennent deux séries d'opérations :

L'*ouvrason*, autrement dit le tirage de la soie des cocons, et le *moulinage* qui consiste dans le dévidage, le doublage et la torsion qu'on fait subir à la soie grège, pour la rendre propre au tissage.

TIRAGE DE LA SOIE

La première opération, la plus impor-

tante de toutes, est le tri des cocons, dont il faut écarter tous ceux qui sont atteints de moisissure, et qu'il faut classer par espèces similaires, de façon à réunir ensemble ceux qui présentent les mêmes qualités.

Pour cela, on enlève avec les doigts la partie duveteuse, qui est la première bourre, et l'on fait cinq tas différents.

Les cocons blancs, appelés *sina*, qui produisent la soie la plus estimée.

Les cocons *doubles*, dont le dévidage présente le plus de difficultés.

Les *chiques*, qui donnent de la soie plus ou moins tachée.

Les cocons *pointus*, qui ont des chances pour se trouver par le bout.

Et les cocons *satinsés*, dont la texture est molle.

Ce choix fait, on commence l'opération par le battage et la *purge*, qui consiste à enlever de sur les cocons la bourre, que l'on met de côté pour l'utiliser ensuite.

L'ouvrière plonge une poignée de cocons dans une bassine d'eau bouillante. Elle les agite avec un petit balai, en bouleau ou en chiendent, jusqu'à ce que tous les bouts rompus de la surface des cocons soient enlevés (ce déchet varie entre 18 et 30 0/0). Les cocons suffisamment purgés, elle saisit tous les brins que son balai a démêlés et les dispose isolément sur les bords de la bassine, où la fileuse les retrouvera.

L'appareil qui sert au tirage de la soie s'appelle un *tour*; il se compose essentiellement :

D'une bassine à eau chaude, dans laquelle on met tremper les cocons.

D'une filière pour livrer passage et réunir en un seul fil, les brins empruntés à différents cocons, pour former la soie grège.

D'un appareil croiseur, qui comprime l'humidité du fil et fait adhérer entre eux tous les brins qui le composent.

D'un guide à mouvement alternatif et qu'on appelle, à cause de cela, *va-et-vient*. Son objet est de faire croiser le fil sur le

dévidoir, de façon qu'il se pose sur les parties déjà sèches et ne se colle pas en revenant sur lui-même, ce qui rendrait le dévidage ultérieur très difficile.

Et d'un dévidoir, qu'on appelle *asple*, sorte de roue assez large, disposée pour recevoir la soie, qui lui est amenée par le *va-et-vient*.

Naturellement beaucoup de modifications ont été apportées à ces machines, chaque filateur faisant de son mieux pour accélérer la besogne, ou en réduire le prix de revient. Nous ne citerons que les plus usitées :

Le tour piémontais, qui est celui que nous venons de décrire, le tour Robinet et le tour Locatelli.

Sur le tour piémontais on forme deux écheveaux à la fois, de la façon suivante, que fera mieux comprendre notre croquis.

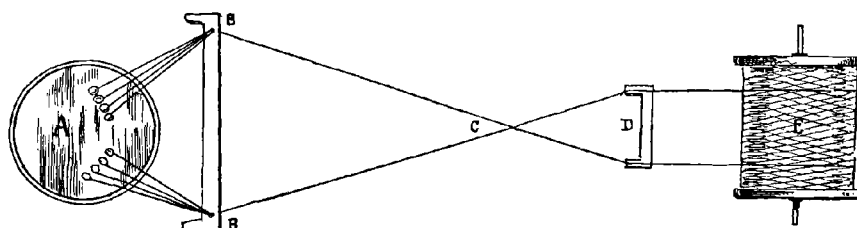
La fileuse, assise devant la bassine A, recueille les brins des cocons, en nombre nécessaire, selon le titre qu'elle doit donner à la soie grège, pour former deux fils qu'elle fait passer dans les filières BB du tour; puis elle les croise l'un sur l'autre : soit deux fois, soit une seule, comme en C, les dirige dans les guides du *va-et-vient* D et les porte sur l'asple E, qui mis en mouvement par une femme, par un enfant, ou par un moteur quelconque, à l'aide d'une courroie de transmission, tire la soie pendant que la fileuse surveille les cocons, ajoute des brins, au fur et à mesure que cela lui paraît nécessaire, par la raison que la ténuité des brins augmente au fur et à mesure que les cocons diminuent, et qu'il est important de conserver au fil de soie grège, une grosseur égale.

Les difficultés qu'elle doit vaincre sont : l'irrégularité de la jonction des fils, qui forment ce qu'on appelle un bouchon, et le bris d'un des deux fils, qui se collant alors sur l'autre, produit ce qu'on appelle un *marriage*. Dans l'un et l'autre cas, il suffit d'arrêter la manivelle pour remédier à l'inconvénient; mais, comme l'ouvrière ne s'aperçoit pas toujours du défaut au moment où il se

produit, on a cherché des moyens mécaniques de le prévenir et l'on a trouvé un certain nombre d'appareils, qui s'appellent

purge-mariage, coupe-mariage, brise-mariage, etc.

Le premier en date, et qui fut inventé



Tour piémontais, pour le filage de la soie.

par MM. Lacombe et Barrois, filateurs d'Alsais, est des plus simples.

Il se compose de deux cylindres en verre, placés entre la croisure et le va-et-vient, en AA sur notre dessin, près des barbins BB, qui déterminent un écartement des fils ; ces cylindres sont posés l'un sur l'autre avec un intervalle suffisant pour laisser passer un fil uni, mais trop étroit pour qu'un bouchon ou un mariage puisse y trouver place.

Ce système ne répare pas l'accident, mais il en prévient la fileuse, qui arrête le tour et rajuste les fils.

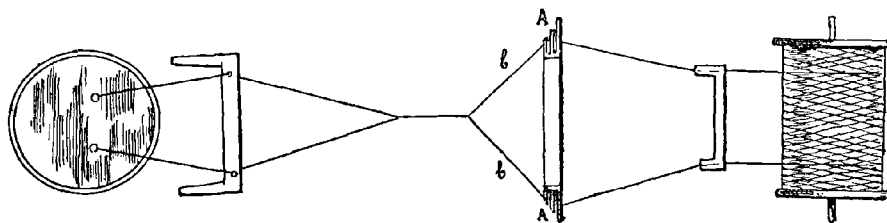
Pour éviter l'irrégularité qui provient souvent du croisage fait à la main, M. Bourcier, de Lyon, a imaginé un croiseur mécanique, qui fait, il est vrai, la besogne par avance, mais qui est d'un emploi très facile,

puisque'il suffit de porter les fils sur le tour lorsque la croisure est faite.

Le tour Robinet est un perfectionnement du tour piémontais ; il a aussi son chasse-mariage et son mécanisme croiseur ; mais à cela près, et à la disposition de l'axe moteur, qui agit directement sur le va-et-vient et, par des courroies de commande, sur le dévidoir, il en diffère si peu que notre gravure suffira pour le faire comprendre.

Le tour Locatelli tient infiniment moins de place ; il est vrai que dans le principe il n'a été construit que pour le filage d'un seul écheveau et pour être manœuvré au pied, par le moyen d'une pédale.

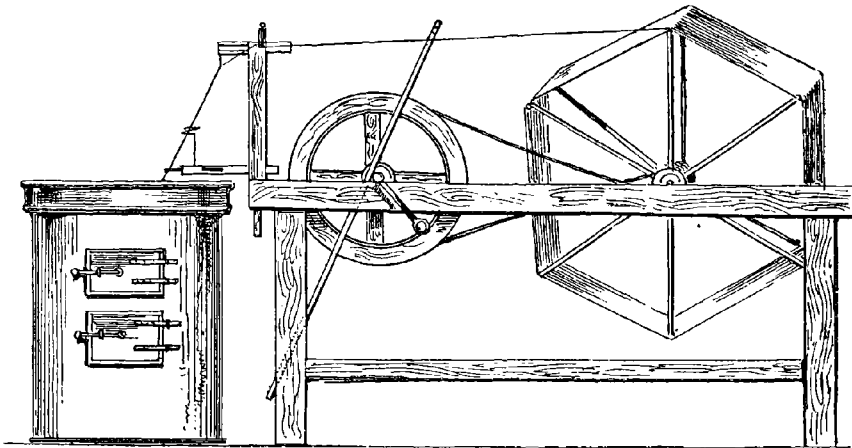
Il se compose, d'ailleurs, des mêmes organes que les autres ; seulement ils sont disposés autrement, pour être plus ramas-



Coupe-mariage, de MM. Lacombe et Barrois.

sés. Ainsi, la filière est placée immédiatement au-dessus de la bassine ; entre celle-ci et le dévidoir est placé un montant vertical

qui supporte une bobine en porcelaine et un petit cylindre en verre entre lesquels la croisure s'opère ; au pied de ce montant

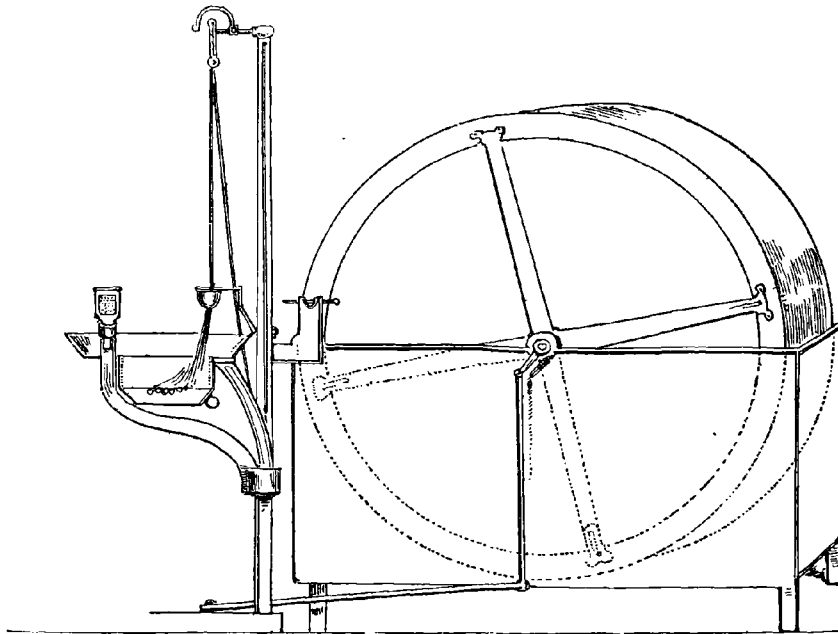


Tour Robinet.

se trouve le va-et-vient, mis en mouvement par une commande, venant de l'axe à manivelle.

Ce système très préconisé en Italie a

aussi ses détracteurs ; le seul véritable avantage qu'il présente sur les autres c'est la disposition des fils sur le dévidoir. L'inventeur a calculé les mouvements de l'asple



Tour Locatelli.

et du va-et-vient, de façon qu'une course de celui-ci corresponde exactement à deux tiers de révolution du tour, et que les fils de l'écheveau s'arrangent en zigzag et se

Liv. 132.

plient en losange, aussi régulièrement qu'on le voit sur notre dessin, page 1052.

Mais cette disposition peut s'appliquer à n'importe quel tour, ce n'est qu'une ques-

132

tion de dimension à calculer pour le dévidoir.

Nous avons, d'ailleurs, en France, un système plus récent et plus expéditif, celui de M. Aubenas, de Valréas; mais nous en parlerons plus loin, parce que c'est un système mixte, qui fait à la fois le tirage de la soie et le moulinage.

Mais, avant de nous occuper des diverses opérations du moulinage, un mot d'abord des déchets pour n'avoir plus à y revenir.

Ces déchets avec lesquels on fabrique ce qu'on appelle ordinairement la *bourre de soie* et que les tisseurs nomment la *fantaisie*, sont de plusieurs sortes.

Les meilleurs proviennent des cocons pointus, qui se sont percés, et des déchets provenant du moulinage; la bourrette et le frison qui forment les couches supérieures des cocons produisent la deuxième sorte; la troisième comprend les résidus de cocons, c'est-à-dire l'enveloppe mince qui reste autour de la chrysalide après le tirage, et que le tour ne peut enlever.

Ces déchets se présentent en masses pelotonneuses et agglutinées par la gomme que contient la soie: il faut d'abord les dégommer par une macération suffisante dans de l'eau chaude additionnée de savon, quelquefois d'acide; on les traite ensuite comme les textiles ordinaires par les battages mécaniques, suivis de peignage ou de cardage et on les file comme le coton, quitte à les mouliner ensuite comme la soie, selon leur qualité et l'usage auquel on les destine.

MOULINAGE DE LA SOIE

Le moulinage a pour objet de donner à la soie grège, qui ne pourrait en sortant de sur le tour, supporter que difficilement la cuite et la teinture, une consistance suffisante pour pouvoir servir au tissage.

Il comprend quatre opérations distinctes: 1° Le dévidage des écheveaux de soie grège sur des bobines.

2° Le premier apprêt, torsion imprimée,

séparément à chaque fil des bobines et qu'on appelle alors *poil*.

3° Le doublage, qui consiste dans la réunion de deux *poils*, formant par une nouvelle torsion un fil double, qu'on appelle *trame*.

4° L'*organsinage* qui consiste à fabriquer l'*organsin*, servant à la composition des chaînes; par la réunion, au moyen d'une nouvelle torsion, de deux ou plusieurs fils de trame.

Ces opérations sont désignées sous le nom de moulinage, parce qu'elles se font sur des espèces de moulins. Suivons-les séparément.

DÉVIDAGE

Le dévidage a pour but principal de nettoyer la soie grège, de rattacher les fils rompus, d'enlever les bouts et les inégalités, en un mot de rendre le fil aussi homogène que possible.

Sur des soies de notre pays, de bonne qualité et bien tirées, il produit un déchet qui varie entre 2 et 8 pour cent. Mais avec des soies étrangères, grossièrement travaillées, on a quelquefois jusqu'à 50 pour cent de bourre.

En dehors de cela, l'opération serait encore indispensable, car pour passer au moulinage la soie doit être sur des bobines, qu'on appelle roquets, et non plus en écheveaux.

Il y a plusieurs espèces de dévidoirs, l'opération se faisant aussi en sens inverse, pour la conversion des roquets en écheveaux. Les plus employés sont le moulin à dévider, inventé par M. Belly de Lyon, et le dévidoir à compteur de M. Guilleny.

Le premier se compose d'une table ronde, au-dessus de laquelle sont disposés verticalement un certain nombre de guindres, assemblés dans des poignées à charnières, qui permettent de les incliner.

Au pourtour de la table, se trouvent autant de roquetins qu'il y a de guindres. Ces

roquets ont, autour de leur axe, un mouvement circulaire, qui leur est transmis par des poulies, le recevant par transmission du moteur de l'appareil, mécanisme facile que l'ouvrière, assise devant, peut avec son pied activer ou ralentir à volonté.

C'est une pédale perfectionnée, suspendue entre deux tiges à articulation et actionnant un croisillon de trois bras, terminés chacun par une lentille pesante, qui font office de volant — et communiquent le mouvement à un système d'engrenage.

L'une des extrémités des broches des roquets est garnie de drap, et s'appuie contre une face de la poulie, disposée obliquement, qui l'actionne; et c'est le frottement qui en résulte, qui fait tourner les roquets; naturellement on peut augmenter plus ou moins le frottement en serrant ou desserrant des vis *ad hoc*, selon besoin.

Pour dévider, on passe un écheveau de soie sur chaque guindre, on amène l'extrémité des fils sur chaque roquet correspondant, où on le fixe en l'humectant d'un peu de salive, après l'avoir fait passer dans le guide, appelé *barbin*, placé au-dessus de chaque roquet; on met la machine en mouvement, et le fil entraîné par le mouvement de rotation d'abord assez lent, s'enroule sur la bobine en passant par un petit anneau de verre, qui fait l'office de va-et-vient d'un bout du roquet à l'autre, de façon que la bobine prenne une forme bombée vers le milieu.

Si un fil casse, si l'écheveau s'embrouille, l'accident peut se réparer sans arrêter la machine et sans se déranger de sa place; car la table est à pivot sur son axe vertical, l'ouvrière la fait tourner jusqu'à ce que le fil cassé se trouve devant elle, elle le rattache, remet l'écheveau correspondant en état d'être dévidé, et l'opération continue jusqu'à ce que les écheveaux soient dévidés.

Il est bien évident que l'opération en sens contraire pourrait se faire sur la même machine, mais on se sert de préfé-

rence du dévidoir Guilleny, parce que c'est en même temps un régulateur, et qu'on évite autant que possible les occasions de fraude, de soustraction, trop tentantes avec une matière première aussi chère que la soie.

Le meilleur moyen de n'être point trompé sur la quantité, ni sur la qualité, était d'admettre en principe que les écheveaux fussent tous de même longueur et divisés en un certain nombre d'échevettes, faciles à examiner.

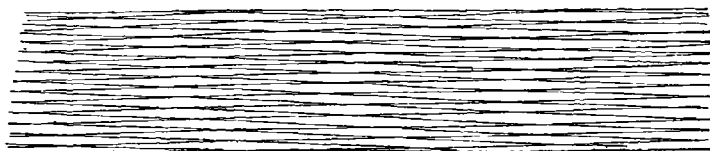
Et c'est ce que permet de faire le compteur Guilleny, véritable instrument de précision qui s'arrête net, après le nombre de tours voulus, formant généralement une longueur de trois mille mètres.

Avec ce système, le fil est convenablement croisé dans l'écheveau, ce qui facilite beaucoup les dévidages ultérieurs; la division par échevettes se fait mécaniquement, pendant le dévidage; le cas de rupture du fil est lui-même prévu et, quand il se présente, le dévidoir s'arrête par l'effet d'un mécanisme fort ingénieux, qui repose sur ceci.

Le barbin, dans lequel le fil passe pour aller de la roquette sur le guindre, est à charnière et se ploie sur lui-même sitôt qu'il n'est plus soutenu par le fil; ce qui arrive nécessairement quand celui-ci se casse.

Alors, le barbin s'abat et tombe sur un petit châssis, qui règne sur toute la longueur de la machine, et qui basculant aussitôt par l'effet de la boule dont il est chargé, s'engage dans une dent d'un levier, qui lui-même fait reculer une détente, pressée par un ressort qui soutient le levier d'embrayage, lequel arrête aussitôt la machine: ce qui permet de renouer le fil et de continuer l'opération, qui se poursuit ainsi, automatiquement, jusqu'à ce que les guindres aient fait le nombre de tours voulus, c'est-à-dire que les écheveaux aient une longueur égale de 3,000 mètres.

Alors la machine s'arrête de nouveau, | pondant avec le compteur et qui sert aussi
par l'effet d'une barre transversale, corres- | à la subdivision en échevettes, au moyen



Disposition des fils sur le tour Locatelli.

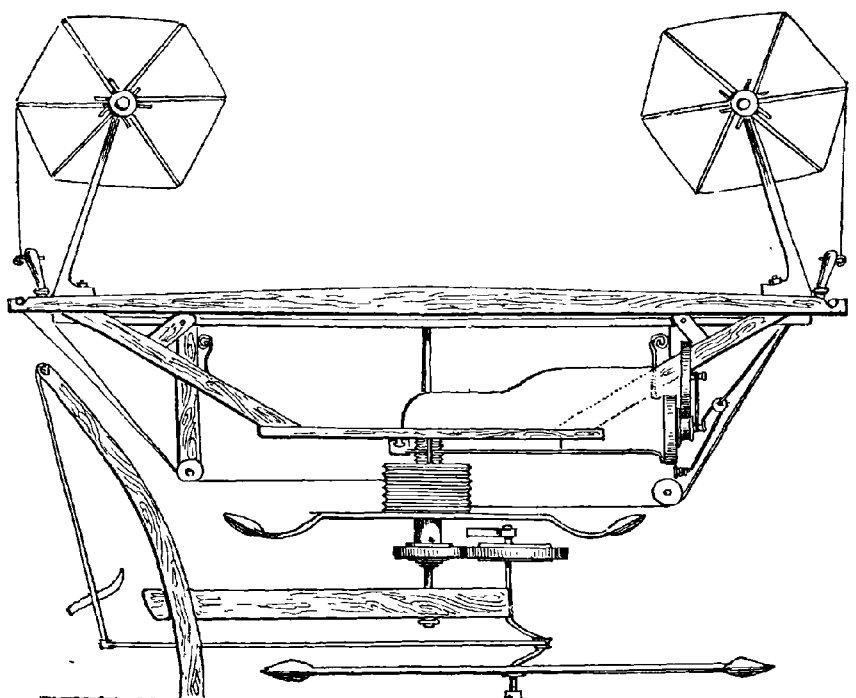
d'un bec, qui opère sur le guindre le déplacement de l'échevette terminée et pousse une tringle, qui fait passer le barbin de la flotte achevée, à celle que l'on doit commencer.

PREMIER APPRÊT

La soie, dévidée sur des roquets, peut

recevoir le premier apprêt ou le moulinage proprement dit.

On se sert pour cela de moulins fort anciens, connus sous les noms de moulin rond, moulin ovale, à cause de la disposition donnée aux bobines autour de ces machines; il y a aussi un moulin rectangulaire, dit à la Vaucanson, et pour lequel le célèbre in-

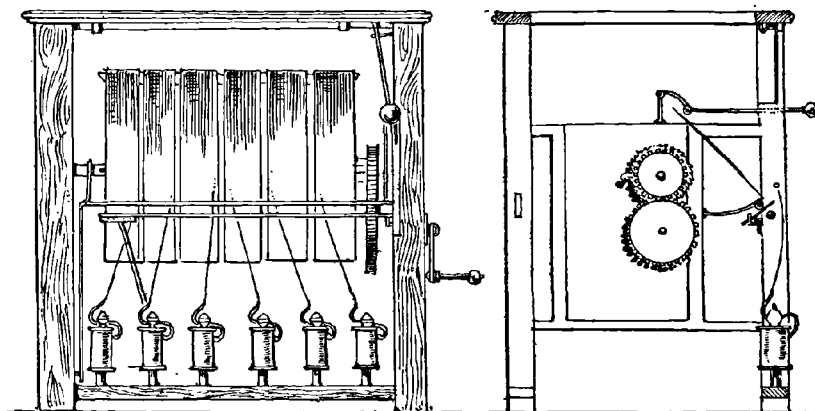


Machines à dévider, Belly.

génieur a inventé la chaîne sans fin, qui | usité, du moins pour le premier apprêt, et
porte encore son nom, mais il est très peu | si l'on s'en sert, ou de machines analogues,

c'est surtout pour l'organsinage, que l'on peut faire également sur les autres.

Le moulin rond est une machine circulaire qui a généralement trois étages de

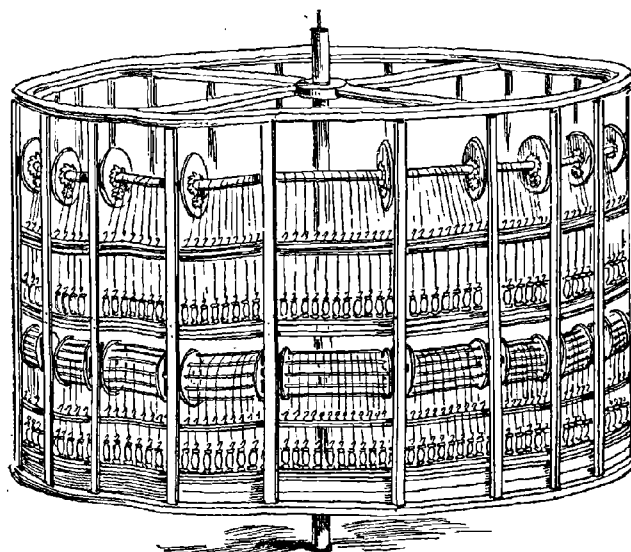


Dévidoir Guilleney. — Élévation et coupe du système d'arrêt.

fuseaux superposés; les étages supérieurs sont disposés pour le premier apprêt, c'est-à-dire qu'au-dessus des rangées de fuseaux se trouvent disposées horizontalement, sur des baguettes, autant de petites bobines en bois, destinées à recevoir le fil des fuseaux après qu'il aura subi la torsion.

L'étage inférieur, disposé pour l'organsinage, porte à la place de ces bobines, des asples, où les fils des premiers rangs de fuseaux s'enroulent en écheveaux.

Comme principe, rien n'est plus simple et notre dessin fera suffisamment comprendre l'appareil; mais comme fonction-



Moulin rond.

nement rien n'était plus compliqué que l'ancien système de commandes qui mettaient

la machine en mouvement, mais la science moderne a modifié cela et le moulin em-

prunte à son axe vertical, des transmissions pour actionner les fuseaux, au moyen de courroies, qui en passant dessus les font tourner avec une vitesse calculée sur la torsion qu'on veut faire subir à la soie, et dans les sens contraires, les guindres ou les bobines, sur lesquels s'enroule la soie tordue.

Le moulin ovale, presque aussi ancien que le rond, est peut-être plus employé, parce qu'il est moins compliqué, et qu'il a été plus modifié; il n'en diffère guère pourtant que par la disposition des fuseaux, qui sont sur deux rangs, autour du moulin, suivant la courbe de l'ellipse et superposés en quinconce. Ce qui permet de les faire desservir par un seul rang de bobines ou d'asples, selon qu'on travaille au premier tors, ou pour l'organsinage.

Mais il n'est pas plus parfait que le moulin rond et ce fut précisément pour remédier aux inconvénients que présentaient ces machines, que Vaucanson inventa la sienne, en se donnant pour objectif :

De proportionner la vitesse de rotation des fuseaux, au renvidage qui se fait sur les bobines.

D'éviter le changement de rouages que nécessitaient les anciens moulins.

Et surtout de donner un mouvement de va-et-vient aux guides des fils, afin d'obtenir un renvidage uniforme, ce qui n'avait pas lieu avec les autres machines.

Nous donnons une description de ce moulin par des extraits du Mémoire explicatif que Vaucanson adressa à l'Académie des sciences, en 1756.

« Les fuseaux sont placés sur deux lignes droites et parallèles, qui peuvent avoir 10, 20, ou 30 pieds de long, suivant la grandeur du lieu.

« On peut mettre plusieurs rangs de fuseaux sur la hauteur du moulin, suivant que le bâtiment est plus ou moins élevé. Tous les fuseaux de chaque rang sont mis en mouvement par une chaîne sans fin, dont les maillons engrènent un petit

pignon que porte la tige de chaque fuseau, de façon que, dans le temps que le premier mobile qui conduit les chaînes, a fait une révolution, tous les fuseaux du moulin en font un nombre déterminé, et le nombre est aussi invariable que le serait celui des révolutions d'un pignon, qui engrènerait sur une roue dentée ordinaire.

« Les bobines y reçoivent leur mouvement par le même mobile que les fuseaux, mais avec cette différence que leur vitesse diminue à mesure qu'elles se remplissent de soie, toutes les fois que le va-et-vient, par son mouvement de retour, a distribué le fil de soie sur toute la bobine; sa circonférence ou son volume se trouvent augmentés de la grosseur de ce même fil. — C'est aussi à chaque mouvement du va-et-vient que s'opère la diminution de vitesse des bobines et cela dans la même raison de la grosseur du fil.

« Le va-et-vient n'y reçoit pas son mouvement par une manivelle; il est produit par la révolution d'une portion de cercle denté, qui engrène alternativement avec des crémaillères, ce qui rend la vitesse très uniforme, au moyen de quoi tous les pas de l'hélice, formés par le fil de soie sur la bobine, se trouvent parfaitement égaux entre eux et dans tous les temps; soit que les bobines soient vides ou pleines, au quart ou à la moitié, elles tirent toujours, à chaque tour qu'elles font, une même longueur de soie, pendant que les fuseaux ont tous fait un même nombre de révolutions, d'où il résulte une soie toujours également apprêtée, c'est-à-dire également tordue dans toutes ses parties.

« Le plan du moulin forme un parallélogramme de 16 pieds de long sur 15 pouces de large; outre que cette forme est beaucoup plus avantageuse pour le service du moulin, qui se trouve partout éclairé, elle épargne la moitié du terrain.

« Le travail s'y fait beaucoup plus commodément. Quand il faut augmenter ou

diminuer l'apprêt, on est obligé, dans un moulin ordinaire, de changer soixante-douze pignons. Un seul suffit dans le moulin nouveau, pour augmenter ou diminuer la vitesse de toutes les bobines, et par conséquent pour changer tout l'apprêt. »

Malgré tous ces avantages, le moulin à la Vaucanson ne fut pas adopté lors de son apparition, par les filateurs, et, si l'on y est revenu depuis, c'est pour l'organsinage; nous le retrouverons tout à l'heure et nous en donnerons la description faite par l'inventeur.

DOUBLAGE

Le doublage consiste, comme nous l'avons dit, dans la réunion de deux fils de soie tordus séparément et qu'on appelle *poils*.

Il nécessite deux opérations ou une opération double :

Un dévidage de deux fils, qui se marient en s'enroulant sur un seul fuseau et ensuite le tordage de ces deux fils pour en faire de la trame.

On comprend, du reste, que ces opérations peuvent se faire simultanément sur le moulin où les poils sont déjà sur des bobines; on met ces bobines sur des broches verticales de la machine où elles deviennent fuseaux, et l'on accouple les fils, de façon à les faire passer par deux, à l'aide du barbin, jusque sur les guindres, si, moulinant seulement pour trame, on veut avoir la soie en écheveau, ou sur de nouvelles bobines si la trame doit être doublée de nouveau pour faire de l'organsin.

ORGANSINAGE

Si la soie est en écheveau il faut la dévider pour assembler sur le même roquet... deux, trois ou quatre brins de trame, selon le titre qu'on veut donner à l'organsin.

Si elle est en bobines, on fait comme précédemment, et l'on marie le nombre de brins nécessaire, pour leur donner la torsion convenable, sur un moulin disposé d'une façon spéciale, c'est-à-dire pour que

la soie monte en écheveaux sur un guindre.

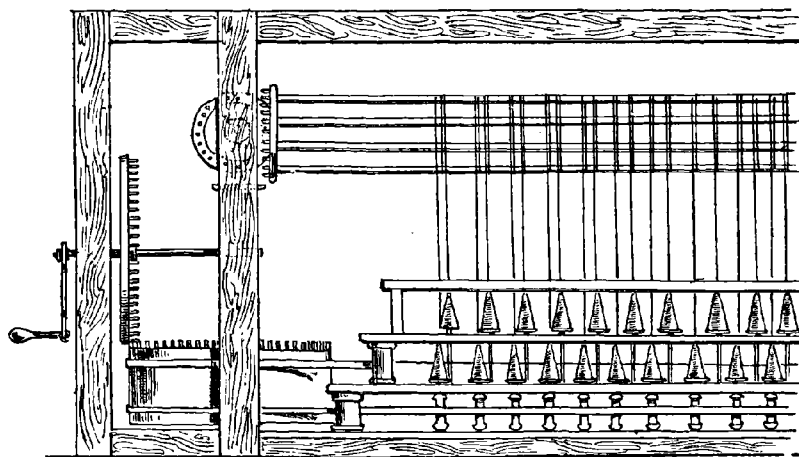
Nous avons vu la disposition adoptée par le moulin rond, voyons celle, beaucoup plus pratique, du moulin à la Vaucanson, qui remédie à de nombreux inconvénients dont les plus graves étaient : l'inégalité des écheveaux, par la raison que le fil s'y renvidait toujours au même endroit, ce qui faisait que les premiers tours étaient notablement plus courts que les derniers, et la nécessité de faire, sur le moulin même, ce qu'on appelle la *capieuse*, c'est-à-dire lier les écheveaux quand on les jugeait assez gros, et les retirer de sur le guindre pour faire place à d'autres.

« Ces inconvénients, dit Vaucanson, qui les fait clairement ressortir dans son Mémoire, ces inconvénients sont tous évités dans le nouveau moulin pour le dernier apprêt; les révolutions des fuseaux y sont tout aussi régulières et tout aussi constantes que dans le moulin du premier apprêt, puisque le mécanisme est absolument le même à cet égard; la soie y monte en écheveaux sur des guindres, mais tous les fils y sont conduits par des boucles ou guides attachés sur des tringles, qui ont un petit mouvement d'allée et venue et qui promènent insensiblement chaque fil de soie sur le guindre, et lui font former un écheveau de 10 lignes de large sur un quart de ligne d'épaisseur.

« Quand les guindres ont fait 2,400 révolutions et que chaque écheveau se trouve avoir 2,400 tours, il part, sans qu'on touche au moulin, une détente qui fait subitement reculer les tringles où sont attachés les guindres, ce qui fait changer de place à tous les fils de soie, qui viennent former un nouvel écheveau à côté du premier. Après 2,400 autres révolutions la détente part de nouveau, et tous les fils de soie se trouvent encore dans une nouvelle place pour former un troisième écheveau; ce qui se répète constamment, jusqu'à ce que tous les guindres se trouvent couverts d'écheveaux.

« Incontinent après le dernier tour du

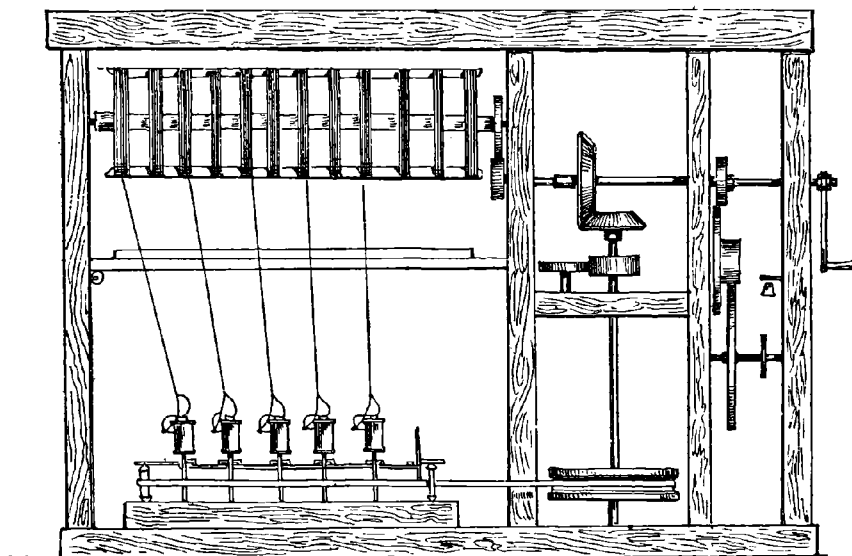
dernier écheveau, le moulin s'arrête de lui-même et avertit l'ouvrier, par une sonnette, de lever les guindres qui sont pleins et d'en remettre de vides. »



Moulin ovale.

Ce système est évidemment le point de départ du dévidoir compteur de M. Guilleny; mais il est excellent, puisqu'il donne précisément ce qu'on cherche, c'est-à-dire des écheveaux exactement de même longueur.

Il paraît, du reste, satisfaire pleinement nos filateurs, qui gardent leurs machines en bois, et n'adoptent point les appareils plus modernes que construisent les Anglais et qui d'ailleurs, malgré des perfectionne-



Moulin à la Vaucanson.

ments continuels, ne leur donnent pas toutes les satisfactions désirables.

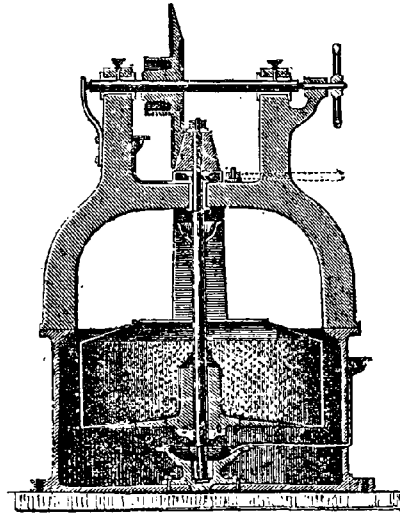
MOULINAGE MIXTE

Par ce titre nous entendons le procédé de

M. Aubenas, de Valréas, qui mouline la soie au fur et à mesure de son tirage, mais nous n'en parlerons que succinctement, ne con-

naissant pas les détails des appareils qu'il emploie.

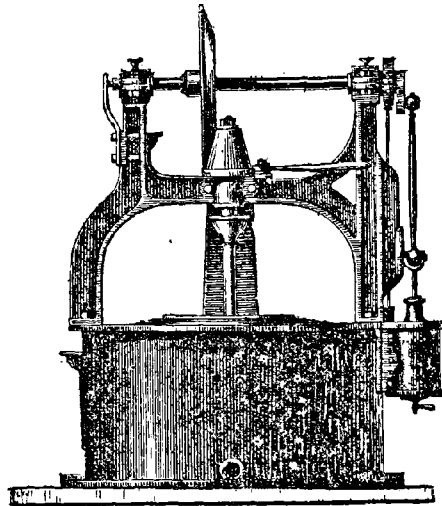
Ce procédé consiste surtout à filer lente-



Hydro-extracteur Buffaud pour tout moteur.

ment la soie, et à lui faire parcourir un assez long trajet avant d'arriver sur la bo-

bine. Pour cela, on installe le métier à filer au rez-de-chaussée pendant que la bassine,



Hydro-extracteur Buffaud, à moteur direct.

où trempent les cocons est au premier étage, ce qui nécessite deux ouvrières : l'ouvreuse qui bat les cocons et en tire les fils, et la

LIV. 133.

dévideuse, qui à la vérité surveille aussi le moulinage, mais cette dernière est dans des conditions bien meilleures pour la soie qui,

133

au lieu d'être dans une atmosphère rendue humide par la buée des bassines, se bobine à l'air sec.

De plus elle peut surveiller 35 à 40 fils à la fois, tandis que, par la méthode ordinaire, c'est tout au plus si elle peut en conduire cinq ou six.

Par ce système, au lieu de s'enrouler sur un tour, sous forme d'écheveau de soie grège, le fil, qui peut subir sans se briser une torsion considérable — jusqu'à 140 tours au mètre — par suite du parcours qu'il fait, s'envide tout mouliné sur des bobines.

En premier apprêt, naturellement; car pour le doublage et l'organsinage il faut une opération subséquente, par des procédés analogues à ceux que nous avons décrits.

Mais c'est déjà bien quelque chose que d'économiser deux opérations (le premier dévidage et le premier tors); la soie en a tant à subir avant d'être propre au tissage!

Ces opérations préparatoires sont : le blanchiment, le mettage en mains, la teinture, le dévidage, l'ourdissage, le pliage et le cannetage.

Nous allons les étudier séparément.

BLANCHIMENT DE LA SOIE

Le blanchiment de la soie a pour objet principal de la dépouiller de son enduit naturel (le grès) mais qu'on appelle plus communément gomme ou vernis, et qui contient quelquefois des principes colorants qu'il faut enlever par des dissolvants convenables.

On opère soit sur les fils, soit sur les tissus, mais nous n'avons à nous occuper ici que du blanchiment des écheveaux.

Le travail comprend des opérations distinctes, selon la nature des soies que l'on traite, car il y en a de trois sortes :

Les soies *cuites*, matière première de qualité supérieure, que l'on emploie à la fabrication des étoffes riches.

Les soies *souples*, qui servent à fabriquer les étoffes légères et à bon marché.

Et les soies *fermes* employées à la fabrication des gazes, des blondes et des étoffes qui doivent rester consistantes comme si elles étaient empesées.

Pour les soies cuites, il y a deux opérations : le dégommage et la cuite, qu'on appelle aussi le décreusage.

Le dégommage consiste à plonger dans de l'eau, contenant 30 pour cent de savon, très chaude, mais non bouillante, les écheveaux de soie enfilés sur des perches qu'on appelle lissoirs, disposées au-dessus de la chaudière et qu'il est facile de faire tourner dessus, pour que toutes les parties de l'écheveau soient immergées à peu près pendant dix minutes, quitte à recommencer l'opération dans une eau moins forte en savon, si l'on trouve, après séchage, que la soie n'est pas suffisamment dégommée.

Autrefois on se contentait de tordre les écheveaux à la cheville, mais aujourd'hui on les assèche au moyen de l'essoreuse qu'on appelle aussi hydro-extracteur.

L'essoreuse était à son point de départ un panier à salademécanique que Pentzoldt, ouvrier dans une fabrique de pianos, construisit pour sa femme; en le perfectionnant il en fit l'hydro-extracteur, consistant dans un double tambour en cuivre tournant rapidement sur un axe vertical, au moyen d'une manivelle.

La manivelle fut bientôt remplacée par un engrenage recevant le mouvement d'une courroie de transmission, et de nombreuses modifications furent apportées à l'appareil.

Les essoreuses se fabriquent aujourd'hui par nombre de constructeurs; les plus connues, surtout à l'usage de la soie, sont les hydro-extracteurs de MM. Buffaud frères, constructeurs de Lyon, dont ce fut une des spécialités.

Ils en fabriquent de deux sortes, l'un à courroie et à friction, combiné pour être mù indifféremment par un moteur à vapeur, hydraulique, ou à gaz. Il n'a pas de poulie folle; un embrayage la remplace et produit,

quand on le vent, l'arrêt, au moyen d'un frein circulaire, ce qui non seulement fait gagner du temps, mais évite les chances de salir les étoffes en procédant au graissage de la poulie.

L'autre est à moteur direct; il porte en effet fixée à la cuve une petite machine à vapeur, dont la bielle agit directement sur la manivelle de l'arbre horizontal, qui communique son mouvement à l'axe vertical commandant l'essoreuse, comme dans l'autre machine, par l'intermédiaire de deux roues d'angle à couronnes lisses dont la friction suffit pour imprimer au tambour une rotation de 1,200 à 1,300 tours à la minute.

Cette vitesse donne une telle puissance à la force centrifuge que les écheveaux de soie enfermés dans la partie tournante de l'appareil, espèce de panier à salade cylindrique, sont asséchés en moins de dix minutes, quelque trempés qu'ils fussent, et qu'il n'y a plus qu'à les mettre à l'étendage, sur des cordes, pour leur enlever toute humidité.

Les soies sèches on les soumet à la *cuite*, c'est-à-dire on enferme les écheveaux dans des sacs en canevas grossier qu'on appelle *poches*, et on les empile dans une chaudière contenant une dissolution bouillante de 15 à 20 pour cent de savon.

On soutient l'ébullition pendant une heure et demie en ayant soin de remuer les sacs, pour éviter que ceux qui occupent le fond de la chaudière ne reçoivent une trop grande chaleur; après quoi on les dégorge dans l'eau courante et on les fait sécher de nouveau.

Ces deux opérations enlèvent à la soie environ 25 pour cent de son poids.

Pour les soies souples, l'opération est différente et moins coûteuse, en somme, puisqu'elle n'enlève au produit que 18 pour cent de son poids.

On les plonge dans une eau régale, composée de 4 parties d'acide chlorhydrique et d'une partie d'acide azotique suffisamment étendue d'eau, que l'on chauffe à 33 degrés.

On les laisse dix minutes dans ce bain, puis on les dégorge à l'eau courante; on les soumet pendant 12 heures à l'action de l'acide sulfureux, et on les plonge ensuite dans un bain où il entre du bicarbonate de soude, ou simplement du savon blanc en quantité égale au dixième de leur poids.

C'est tout, mais à la condition de répéter le soufrage et le bain alcalin autant de fois que cela paraît nécessaire pour que les soies soient bien blanches.

Et comme, en sortant de là, elles sont généralement rudes, cassantes, on les assouplit en les trempant dans l'eau bouillante.

Après quoi on les sèche à l'essoreuse pour pouvoir les mettre en balles.

Les soies fermes ne doivent point subir le dégommeage, autrement elles ne pourraient pas conserver leur raideur naturelle.

Le plus généralement ce sont les soies écruées très blanches que l'on prépare ainsi, et dans ce cas il suffit de les passer en eau tiède et de les soufrer autant de fois que cela est nécessaire.

Si elles sont jaunes on les blanchit par l'eau régale comme nous l'avons dit tout à l'heure, ou, ce qui est plus coûteux d'ailleurs, et par conséquent moins usité, on les fait séjourner 48 heures dans un mélange d'alcool à 36 degrés, et d'un trente-deuxième d'acide chlorhydrique pur.

Tels sont les moyens anciens, pour le blanchissage des soies. On a essayé de beaucoup d'autres; les seuls qui aient donné de bons résultats, quoique présentant des inconvénients, sont le décreusage à la soude caustique et le décreusage à la vapeur.

Le premier consiste à faire bouillir la soie pendant une demi-heure, dans un bain contenant 12 pour cent du poids de la soie de soude caustique.

Ce système est économique, mais il donne peu de brillant au produit et attaque quelquefois assez profondément la fibre. Aussi ne l'emploie-t-on que pour les soies qui doivent être teintes en noir.

Le décreusage à la vapeur, essayé surtout en Angleterre, et qui consiste à lancer des jets de vapeur à travers les écheveaux convenablement disposés, serait le plus économique de tous s'il pouvait s'employer indifféremment pour toutes les soies, mais il blanchit à peine et ne laisse aucun éclat aux fils, qui ne se gonflent pas comme dans le décreusage au savon.

Reste à parler d'une opération que l'on

fait subir presque à toutes les soies de première qualité, mais surtout à celles qui doivent rester blanches, soit avec ce petit reflet rougeâtre qu'on appelle blanc de Chine, soit légèrement azurées, soit mates, ce qu'on appelle blanc de fil.

Cette opération est un nouveau bain dans l'eau de savon, assez concentrée pour qu'elle devienne mousseuse, et à laquelle on ajoute un peu de rocou pour le blanc de Chine, et



Mettage en mains.

plus ou moins d'indigo pour les autres blancs.

On immerge à plusieurs reprises et, au sortir du bain, on tord ou on essore la soie que l'on achève de sécher à l'air sur des perches, et que l'on porte ensuite au soufroid, si elle doit être employée blanche.

L'emploi du savon n'est pas indispensable, car à Lyon on ne s'en sert point, et l'on se contente d'azurer la soie dans de l'eau de source, convenablement additionnée de

teinte, après l'avoir soufroid au sortir de la cuite.

METTAGE EN MAINS

La soie blanchie, les écheveaux sont mis en matteaux ou masses dont on fait des balles, et c'est ainsi qu'elle arrive chez le fabricant.

L'opération de défaire ces matteaux s'appelle le mettage en mains; l'ouvrière qui l'accomplit ne se borne pas à ouvrir les éche-

veaux et quoique chez le moulineur ils aient été triés une première fois, de façon que les balles ne contiennent que des fils de même grosseur, elle en fait un nouveau triage beaucoup plus minutieux, en raison de ce principe de tissage que la première condition pour fabriquer une belle étoffe est la régularité de la matière première.

L'ouvrière, qui doit être très expérimentée et surtout très soigneuse, s'assied devant un

appareil porte-chevilles, que notre gravure nous dispense d'expliquer ; elle détord les écheveaux placés à sa portée, les ouvre l'un après l'autre sur une cheville, compare la grosseur des fils qui les composent... et réunit ensemble tous ceux qui lui paraissent de même titre.

Quand la balle entière est examinée et divisée par sortes, on réunit ensemble deux, trois ou quatre écheveaux qu'on appelle



Le bobinage

aussi *flottes*. Cette réunion forme une *pantine*.

Quatre pantines assemblées font une main.

Vingt mains font un paquet qui pèse environ un kilo cinquante, mais dont on constate le poids avec beaucoup d'exactitude, car c'est en paquets que la soie est envoyée à la teinture, et avec une matière première aussi chère et surtout aussi facile à faire disparaître, il est utile de prendre ses précautions.

Il va de soi, que chaque paquet ne con-

tient que des fils de même sorte, autrement ce n'aurait pas été la peine de les trier.

La metteuse en mains ne fait généralement que quatre choix, car il est bien rare que les balles contiennent des soies de différentes natures et surtout de différents apprêts ; mais on distingue les soies ouvrées en espèces beaucoup plus nombreuses que nous énumérons ici pour mémoire.

Outre la *trame* et l'*organsin*, dont nous avons déjà parlé et qui ne diffèrent en somme que par leur force, il y a :

La soie *ovale*, ainsi nommé parce que faiblement tordus, les fils qui la composent décrivent l'un sur l'autre une espèce d'ovale; elle sert à faire des lacets, des broderies, la couture des gants, et est, comme on le voit, peu employée en tissage.

La soie *plate*, soie grège commune, composée du tirage de 20 à 25 fils de cocons et qui ne sert que pour la tapisserie.

La *grenadine*, qui est une soie à deux fils très serrés par la torsion, et avec laquelle on fait des effilés et, selon qu'elle est commune ou fine, de grandes dentelles ou des dentelles noires.

La *grenade*, encore plus tordue, est surtout employée pour la passementerie et la fabrication des boutons.

La *fantaisie* est une soie inférieure, produite avec la bourre et le frison; elle sert principalement à la bonneterie, et aussi à la fabrication des foulards à bon marché.

Et enfin le *fleuret monté*, que les ouvriers lyonnais appellent *galette*, et qui provient des déchets de soie; il est employé en passementerie surtout pour faire la chaîne des galons d'or et d'argent.

Il y a aussi le *marabout*, qui est un fil de soie d'une préparation spéciale, c'est-à-dire que, mouliné déjà avant la teinture, il l'est encore après, ce qui lui fait perdre 4 ou 5 pour cent de sa longueur, mais lui donne une force d'une fois et demie plus grande; cela indique naturellement son emploi pour le tissage des soies riches et d'une grande consistance, de ces étoffes dont on dit vulgairement qu'elles se tiennent debout. Aussi ne fait-on du marabout qu'avec la plus belle soie blanche.

Naturellement aussi, et cela s'explique de reste, si le marabout doit être employé blanc, on ne le fait pas teindre, mais cela n'empêche pas le second moulinage.

TEINTURE DES SOIES

La teinture étant une industrie tout à fait à part, et qui n'est point spéciale à la soie,

nous n'entrerons pas ici, pour ne point sortir de notre cadre, dans le détail des nombreuses opérations qu'elle exige; elles sont d'ailleurs trop intéressantes pour être traitées sommairement. Nous ne considérons donc la teinture que comme une opération auxiliaire et nous supposons la soie revenue à la fabrique.

Là on la pèse de nouveau, soit par pannes, soit par mains, soit par paquets, selon qu'on veut faire une vérification plus ou moins rigoureuse.

Cette opération se renouvelle d'ailleurs à toutes les phases de la fabrication, chaque fois que la soie sort de l'atelier et y rentre.

Le poids est une grande question dans la soie, et question d'autant plus délicate que la matière est, comme on sait, très hygrométrique et peut absorber de 10 à 30 pour cent de son poids d'eau. Ce qui fait que sa pesanteur varie selon les températures.

Et c'est pour remédier à cet inconvénient que dans tous les centres de fabrication il y a un établissement public qu'on appelle la *condition des soies*, dans lequel les soies subissent une dessiccation parfaite après laquelle on les pèse pour juger de leur *conditionnement*.

BOBINAGE

Le bobinage consiste à mettre en bobine les écheveaux de soie revenant de la teinture. C'est en somme un nouveau dévidage qui se fait, soit sur des bobinoirs mus à la main ou mécaniquement et construits de façon à produire le plus grand nombre de bobines à la fois, soit, et plus communément, sur le dévidoir mécanique dont nous avons déjà parlé et dont notre gravure fera mieux comprendre encore le fonctionnement.

Ce dévidoir est muni de seize guindres et d'autant de broches portant les roquets; il se fait donc à la fois seize bobines ou roquets sans que l'ouvrière ait d'autre peine que d'actionner la machine, au moyen de

la marche-pédale qu'elle a sous les pieds, et de rattacher les fils qui se cassent pendant l'opération, sur laquelle nous passons brièvement puisque nous l'avons déjà décrite.

OURDISSAGE

Le bobinage est la première des opérations qui constituent la préparation de la chaîne; l'ourdisage est la seconde.

On appelle *ourdir*, assembler parallèlement entre eux, autant de fils de la longueur totale de la pièce que l'on veut faire, qu'il en faut pour former sa largeur, ce qu'on appelle généralement la lèze. Cela se fait sur un appareil nommé ourdissoir, assez ingénieusement disposé pour qu'une femme puisse le conduire sous trop de fatigue (voir notre gravure de la page 1064).

C'est un tambour vertical, de deux mètres de hauteur sur un diamètre d'un mètre cinquante, animé, par une manivelle, d'un mouvement de rotation sur son axe central, et autour duquel des chevilles sont fixées en haut et en bas.

L'ourdisseuse commence par *encantrer*, c'est-à-dire fixer un certain nombre de roquets, généralement quarante, sur des broches alignées, dans un double châssis, monté sur pieds, comme un banc, et qu'on appelle le *cantre*.

Elle fait passer ensuite les fils de chaque roquet dans une boucle en verre, puis elle les rassemble par un nœud, pour les faire passer dans un guide appelé *plot* et dont nous allons voir l'utilité tout à l'heure; après quoi elle les accroche aux chevilles de l'ourdissoir en ayant soin de les placer alternativement l'un dessus, l'autre dessous, de façon à ce qu'ils se croisent en s'enroulant sur le tambour.

Cette précaution, qui forme ce qu'on appelle l'envergure, a sa raison d'être; elle maintient les fils dans leurs positions respectives et facilite la recherche de ceux qui pourraient se casser pendant l'opération et qu'il faut nécessairement renouer, au fur et

à mesure que ces accidents arrivent, bien qu'on prenne des précautions pour qu'ils soient aussi rares que possible.

Pour mettre son ourdissoir en mouvement, l'ouvrière fait tourner de la main gauche une manivelle placée à sa portée et les fils de la cantre, guidés par le *plot*, — pièce mobile qui monte et descend verticalement le long d'un montant de la machine — s'enroulent en ruban autour du tambour, formant des spirales d'autant plus régulières que la tension de tous les fils du cantre a été plus égale.

Lorsque les 40 fils du cantre, qui forment ce qu'on appelle une *musette*, ont atteint la longueur que l'on veut donner à la chaîne, on attache en plusieurs endroits l'envergure qu'ils ont produite (précaution indispensable sans laquelle les fils se mêleraient), et l'on recommence à ourdir une seconde musette, puis une troisième et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait assez de fils pour former la largeur de la pièce.

Deux musettes composent une *portée*; mais le nombre des portées qui constituent la chaîne, varie selon le goût ou les usages du fabricant, et surtout selon la richesse de l'étoffe qu'il s'agit de tisser.

Ainsi, il est des pièces pour lesquelles 30 ou 40 portées sont suffisantes, tandis que d'autres, d'une largeur égale (60 centimètres), en exigent 100 et même jusqu'à 150, c'est-à-dire 12,000 fils.

On comprend alors qu'il soit utile de lier ensemble les musettes; car un si grand nombre de fils dévidés sur le même tambour s'emmêleraient infailliblement et la chaîne ne pourrait plus servir.

Sans ces ligatures, du reste, l'opération suivante, qui consiste à enlever la chaîne et à la plier sur le rouleau du métier, serait à peu près impossible.

PLIAGE

Le pliage comprend donc, en fait, deux opérations : par la première on enroule sur

un bâton tourné, qui est plus gros vers le milieu de sa longueur qu'à ses deux extrémités, tous les fils disposés sur l'ourdissoir; c'est le moyen le plus moderne, mais on se sert encore de l'ancien qui a fait donner le nom de *chaîne* aux fils longitudinaux d'une pièce.

Il consiste à faire tourner à rebours l'ourdissoir et à ressembler, de distances en distance, les fils ourdis par de gros nœuds non serrés et formant de larges boucles, qui

donnent, en effet, à la pièce l'apparence d'une chaîne.

La seconde opération est le montage des fils ourdis, sur l'ensouple de derrière, qu'on a préalablement enlevée du métier et placée sur deux chevalets, à une certaine distance d'un tambour horizontal, sur lequel on enrôle d'abord la pièce.

Notre gravure de la page 1065 nous aidera à expliquer l'opération.

Le plieur fait passer chaque musette



Ourdissage de la chaîne.

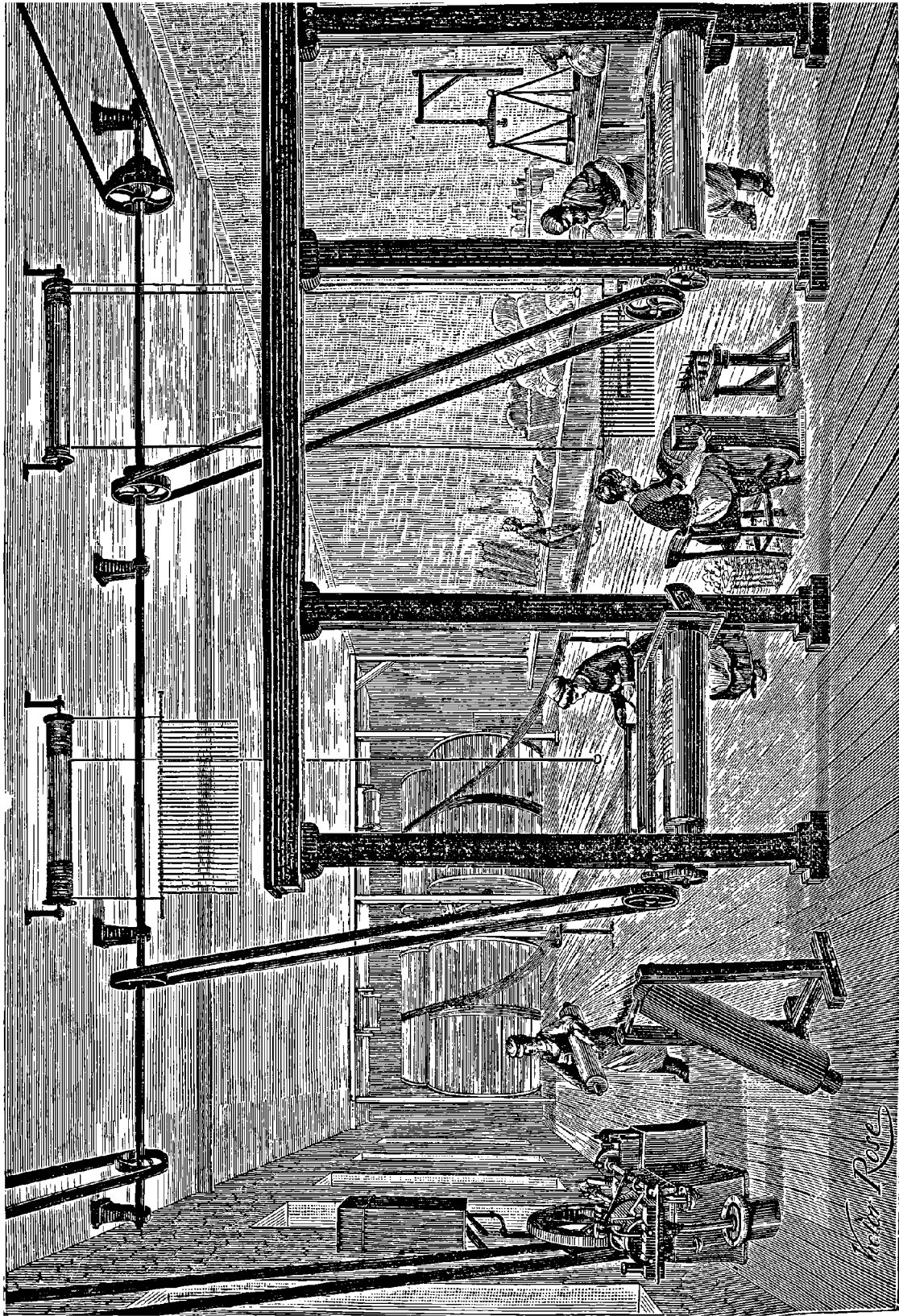
entre les dents d'un râteau, qui a juste la largeur de l'étoffe à tisser, puis il porte l'extrémité des fils sur le rouleau du métier à tisser, placé, comme il a été dit, sur deux chevalets, où il les fixe au moyen d'une baguette disposée pour entrer dans une rainure pratiquée dans la longueur du rouleau.

Il n'y a plus alors qu'à faire tourner ce rouleau au moyen d'une manivelle, pour étaler et enrôler régulièrement les fils qui

passent tous entre les dents du peigne, qu'un ouvrier tient à la main pour pouvoir dégager les fils qui se seraient emmêlés.

Chaque fois que le rouleau a fait cinq tours, on glisse sous la chaîne un papier qui servira plus tard pour suivre les progrès de l'opération du tissage.

C'est en somme assez facile, mais il importe que les fils aient toujours une tension égale; pour cela des contrepoids attachés au tambour l'empêchent de tourner



Lv. 135.

MÉTIER DE PLIAGE DES CHAINES POUR ÉTOFFES DE SOIE, ACTIONNÉS PAR LE MOTEUR OTTO.

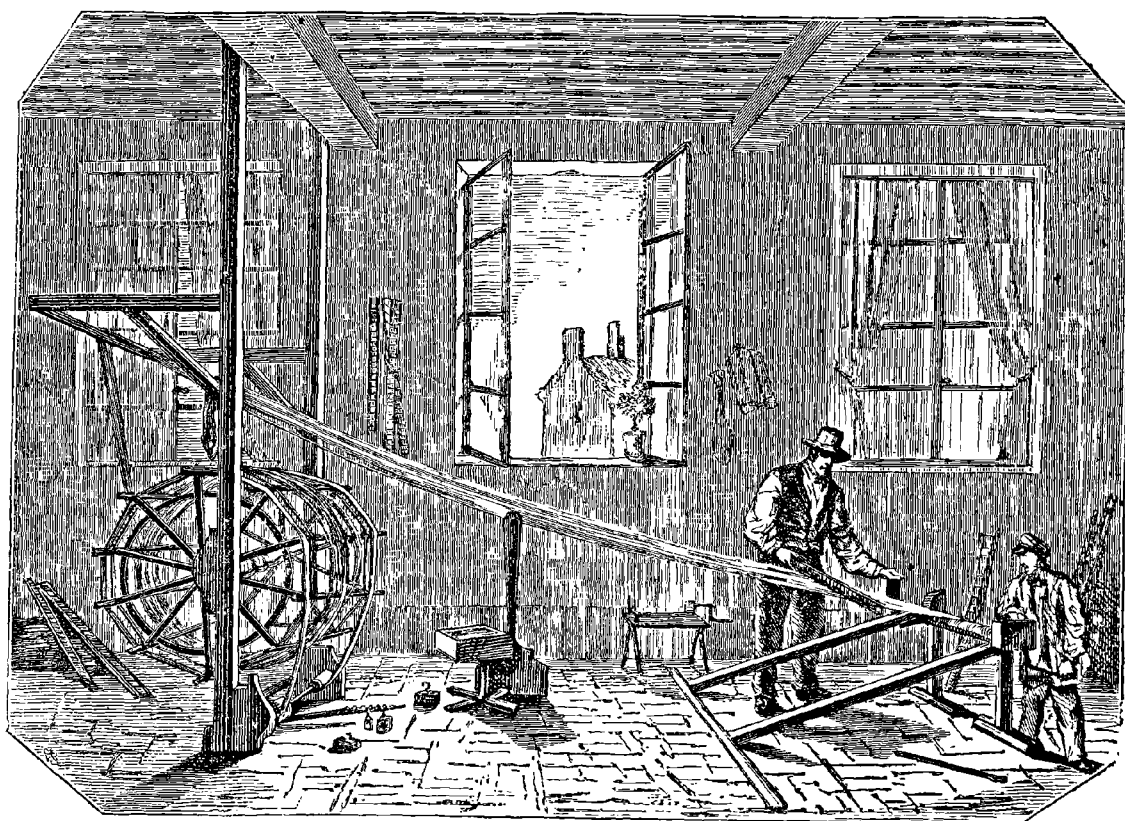
trop vite et maintiennent la régularité de la tension.

Quand le tambour est vide, la chaîne entière est sur le rouleau, et peut aller sur le métier.

Il est bien entendu que la manivelle tournée par un apprenti peut être remplacée

par une courroie de transmission, animée par un moteur quelconque.

Elle l'est du reste maintenant, dans beaucoup de fabriques, par le moteur Otto, dont l'emploi est si simple, si commode, qu'on le voit à peu près partout maintenant où l'on trouve du gaz pour l'alimenter.



Pliage de la chaîne.

Une de nos gravures hors texte montre son fonctionnement pour le pliage des chaînes, et d'une façon d'autant plus économique, que l'on peut actionner plusieurs rouleaux à la fois.

CANNETAGE

Dans cette première série d'opérations, il faut comprendre encore le *cannetage*, qui est la préparation de la soie pour la trame,

LIV. 134.

bien qu'il ne se fasse que dans l'atelier du tissage et au moment de le commencer.

On comprend facilement que les fils qui doivent servir à la trame ne peuvent être employés en roquets puisqu'ils doivent prendre place dans la navette; il faut donc qu'ils soient dévidés sur des bobines moins longues, moins grosses aussi, qu'on appelle *canettes*.

Les canettes ne sont même pas des hobi-

134

nes, ce sont de petits tuyaux de carton de cinq centimètres de longueur, autour desquels on pelotonne la soie de trame.

Autrefois, et souvent encore, car cette opération ne se fait point en fabrique mais chez les ouvriers tisseurs (les *canuts*, comme on dit à Lyon), qui ne sont pas toujours en mesure de renouveler leur matériel, et de remplacer un vieil outil par un moderne, — autrefois on se servait d'un rouet assez semblable à ceux qu'emploient les fileuses de chanvre et la canette était placée sur une broche qui était la continuation de l'axe de la plus petite des deux roues.

A côté de ce rouet (voir notre gravure de la page 1068), l'ouvrière avait un châssis vertical, garni de tringles en fil de fer, sur lesquelles étaient disposés deux ou trois roquets, quelquefois plus, selon le nombre de brins dont on voulait faire le fil de trame.

Elle réunissait tous ces brins entre le pouce et l'index de la main gauche et leur faisait subir une légère torsion pendant que la main droite imprimait au rouet un mouvement de rotation qui faisait enrouler le fil tordu autour du petit tuyau de carton.

Ce système fait certainement de bonne besogne, mais il est fatigant et ne peut produire qu'une canette à la fois.

Par le nouveau système on se sert d'une machine nommée canetière, qui peut en faire plusieurs en donnant beaucoup moins de peine à l'ouvrière.

Cette machine, que montre notre gravure de la page 1069, a beaucoup d'analogie avec le dévidoir que l'on connaît déjà ; seulement, au lieu d'être montée sur une table ronde, elle est droite, et les guindres y sont remplacés par une série de montants porte-broches, sur lesquelles on enfle autant de roquets garnis de soie, que l'on veut avoir de brins au fil de trame.

Chacun de ces montants correspond à une canette, enfilée horizontalement dans une broche, mise en mouvement par un

mécanisme à pédale, identique à celui du dévidoir, et sur ces canettes viennent naturellement s'enrouler, réunis en un seul par suite de leur passage dans une petite boucle de verre, tous les fils devant composer la trame.

Seulement, comme il importe que le fil de trame soit toujours composé d'un même nombre de brins, et que l'opération va trop vite pour que l'ouvrière puisse toujours s'apercevoir du bris d'un ou de plusieurs fils, elle en est prévenue par un mécanisme fort ingénieux.

La boucle de verre dans laquelle passe la trame est fixée au sommet d'une petite broche verticale, en bois, mobile dans une coulisse appelée *pantin*. Tant que le fil n'est pas rompu il est nécessairement tendu entre le roquet et la canette, et le pantin se trouve suspendu ; mais si le fil casse, le pantin, que rien ne soutient plus, retombe et son poids fait lever une petite bascule, qui arrête la canette et permet à l'ouvrière de réparer l'accident et de rétablir le nombre de brins nécessaire à la régularité de la trame.

LES MÉTIERS

La deuxième série des opérations comprend ce qu'on appelle le montage du métier, c'est-à-dire le corps, l'empoutage, le collage, l'appareillage, la remise et le peigne ; mais avant de nous en occuper en détail, il faut parler d'abord des métiers.

Nous ne nous occuperons naturellement que de ceux que on l'emploie aujourd'hui pour le tissage de la soie, et nous prendrons le plus simple, puisqu'il s'agit d'abord de faire connaissance avec les différentes pièces qui le composent.

Le plus ancien métier de tissage est le métier à marches, dont on se sert encore aujourd'hui, en soie, pour la fabrication des étoffes unies ; les métiers mécaniques que l'on emploie à peu près généralement pour le fil et le coton ne donnant pour la laine

et surtout pour la soie, que des résultats très médiocres.

Naturellement, on le modifie selon les travaux à exécuter, mais le principe est toujours le même.

Le métier se compose d'un bâti solide, immobilisé dans l'atelier, pour plus de rigidité, par des pièces de bois nommées *pontaux* qu'on appuie aux murs latéraux et au plafond, et de parties mobiles qui servent à exécuter le travail.

Le bâti cubique a 3 mètres de hauteur, autant de longueur, quelquefois même un peu plus, sur une largeur de 1^m,80 ; les deux pieds de devant sont unis par une traverse inclinée, assez large pour servir de siège au tisserand ; les traverses transversales prennent le nom de *clefs*, parce qu'en effet elles règlent le plus ou moins d'ouverture du métier.

Quant aux parties mobiles, nous allons les expliquer avec les lettres de renvoi de notre dessin.

A est l'ensouple de derrière ou l'ensouple proprement dite ; c'est le rouleau sur lequel nous avons vu déjà qu'on enroulait la chaîne après l'avoir enlevée de sur le métier.

B est l'ensouple de devant, qu'on appelle aussi *rouet* et ensouple de travail, et sur laquelle l'étoffe s'enroule au fur et à mesure de sa production.

Comme il est de première importance que la chaîne soit fortement tendue pendant le travail, l'ensouple de devant est munie d'une manivelle ou d'un levier, au moyen duquel on peut lui imprimer un mouvement de rotation, et d'une roue à dé clic ou d'un rochet qui l'empêche de retourner dans l'autre sens ; celle de derrière est pourvue d'un mécanisme quelconque qui ne lui permet de tourner que lorsqu'on agit sur l'autre.

Dans le métier perfectionné, que représente, en action, notre gravure de la page 1073, le rouleau de devant s'appuie à gauche sur un support en fer ou en

fonte qui s'appelle la *patte du régulateur*, le support du côté de droite étant le *régulateur*.

C'est un cadre en fonte, à la partie inférieure duquel est pratiquée l'ouverture qui supporte le tourillon de l'ensouple ; la partie supérieure porte deux roues : celle d'en haut à rochet, — munie d'une manivelle et de deux cliquets, qui la laissent tourner librement de gauche à droite, mais pas dans l'autre sens, — communique par un pignon avec la seconde qui fait de même avec une troisième, plus grande, solidement fixée au rouleau.

On comprend qu'en tournant la manivelle on opère sur la chaîne une tension réglée par les cliquets et augmentée par la résistance que fait le rouleau d'arrière, chargé de contrepoids.

Sur notre gravure, on voit à l'arrière du métier une caisse suspendue à deux cordes ; lesquelles sont enroulées chacune trois fois sur le rouleau et se terminent à leur autre extrémité par un contrepoids.

En mettant dans cette caisse des pierres, ou n'importe quel objet pesant, on contrebalance le contrepoids, et alors tout ce que l'on ajoute dans la caisse est supporté par la chaîne, et lui donne la tension que l'on doit savoir approprier à chaque genre d'étoffe qu'il s'agit de tisser.

C C sont les *lisses* ou lacs, ensemble de ficelles munies soit de boucles, soit d'anneaux de verre ou de métal, destinées à laisser passer les fils de la chaîne, et qui sont reliées en haut et en bas par deux réglettes, dont l'une, la supérieure, est attachée à une corde qui va passer sur la gorge d'une poulie, tandis que l'autre communique, par des attaches semblables, avec les pédales P P sur lesquelles l'ouvrier appuie alternativement ses pieds et qu'on appelle marches.

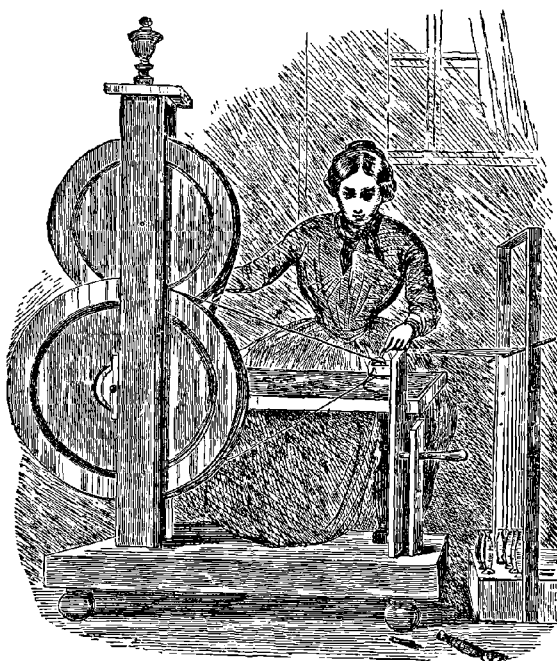
Voici, d'ailleurs, une description technique : « Une lisse se compose d'une lame horizontale en bois qu'on nomme *lisseron* ou *lamette*, haute d'environ deux pouces et

d'une largeur proportionnée à celle de l'étoffe; sur le lisseron sont à cheval les *mailles*, boucles en cordonnet très fin, dans chacune desquelles doit passer un des fils de la chaîne. Ces mailles sont tenues dans une position verticale par un lisseron semblable à celui qui les porte, et auquel sont attachés des poids en plomb destinés à leur donner une tension égale.

« Elles sont ordinairement en soie pour les étoffes très fournies en chaîne, et en fil

ou en coton pour celles qui le sont moins : la raison en est que, plus il y a de fils dans une pièce et par conséquent de mailles dans une lisse, plus le frottement est considérable, et que, dans ce cas, le fil ou le coton ne tarderaient pas à former une bourre qui d'abord aurait l'inconvénient de grouper les fils entre eux, et ensuite de laisser dans l'étoffe un duvet qui ternirait l'éclat de la soie.

« Le nombre des mailles de chaque lisse



Roues pour le cannetage.

dépend du *compte* de chaînes, ou du nombre de fils qui la composent, et du nombre des lisses, lequel dépend à son tour du tissu que l'on veut fabriquer. »

On comprendra mieux cela tout à l'heure quand nous nous occuperons du montage du métier; l'important pour le moment est que l'on sache que les lisses ont pour but de diviser par le mouvement du haut en bas que leur impriment les marches, en deux parties égales, et alternativement, les

fils de la chaîne, de façon que le fil de trame, chassé par le mouvement de va-et-vient de la navette, se croise avec les fils de la chaîne pour former le tissu. A cet effet les lisses, quel qu'en soit le nombre, selon le grain qu'on veut donner à l'étoffe, mais qui naturellement ne saurait être inférieur à deux, sont suspendues chacune à un crochet du mécanisme qui a pour mission de les faire mouvoir.

Celles qui doivent faire lever les fils im-

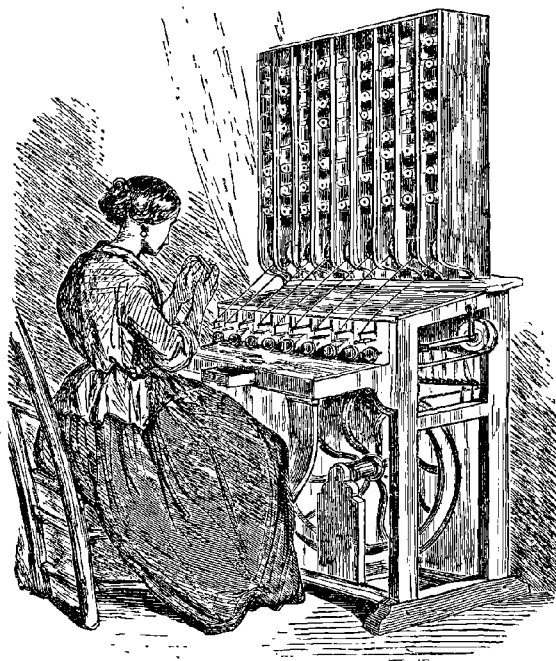
pairs et qui se meuvent de bas en haut s'appellent *lisses de levée*, celles qui doivent faire baisser les fils *pairs* s'appellent *lisses de rabat* et leur ensemble prend le nom de corps de lisses, ou *remisse*.

Est le *battant*, qui consiste en un cadre de bois suspendu en haut du bâti, de façon à pouvoir osciller d'avant en arrière et venir *battre* l'étoffe au fur et à mesure qu'elle se tisse, et serrer les uns contre les

autres, les fils de la trame à chaque coup de navette.

A cet effet, il est muni à sa partie inférieure d'un instrument qu'on appelle *peigne* à cause de sa forme, mais dont le nom véritable est *ros*, par abréviation du roseau, avec lequel ses dents étaient fabriquées jadis.

Le peigne se compose de petites lames d'acier poli extrêmement minces et placées



Cannetière.

verticalement dans une rainure pratiquée dans la largeur du battant, à l'endroit même où celui-ci rencontre les fils de la chaîne; mais il n'est pas indispensable qu'il ait précisément autant de dents que la chaîne contient de fils, car on en passe toujours 2 ou 3, quelquefois cinq et plus, dans chaque dent.

Enfin au-dessous du peigne, du moins dans les battants modernes qu'on appelle

battants à bouton et au marcheur, et dont nous donnons un dessin détaillé, se trouve en A une longue boîte appelée *masse* ou *chasse*, dans laquelle glisse la navette.

Plus longue que le battant, cette masse porte à ses deux extrémités les deux boîtes BB où se réfugie la navette après chaque passée de trame. Une petite pièce, munie d'un anneau de buffle, glisse dans une rainure et commande la navette en lui communi-

quant son mouvement de va-et-vient, au moyen de cordes qui vont passer dans une poulie fixée à la traverse supérieure du métier et qui aboutissent à un bouton C, que l'ouvrier tient à la main, et qu'il n'a qu'à tirer pour que la navette fasse une passée.

Un autre système de poulies, non moins ingénieux, permet de faire agir automatiquement le battant, qui chaque fois que le tisseur appuie sur une marche se recule d'une quantité convenable et retombe de tout son poids sur l'étoffe, pour battre le coup de trame, sitôt qu'on lâche la marche.

Plus le tissu est consistant, plus il faut que le coup de trame soit fort ; dans ce cas on ajuste au battant, à l'aide de boulons à oreilles, des poids proportionnés à la force qu'on veut obtenir, et qui vont quelquefois jusqu'à 100 kilogrammes.

Ce système permet de faire le travail plus vite et surtout plus régulièrement que celui qui consistait à lancer la navette à la main et à tirer à soi le battant, après chaque passée, pour appuyer le coup de trame, et il ne nécessite qu'une simple modification dans la forme de la navette.

Elle est généralement en buis, d'une longueur de 15 à 20 centimètres. Conique aux deux extrémités, pour que les fils de la chaîne ne puissent s'y accrocher, et évidée dans le milieu, de manière à recevoir dans sa cavité la canette, qui y est fixée sur une petite broche appelée *pointiselle* autour de laquelle elle tourne, en se déroulant. Le petit trou par lequel le fil de trame s'échappe à chaque passée se nomme *agnolet*.

Nous en avons fini avec la description de la machine ; il nous reste cependant à parler d'un instrument accessoire appelé *temploir* et qui, précisément parce qu'il est accessoire, ne se voit pas sur notre dessin.

Il a pour objet de maintenir uniforme la largeur de l'étoffe et se compose de deux règles assemblées en forme de compas, que l'on ouvre à la largeur voulue, et dont on enfonce les extrémités garnies de dents

dans les deux lisières du tissu, dont la chaîne est toujours faite avec des organsins plus gros, d'une qualité moindre et d'une couleur différente.

MONTAGE DU MÉTIER

Maintenant que nous connaissons le métier, nous pouvons suivre avec fruit les opérations de son montage, ce qui est, en somme, la mise en train du tissage.

Il est bien entendu que nous ne nous occupons encore que de la fabrication des étoffes unies.

REMETTAGE

Au début, la chaîne est enroulée sur l'ensouple de derrière ; il faut nécessairement qu'elle soit fixée sur le rouleau de devant, mais il faut d'abord que tous les fils qui la composent soient passés, un à un, dans toutes les mailles des lisses, ainsi qu'entre les dents du peigne fixé au battant. C'est ce qu'on appelle le remettage, et les ouvrières, dont le travail exige autant de patience que d'adresse, s'appellent des *remetteuses*.

Il y a deux façons de procéder : le remettage suivi et le remettage amalgamé ; mais dans l'un ou l'autre cas il faut toujours prendre les fils un à un en commençant par la gauche du métier et les passer dans les mailles et dans le peigne.

Le remettage suivi étant le plus usité, est celui que nous décrivons ; il s'exécute en passant le premier fil de la chaîne dans la première maille de la première lisse, le second fil dans la première maille de la seconde lisse, le troisième dans la deuxième maille de la première lisse, le quatrième dans la deuxième maille de la deuxième lisse, et ainsi de suite, de façon que tous les fils impairs passent dans les mailles de la première lisse et tous les pairs dans celles de la deuxième, afin que la lisse de levée porte le même nombre de fils que la lisse de rabat, pour que le croisement de la navette soit régulier.

Cela ne paraît pas très compliqué; mais ce croisement simple, qui s'appelle *armure taffetas*, n'est pas le seul usité, en soieries surtout, où l'on donne aux tissus des grains ou aspects particuliers, tels que satin, gros de tour, etc., qui nécessitent l'emploi d'un plus grand nombre de lisses.

Ces aspects, même dans l'uni, peuvent se varier presque à l'infini, mais il n'y a en principe que quatre espèces d'armures fondamentales :

L'armure taffetas, la moins compliquée de toutes, qui se tisse avec deux lisses, qui montent et baissent alternativement, chacune la moitié de la chaîne.

L'armure serge ou le sergé qui exige au moins trois lisses que l'on monte de différentes manières, soit deux impaires et une paire, soit autrement. Ce tissu a un envers, et cela se comprend : la trame paraît plus que la chaîne du côté où deux lisses sont fixées à une marche contre une à l'autre.

L'armure croisée se compose d'au moins quatre lisses, souvent davantage, mais en nombre pair, de façon que la chaîne se croise par moitié avec la trame.

Et *l'armure satin*, qui exige au moins cinq lisses, mais pour la fabrication de laquelle on en met presque toujours huit se répartissant également les 150 portées ou 12,000 fils de la chaîne.

On voit d'ici quel travail de patience pour la remetteuse qui est obligée de passer le premier fil dans la première maille de la première lisse, le deuxième dans la première de la deuxième, et ainsi de suite jusqu'au huitième, en recommençant avec le neuvième dans la seconde maille de la première lisse et en continuant toujours et sans faire d'erreur, ou du moins sans la laisser non réparée; car ce qu'il faut surtout, c'est que les fils de la chaîne soient répartis régulièrement pour que le tissu ait tout son lustre.

PIQUAGE AU PEIGNE

Les fils passés dans les lisses, il faut ensuite les introduire entre les dents du peigne; mais le travail est plus facile, plus prompt surtout, car on les y passe par deux, par trois, quelquefois par cinq, mais cependant toujours régulièrement; c'est un calcul facile à faire étant connus le nombre de parties de la chaîne et celui des dents du peigne.

Cette opération, qu'on appelle piquage au peigne, exige deux ouvrières : l'une qui se place entre le remisse et le battant pour choisir les fils, et l'autre qui est derrière le peigne et qui, au moyen d'un crochet plat, très mince, qu'on appelle passe-fils, attire de son côté, en les passant entre chacune des dents du peigne, les fils que la première ouvrière lui présente.

Quand les fils sont passés dans le remisse et dans le peigne, on les noue devant le peigne en petites parties, de façon qu'ils ne puissent plus s'échapper, et c'est par ces nœuds, pratiqués rigoureusement sur une même ligne transversale, que la chaîne est fixée au rouleau de devant, car autrement il se formerait dans la chaîne des parties plus lâches ou plus tirantes que les autres.

Cela fait, le métier est monté et l'ouvrier, ayant à sa disposition un certain nombre de canettes, peut commencer le tissage.

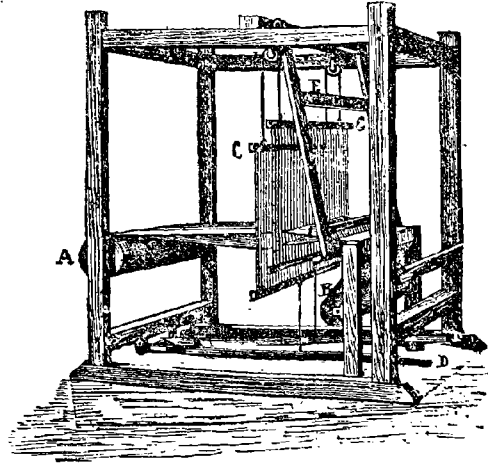
TISSAGE DES ÉTOFFES UNIES

Cette opération n'aurait plus guère besoin de description après tout ce que nous venons de décrire; aussi ne ferons-nous plus qu'une récapitulation, à l'aide de notre gravure de la page 1073.

L'ouvrière se place devant son métier, s'assied sur la traverse inclinée à cet effet des poteaux de l'avant, de façon à pouvoir alternativement, avec chacun de ses pieds, enfoncer les marches qui se trouvent au début à la même hauteur, de même que les lisses qu'elles commandent.

Appuyant son pied sur l'une des pédales, elle fait baisser les lisses correspondantes et monter toutes les autres.

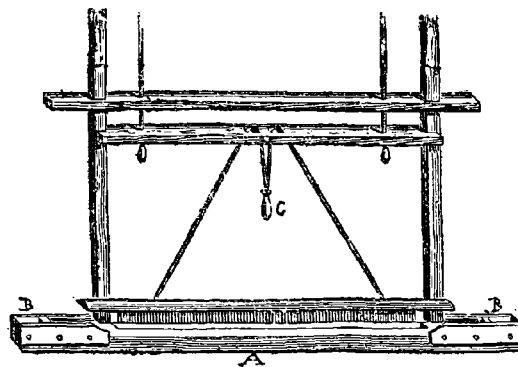
Dans notre dessin, le métier est au pas ouvert, c'est-à-dire qu'il est représenté au moment où l'ouvrière a enfoncé la marche



Métier à marches.

et produit par ce fait l'écartement des deux parties de la chaîne, l'une élevée par trois lisses, l'autre abaissée par trois autres. Il résulte de ce mouvement un parallélogramme formé par les fils de la chaîne dans l'angle duquel l'ouvrière fait passer la navette chargée de la canette du fil de trame.

Nous savons déjà que la navette fait sa passée dans un guide placé au bas du battant et qu'il n'y a pour cela qu'à tirer le bouton dont la ficelle le met en mouvement; la trame passée, le battant s'abaisse et vient frapper le coup de trame de façon à serrer le tissu.



Battant à bouton.

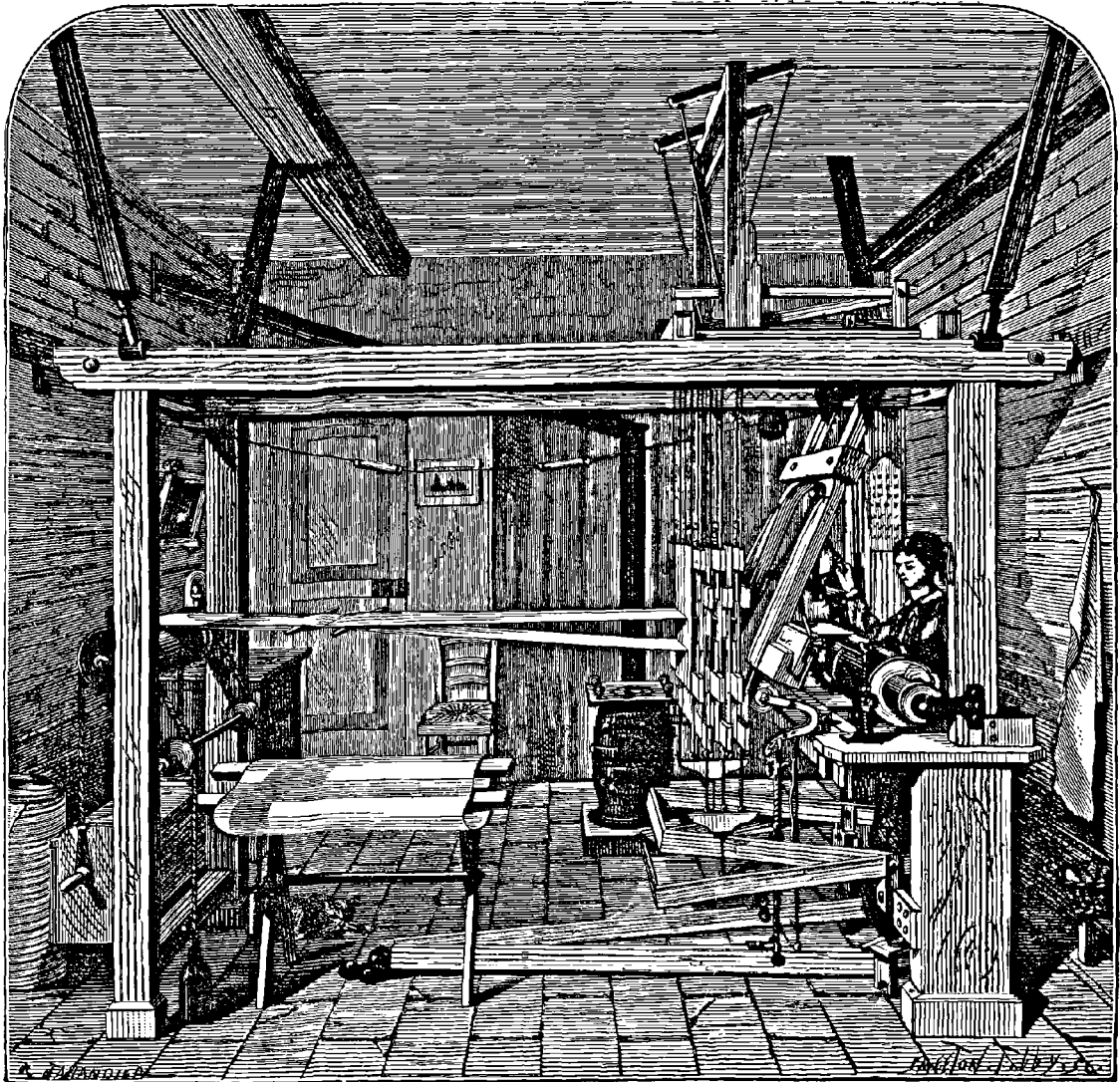
Cela fait l'ouvrière enfoncer la seconde marche : la partie de la chaîne qui était en dessus, se trouve en dessous, et *vice versa*,

la navette chassée de nouveau revient à son point de départ en déposant le fil de la trame dans le nouvel écartement, un nouveau

coup de battant serre la trame près du premier fil et ainsi de suite jusqu'à ce que la pièce soit finie, en ayant soin de faire tourner le rouleau de devant, qui doit recevoir

le tissu fabriqué, au fur et à mesure, de façon à avoir toujours l'extrémité du battant à portée de la main.

Mais à l'aide d'un système nouveau l'ou-



Métier pour fabriquer les étoffes de soie unies.

vrier n'a même plus besoin de s'occuper de l'enroulement de l'étoffe.

Au-dessous du rouleau de devant se trouve une barre de bois, transversale au métier, fixée à l'une de ses extrémités, commandée

Liv. 135.

à son centre par les marches et correspondant par l'autre extrémité, au moyen d'une corde, à un levier muni de cliquet, actionnant la roue à rochet du régulateur.

A chaque coup de trame, ou pour mieux

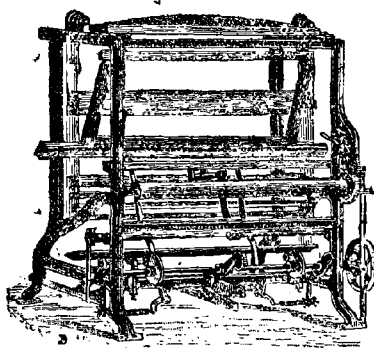
135

dire, chaque fois qu'une marche est enfoncée, le levier est soulevé et fait tourner la roue à rochet d'une quantité correspondante à l'épaisseur du coup de trame sur l'étoffe; il s'ensuit donc que le tissu s'enroule de lui-même, au fur et à mesure de l'opération, sur l'ensouple de devant.

Un autre perfectionnement qui améliore sensiblement le travail en diminuant la fatigue de l'ouvrier, consiste dans l'addition, entre le battant et le rouleau de devant, d'un petit rouleau que l'on peut, à l'aide de supports à vis, hausser ou baisser à volonté, de façon à maintenir le tissu à une hauteur constante.

Avant l'adoption de ce système, le rouleau de devant grossissait d'autant plus que la pièce approchait de sa fin; il fallait élever le battant et le remettre au fur et à mesure que l'étoffe s'élevait elle-même, ce qui faisait perdre beaucoup de temps et était cause de beaucoup d'imperfections.

Car la moindre irrégularité, dans l'arrangement des pièces d'un métier, peut l'empêcher de fonctionner; la soie est une étoffe si délicate que la moindre négligence apportée à l'une des opérations, soit de la préparation, soit du travail, occasionne dans l'étoffe des défauts très apparents et qu'il n'est pas toujours possible de réparer.



Métier pour le tissage mécanique.

C'est pour cela que les métiers mécaniques, dans lesquels les mains de l'ouvrier sont remplacées par des moteurs hydrauliques, à vapeur, ou à gaz, ne sont employés en soierie que pour la fabrication des étoffes à bon marché; encore le moteur à gaz est-il le seul qui donne des résultats satisfaisants parce qu'il est presque aussi facile de régler son travail que celui d'un ouvrier. Il est du reste assez usité à Lyon, à Saint-Étienne, et même pour le tissage des étoffes façonnées.

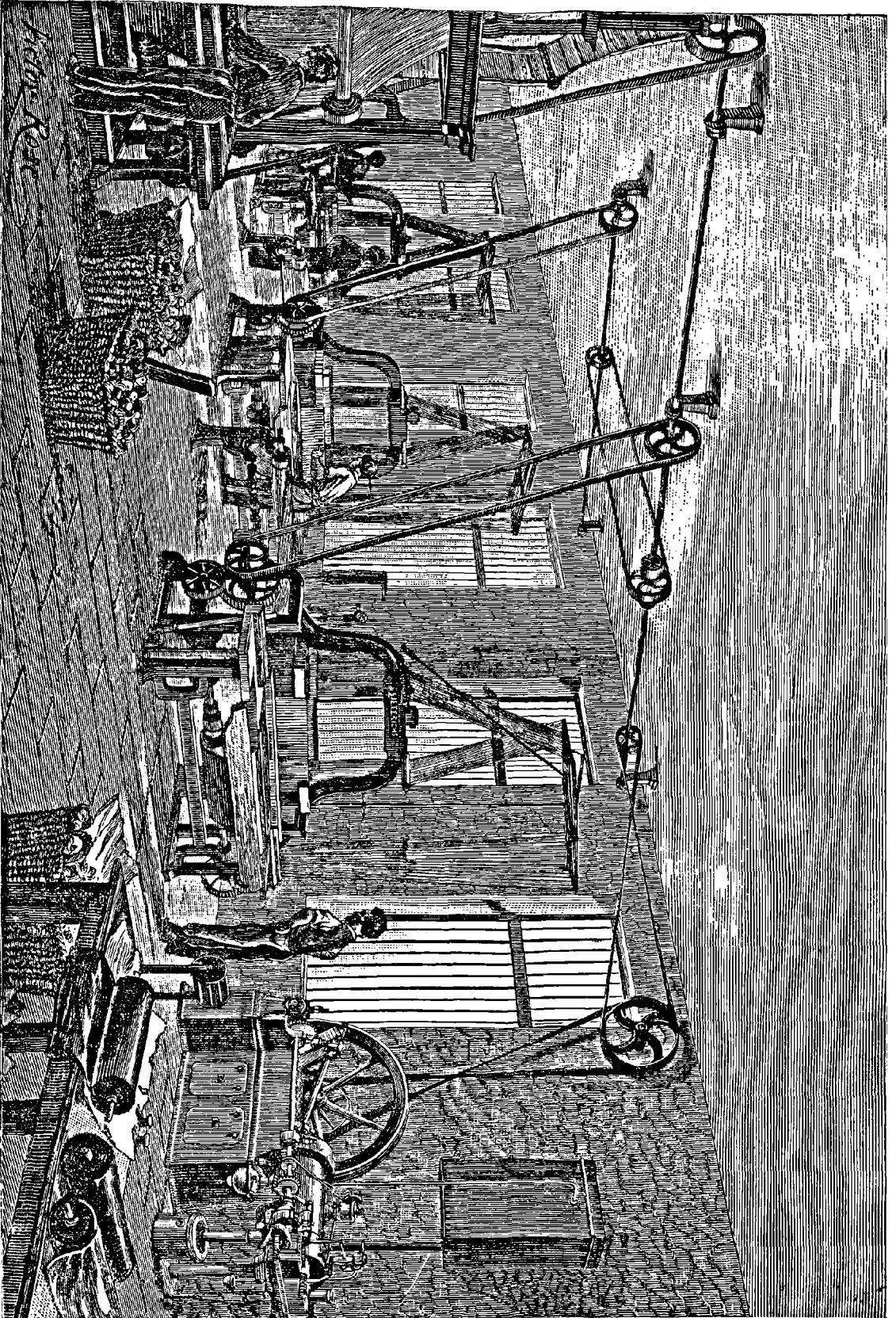
Nous n'entrons point dans le détail des métiers mécaniques, qui partent du même principe que les métiers à marches et n'en diffèrent que par les rouages qui doivent déterminer les trois mouvements alternatifs nécessaires à l'opération.

TISSAGE DU VELOURS

Les velours unis et les peluches forment la catégorie des tissus du second genre; leur fabrication a lieu sur le métier à marches ou sur le métier mécanique convenablement modifié. Elle ne diffère d'ailleurs de celle des tissus ordinaires que parce qu'ils ont deux chaînes superposées.

Ces deux chaînes sont entrelacées l'une dans l'autre en forme d'S sans fin, la première, l'inférieure, devant former le fond ou le corps, tandis que la supérieure sert à former le poil du tissu.

Cet entrelacement se fait, sur le métier, par portions de chaînes tendues entre les deux rouleaux, au moyen de deux baguettes



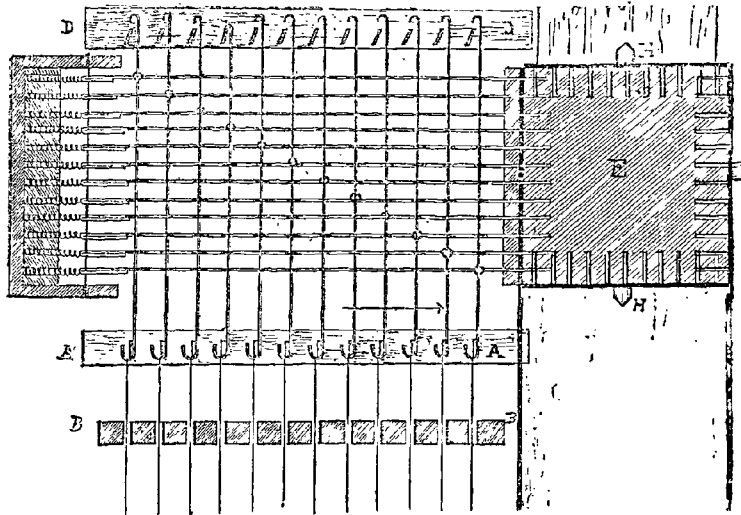
LIV. 140.

MÉTIER S A FISSER SYSTEME DIEDERICHTS, POUR ÉTOFFES FAÇONNÉES, ACTIONNÉS PAR UN MOTEUR OTTO.

de cuivre appelées *fers*, de forme ovoïde, qui ont en longueur un peu plus que la largeur de l'étoffe.

L'ouvrier place successivement ces fers

dans les boucles produites par la rencontre des deux chaînes, de façon à les accentuer de toute l'épaisseur que doit avoir l'étoffe ; puis il les retire à mesure qu'une rangée de

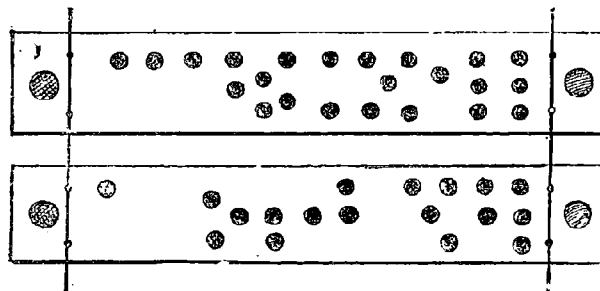


Mécanisme du système Jacquard.

boucles est faite, en ayant soin d'en retirer qu'une à la fois pour que les boucles ne se défilent pas.

Les chaînes ainsi préparées et fixées à des lisses disposées à cet effet, on tisse comme à l'ordinaire, si l'on veut faire du velours épingle ou frisé.

Si, au contraire, on fabrique de la peluche, on coupe, avec un couteau spécial nommé *rabot*, l'extrémité des boucles de la chaîne supérieure au moment où elles sont encore soutenues par le fer, qui est muni, à cet effet, d'une rainure longitudinale dans laquelle s'appuie le rabot.



Cartons découpés. — Système Jacquard.

Quelquefois pourtant, pour les velours ras de petite lèze, et principalement pour les rubans, on tisse en double, c'est-à-dire à quatre chaînes, et le métier est pourvu au

rouleau de devant d'un rasoir qui fend l'étoffe en deux.

Mais c'est là une fabrication spéciale, qui n'est pas de la soie proprement dite et ne

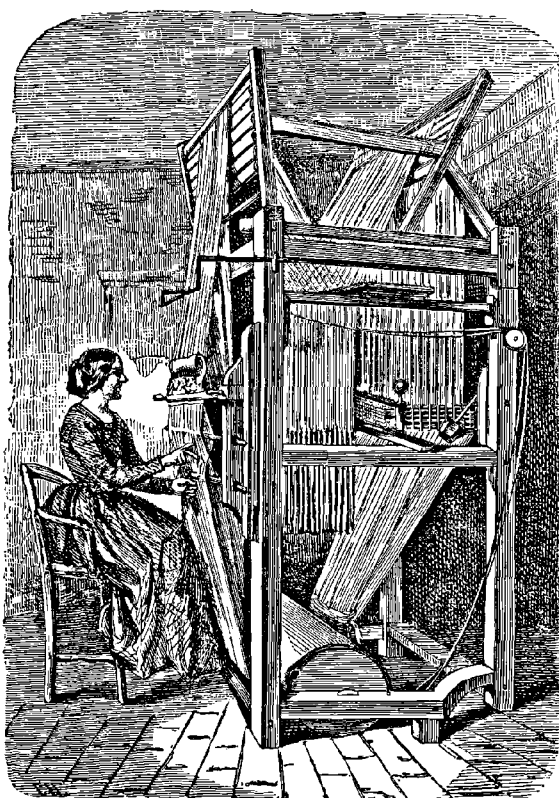
lui appartient que par la matière première.

TISSUS FAÇONNÉS

Nous arrivons à la partie la plus difficile, mais aussi la plus intéressante de la fabrication de la soie, les tissus *façonnés* ou *figurés*, nommés ainsi parce qu'ils sont ornés de dessins de couleurs variées, obtenus par

des croisements particuliers de fils de tons différents.

Il ne s'agit plus seulement de lisses qui soulèvent ou rabaissent la moitié de la chaîne; il a fallu trouver de nouveaux moyens, combinés de telle sorte, que chacun des fils de la chaîne puisse se mouvoir soit isolément, soit avec d'autres diversement



Le lisage. n. 1082

espacés, pour produire, par chaque passée de trame, qu'on appelle une *duite*, des dessins déterminés.

Empruntons la théorie de l'opération à M. Alcan, professeur de tissage au Conservatoire des Arts-et-Métiers.

« Supposons qu'on ne lève qu'un seul fil sur une ligne et qu'aussitôt on passe une *duite*, il s'ensuivra que, sur toute la largeur de cette ligne, la trame ne sera apparente

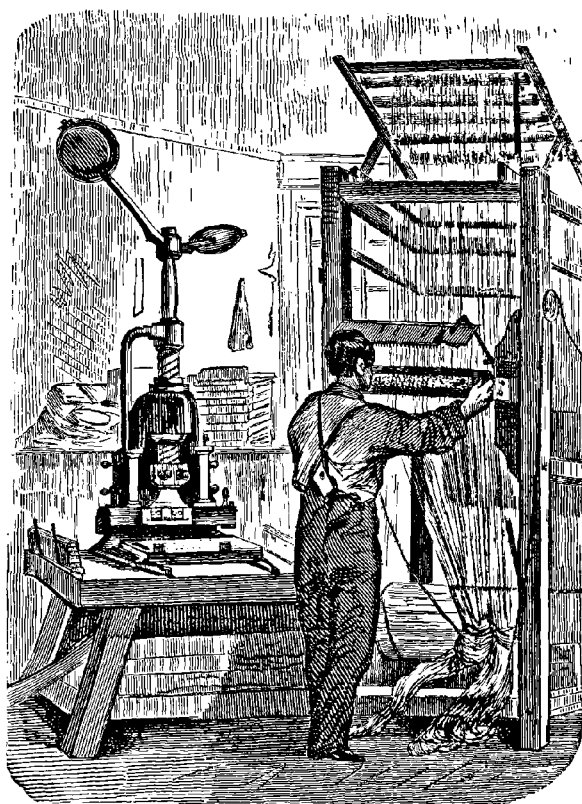
qu'en un seul point, dont la grosseur égalera celle du fil.

« Si nous supposons encore que les fils de la trame soient d'une couleur et ceux de la chaîne d'une autre, que par exemple les premiers soient blancs et les seconds noirs, il est facile de comprendre qu'on pourra réaliser sur la même *duite* autant de points semblables qu'on voudra; il suffira pour cela de lever un égal nombre de fils.

« On concevra également que cette manœuvre peut varier pour chaque duite, suivant des combinaisons de croisement et de couleurs arrêtées d'avance, et de manière à produire des effets aussi variés que ceux que produirait le crayon du dessinateur, ou mieux le pinceau d'un peintre ; crayon et pinceau dont chaque fil tient en quelque sorte lieu.

« Enfin, on comprendra aussi que, comme dans tout dessin, même dans le plus compliqué, il y a toujours des parties qui se répètent. il est possible de simplifier le travail du tisseur en réunissant et en faisant mouvoir ensemble tous les fils d'une même ligne, ou d'une duite, destinés à réaliser des effets semblables. »

Toute la question est donc en effet dans



Le piquage (première opération).

les moyens pratiques d'enlever les fils de la chaîne au moment opportun.

Jusqu'au xvii^e siècle on se servit de métiers, dits à la *petite tire*, dans lesquels un ouvrier placé au-dessus du métier tirait les fils qu'il fallait, au commandement du tisseur. Claude Dagon inventa les métiers à *grande tire*, en changeant la disposition des cordons de tirage, de façon qu'on pût

les manœuvrer d'en bas. Ce système permit de faire des étoffes plus larges.

En 1725 un ouvrier, nommé Bazile Bouchon, inventa un mécanisme — connu sous le nom de Falcon parce que c'est dans l'atelier de celui-ci qu'il fonctionna plus tard, — qui remplaçait l'inextricable complication des nœuds et de cordes, aux lacs qu'il fallait toujours tirer, par des bandes de

carton percées de trous en des points déterminés par le dessin et réunis ensemble, de façon à former une surface continue.

C'est le point de départ du métier Jacquard, fusion heureuse des cartons de Falcon et des organes caractéristiques d'une machine que Vaucanson avait inventée et qu'il ne put jamais réussir à faire adopter, ce dont il se vengea en la faisant fonctionner par un âne.

C'était fort spirituel, mais cela ne prouvait pas que la machine, qu'on peut voir au Conservatoire des Arts-et-Métiers, fût pratique; pas plus du reste que celle que construisit ensuite Falcon.

MÉTIER A LA JACQUARD

La seule qui le fut réellement est la machine de Jacquard, qui ne date que du commencement du siècle. Encore ne le devint-elle qu'après les perfectionnements qu'y apporta un mécanicien habile, nommé Breton, de 1805 à 1816; c'est alors que le métier, dit à la Jacquard, s'est répandu partout où l'industrie du tissage a une certaine importance et on l'a depuis enrichi d'améliorations si considérables, que le premier inventeur aurait bien de la peine à le reconnaître aujourd'hui.

Le métier à la Jacquard est en somme un métier ordinaire avec tous les organes que nous avons déjà décrits, mais augmenté d'un second étage, comprenant le mécanisme destiné à soulever les fils de la chaîne; mécanisme qui paraît d'une complication extrême, mais qui est cependant assez facile à comprendre, (voir dessins pages 1075).

Les fils, nommés *arcades*, qui passent entre les interstices de la planche à collets BB, correspondent à tous les fils de la chaîne qui doivent être soulevés en même temps, pour donner passage aux fils de trame, et sont rattachés, par leur extrémité supérieure, à des aiguilles accrochées elles-mêmes à la lisse AA, de telle sorte que si l'aiguille sou-

lève la lisse, elle soulèvera en même temps le fil de chaîne.

Ces aiguilles, ou broches verticales, qui portent d'ailleurs le nom de *crochets* parce qu'elles sont recourbées aux deux bouts, sont fixées par leur courbe supérieure à des lamelles inclinées de telle sorte que le moindre effort les leur fasse quitter. — De plus elles sont passées, une à une, dans un œil ovale pratiqué dans un nombre égal de broches horizontales nommées *aiguilles*, qui s'appuient, par une de leurs extrémités, sur autant de ressorts à boudins placés dans la boîte C et qui les renvoient à leur position première au moindre choc.

Si les aiguilles sont repoussées en arrière, comme elles entraînent en même temps les broches verticales, le crochet de celles-ci quittera la lame inclinée; si l'on soulève alors la traverse DD, seules les broches dont le crochet est encore engagé dans la lamelle seront entraînées par la traverse et soulèveront les arcades correspondantes qui passent en BB, et qui soulèveront à leur tour les fils de chaîne sous lesquels devra passer la navette.

Toute la question était d'obtenir des aiguilles, isolément, un mouvement automatique, réglé sur les besoins du dessin à exécuter, et voici comment on y arriva :

En regard de la boîte où sont les ressorts à boudins; c'est-à-dire à l'autre extrémité des aiguilles, se trouve une autre boîte E, prismatique, percée et en regard, d'autant de trous qu'il y a d'aiguilles horizontales.

Ce prisme reçoit un mouvement de rotation, au moyen de cames, qui, lorsqu'il tourne, obligent une série de cartons, de même dimension que lui, et assemblés à la file comme les feuilles d'un paravent, de façon à se succéder sans interruption; à venir se placer l'un après l'autre sur sa face intérieure, celle qui regarde la pointe des aiguilles.

Si ces cartons étaient pleins ils exerceraient sur toutes les aiguilles, — qui, poussées par le ressort à boudin ne trouveraient plus à

se loger dans les trous du prisme, — une pression égale, et d'après le mécanisme dont nous venons de parler, aucune lisse ne serait soulevée.

Mais ils ont, au contraire, des parties pleines et d'autres qui sont percées de trous ronds, à des places qui se trouvent précisément la continuation des trous du prisme, de façon qu'alors qu'un carton obéit au mouvement de rotation qui l'amène sur la face intérieure du prisme, le bout des aiguilles, qui ne rencontrent point d'obstacles, entre dans le trou du prisme, en passant à travers le carton ; et, comme ce mouvement a déplacé les broches, il n'en faut pas plus pour faire monter les fils de la chaîne, engagés dans les anneaux correspondant à ces broches.

Un nouveau coup de trame amène un nouveau carton devant le prisme ; car chacun de ces cartons est percé du nombre de trous nécessaire pour la quantité de tiges verticales, qu'il faut soulever pour former la partie d'un dessin comprise dans une duite ; il faut donc autant de cartons, percés de trous disposés selon la nature du dessin à exécuter, qu'il y a de passées de navette à faire pour le tisser en entier ; c'est-à-dire un nombre effrayant, qui dépasse quelquefois quarante mille, souvent beaucoup plus quand un même dessin ne se répète pas à intervalles très rapprochés.

Nous verrons tout à l'heure comment se découpent tous ces cartons ; occupons-nous d'abord du montage du métier, avec une machine Jacquard, qui est autrement laborieux que celui du métier à fabriquer de l'uni.

MONTAGE DU MÉTIER A LA JACQUARD

Avant de faire passer, un à un, les fils de la chaîne dans le remisse et dans le peigne qui servent à tisser le fond de l'étoffe, il faut les placer dans ce qu'on appelle le *corps*, qui ne sert absolument qu'à former le dessin.

Le *corps* est, de fait, la partie pendante du mécanisme Jacquard. Il se compose de l'ensemble des cordes verticales qu'on appelle *arcades*, et qui, comme nous l'avons vu, traversent la planche à collets avant de s'attacher à un crochet de la machine, qui lui donne le mouvement nécessaire.

Chaque arcade se termine à sa partie inférieure par un maillon en verre percé de plusieurs trous ; chaque fil de la chaîne doit être passé dans un des trous de ces maillons, où l'on en compte quelquefois jusqu'à dix ou douze, selon la délicatesse que l'on veut donner aux traits et aux contours du dessin. C'est d'ailleurs le dessin qui détermine le nombre des maillons composant le corps.

Ce nombre est rarement inférieur à mille, mais souvent supérieur à deux ou trois mille, en supposant seulement une étoffe de 60 centimètres de largeur ; car pour les tissus de grande lèze, destinés aux tentures d'appartement, il augmente dans des proportions considérables.

Le passage des fils dans les trous des maillons est facilité par la rigidité des arcades, qui est obtenue à l'aide d'un poids en plomb attaché au-dessous de chaque maillon.

Mais avant d'entreprendre cette longue et méticuleuse opération, qui ne peut être faite qu'à la main, on procède à l'*empoutage*, au *colletage* et à l'*appareillage*.

L'*empoutage* est la disposition des arcades dans les trous de la planche à collets, plateau de bois horizontalement placé au-dessus de la chaîne et préparé spécialement pour chaque dessin, c'est-à-dire percé d'autant de trous que le dessin qu'il s'agit de produire exige de maillons.

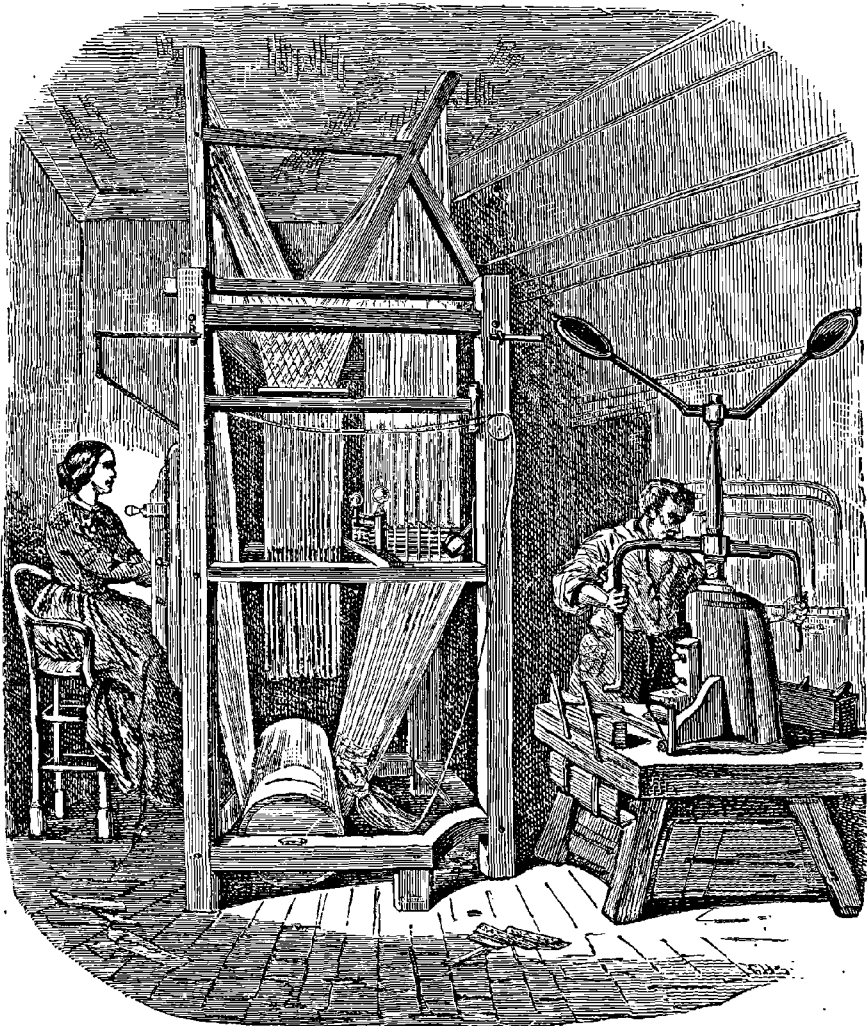
La disposition des arcades est donc aussi subordonnée au dessin à exécuter, qui peut être à un ou plusieurs *chemins*, ou en termes moins techniques, se reproduire une ou plusieurs fois dans la largeur de l'étoffe.

Le *colletage* est la disposition, qui rap-

pelle d'ailleurs celle des collets, dans laquelle les arcades, après avoir traversé la planche, viennent s'attacher sur la lisse aux crochets verticaux du mécanisme, crochets qui naturellement sont aussi nombreux que les arcades.

L'appareillage consiste dans l'alignement des maillons, sur une ligne rigoureusement horizontale ; car il importe que les fils de la chaîne, qui sont passés dedans, soient régulièrement tendus.

Quand on en a fini avec le corps on pro-



Le piquage. — Poinçonnage des cartons.

cède comme dans le métier ordinaire et l'on passe successivement tous les fils de la chaîne dans le remise, dans le peigne, et on les fixe, après les avoir noués, sur le rouleau de devant.

LE DESSIN

Le tissage peut alors commencer : car on a pendant les opérations précédentes, quelquefois même avant qu'elles ne se fassent, préparé non pas le dessin, qui est nécessai-

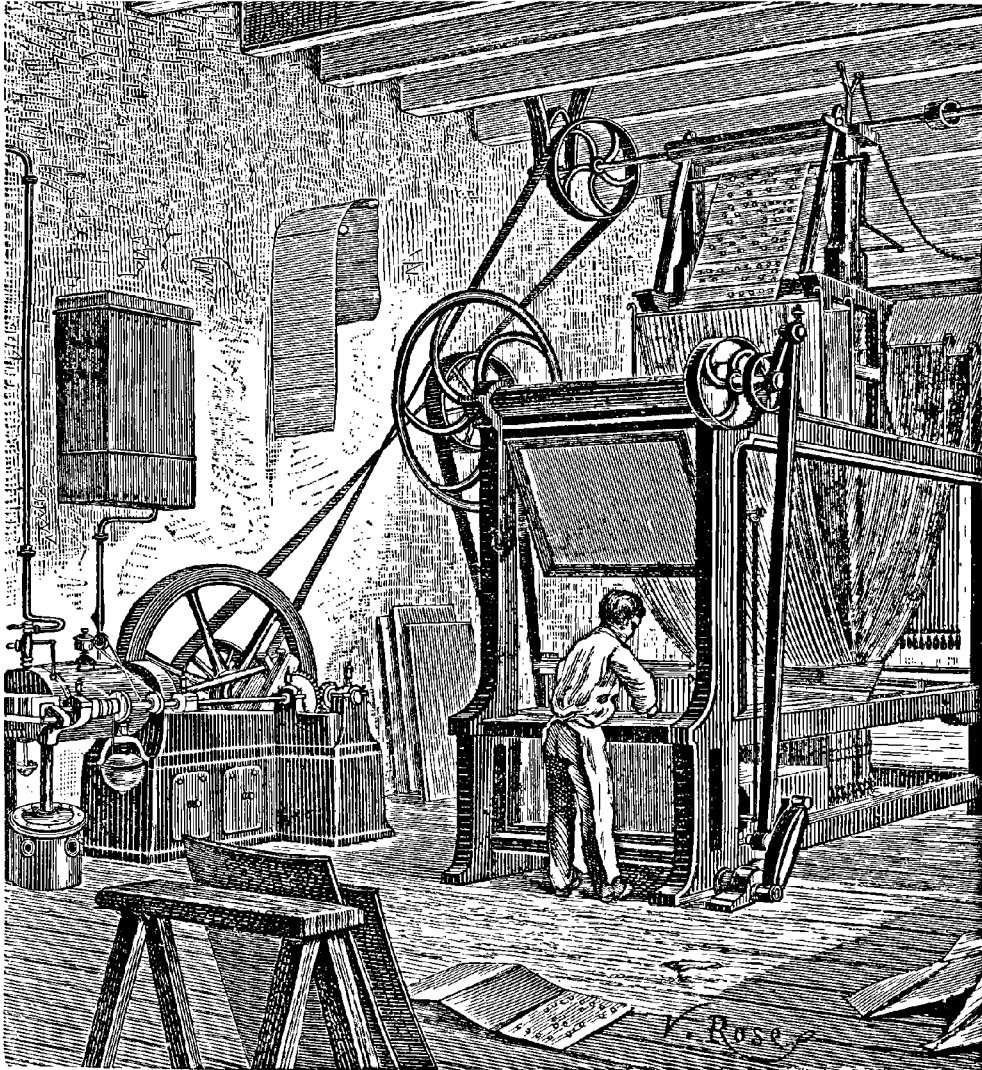
rement arrêté avant la montage du métier, mais les moyens pratiques de transformation qu'il doit subir, pour se reproduire mécaniquement sur l'étoffe.

Cette préparation comporte quatre opé-

rations importantes : la *mise en carte*, le *lisage*, le *piquage* et l'*enlçage*.

MISE EN CARTE

La mise en carte se fait par un dessina-



Piquage des cartons à la machine, actionnée par un moteur à gaz.

teur spécial qui transporte, à une échelle plus grande, le dessin adopté sur du papier régulièrement quadrillé, du même genre que celui qu'on emploie pour faire les modèles de tapisserie à la main.

Liv. 136.

Mais son dessin est tout mathématique ; ainsi les lignes verticales de son papier représentent chacune une arcade du métier, et sont pour cela appelées *cordes*, tandis que les lignes horizontales qui figurent les

136

passées de trame, s'appellent *coups*.

Il en résulte que chaque croisement de lignes représente un point de l'étoffe. Si ce point fait partie du dessin, il est recouvert de couleur; et c'est la réunion de tous ces points, coloriés du ton qu'ils doivent avoir sur l'étoffe, qui constitue la mise en carte du dessin.

Il est bien entendu que tous les papiers ne sont pas quadrillés de même manière, car il y a des étoffes dans lesquelles les cordes sont plus nombreuses que les coups, d'autres où c'est le contraire qui a lieu; le dessinateur sait d'ailleurs, selon la fabrication qu'on veut faire, quel papier il doit employer, et il le prend à carreaux d'autant plus grands que le dessin est plus compliqué.

Cela lui permet de bien combiner son travail dans tous ses détails, et cela facilite singulièrement l'opération du lisage.

LISAGE

Ce mot a une signification double : il s'applique à l'opération de lire un dessin et désigne aussi la machine sur laquelle cette opération se fait.

Cette machine, que représente notre gravure de la page 1076, est un bâti en bois de 4 piliers verticaux de 2 mètres de hauteur, reliés en carré par des traverses latérales.

Les deux côtés, devant et derrière, du lisage se terminent par deux châssis sur lesquels sont placés, parallèlement entre eux, un certain nombre de rouleaux en bois : en bas, et fixé par un axe sur les traverses inférieures de la machine, est un tambour de 50 centimètres de diamètre, parallèle aux rouleaux et en communication avec eux par un grand nombre de cordes sans fin, dont la tension est maintenue égale, par l'addition à chaque corde d'un petit poids en plomb comme ceux que l'on met aux métiers.

Sur le devant du lisage se pose, sur une

planchette fixée aux deux montants de la machine et qu'on appelle l'*escalette*, le dessin, mis en carte, qu'il s'agit de lire.

Lire un dessin, c'est le traduire mécaniquement, pratiquement, sur les cordes de la machine.

A cet effet, l'ouvrière assise devant l'escalette, et ayant préalablement disposé à sa portée, un nombre des cordes du rouleau de devant égal à celui de la carte, commence à la lire en suivant la première ligne horizontale, c'est-à-dire le premier coup de trame.

Elle sépare avec ses doigts toutes les cordes du lisage, correspondant à celles de la carte qui sont couvertes par le dessin, et elle fait passer derrière, en les croisant comme au tissage, une corde flottante, qui n'appartient pas au lisage, et qu'on appelle *embarde*.

Cette embarde représentant un coup de navette, il faut recommencer l'opération autant de fois qu'il y a de couleurs différentes sur le même coup de la carte, et la réunion de toutes les embardes d'un coup de la carte se nomme une *passée*.

La passée finie, l'ouvrière se met à en faire une nouvelle, en lisant la seconde ligne horizontale de la carte, et ainsi de suite jusqu'à ce que le dessin soit entièrement lu, c'est-à-dire figuré par des cordes et des embardes, croisées exactement comme les fils de la chaîne et ceux de la trame le seront dans l'étoffe.

LE PIQUAGE

La lisage terminé, il s'agit de le reporter sur des cartons; c'est ce qu'on appelle le piquage.

Cette opération se fait sur la même machine, et au fur et à mesure de celle qui la prépare, par un ouvrier placé à l'arrière, où se trouve dans une position correspondante à celle que l'escalette occupe à l'avant, un plateau en métal, percé d'autant de trous qu'il y a de cordes au lisage et qu'on ap-

pelle assez justement *étui*, parce que chacun de ces trous sert d'étui à un emporte-pièce en acier et qui est rendu mobile par le mécanisme suivant, que nous suivrons seulement sur une corde, bien qu'il se rapporte à toutes.

Si l'on tire sur une corde, pour lui faire faire une révolution autour du tambour et des rouleaux; en quittant l'escalette elle descend sous le tambour, remonte sur l'un des rouleaux supérieurs du derrière des bâtis, traverse un anneau auquel est fixé le poids qui la maintient rigide, et revient à l'escalette.

Mais en faisant ce trajet et en arrivant en face de l'escalette, elle passe dans le chas d'une aiguille horizontale, dont l'extrémité communique exactement à l'un des trous de l'étui et conséquemment à un emporte-pièce, de sorte que, si en ce moment on la tirait à soi, de derrière, elle amènerait une aiguille, qui chasserait un emporte-pièce.

Eh bien! c'est précisément ce que fait le *piqueur*, non pas sur une corde isolée, mais par embardes et sur toutes les cordes à la fois.

Sitôt que la liseuse a terminé une passée, il l'amène de son côté en faisant glisser toutes les cordes sous le tambour; quand elle est en face de lui, il prend la première embarde par ses deux bouts, l'attire fortement à lui, et avec elle, naturellement, toutes les cordes sous lesquelles elle est passée, qui par ce mouvement chassent à la fois tous les emporte-pièces correspondants; lesquels viennent se fixer dans une plaque métallique, qui est la répétition exacte de l'étui contre lequel elle est appliquée, de sorte que ces emporte-pièces, aussi coupants d'un côté que de l'autre, forment sur la plaque une sorte de matrice, dont on tire sur carton autant d'épreuves que l'on veut, en la portant sous une presse en fonte, sorte de machine à estamper que l'on peut voir sur les deux gravures qui représentent les deux phases de l'opération.

Il suffit, en effet, de donner un coup de

presse pour que la bande de carton, de grandeur exactement semblable à celle de la plaque, soit percée d'autant de trous qu'il y a d'emporte-pièces ou, au point de vue pratique, d'autant de trous qu'il y a dans le même coup de trame, de cordes couvertes d'un point de la même couleur.

Le carton, qui servira de guide au mécanisme du métier, perforé, le piqueur reporte la plaque, toujours garnie de ses emporte-pièces, qu'il fait rentrer dans les trous de l'étui, à l'aide d'une troisième plaque garnie d'aiguilles correspondantes, et il recommence, par une seconde embarde, l'opération, qu'il continue autant de fois qu'il y aura de coups de trame dans le dessin à exécuter.

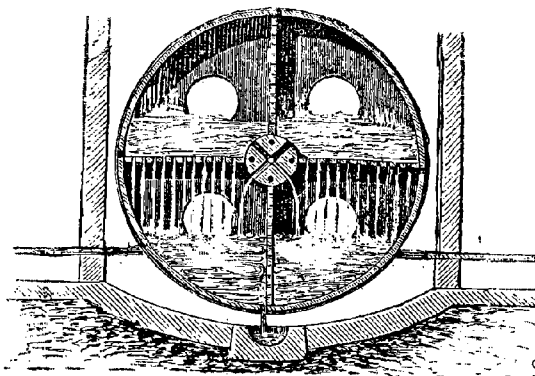
Nous l'avons dit déjà, il y a des dessins qui demandent 40,000 cartons et plus, et cela seul suffit à expliquer la cherté des belles étoffes de soie; car rien que pour le piquage il y a une main-d'œuvre effrayante, sans compter la matière première.

On était bien arrivé, vers 1836, à remplacer le carton par du papier avec une mécanique nouvelle; mais on n'a point donné suite aux essais de ce système qui sans doute présentait des inconvénients, mais qu'on n'aurait pas tardé à améliorer et à rendre pratique. Les Anglais l'ont fait, du reste, et un de ces jours, si ce n'est déjà fait, nos fabricants adopteront cette machine qui se prétend écossaise, bien qu'elle soit en réalité d'un ouvrier lyonnais qui, comme tant d'autres, n'a pas pu être prophète dans son pays, si bien qu'on n'en connaît pas même le nom.

Le prix de la main-d'œuvre est singulièrement diminué par le travail mécanique qui se fait maintenant à Lyon, chez quelques liseurs, outillés pour cela, et qui font mouvoir leur lisage par des moteurs à gaz, système Otto.

Ces machines ne diffèrent pas sensiblement des anciennes, et d'ailleurs elles ne font mécaniquement que le poinçonnage;

car il faut toujours que le dessin mis en | grande économie de temps, qui s'explique
carte, soit d'abord lu et traduit manuelle- | en ce sens que le piqueur n'a plus besoin
ment. Malgré cela elles font réaliser une | de se déranger et que les embardes arri-

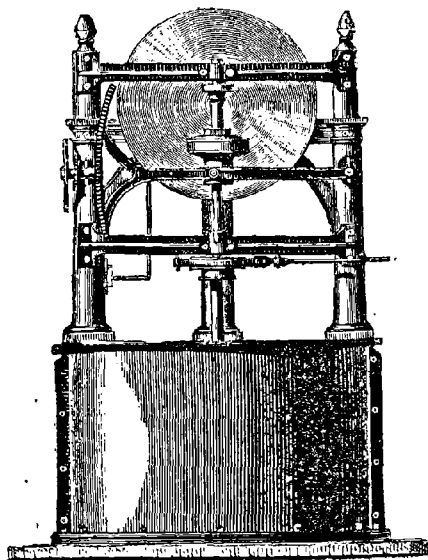


Roue à laver.

vent l'une après l'autre, faire manœuvrer | les emporte pièces qui percent tout de suite | les cartons, que l'on assemble par avance | pour ne pas interrompre la continuité du | travail.

ENLAÇAGE

L'enlçage, sauf le cas dont nous venons | de parler tout à l'heure, est l'opération qui | suit le piquage; et c'est tout simple, puis- | qu'elle consiste dans l'assemblément, au



Essoreuse Tulpin.

moyen de liens, de tous les cartons piqués, | dans l'ordre où ils doivent se présenter à la | mécanique.

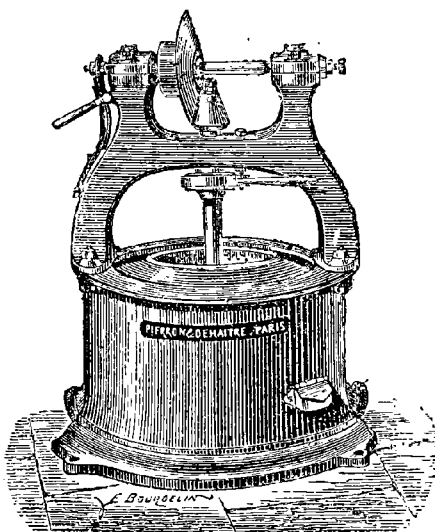
Quelquefois ; quand le dessin n'est | pas très compliqué, on n'en fait qu'une | seule chaîne; mais, le plus souvent, on

les divise par paquets de mille cartons.

MÉTIERS A CYLINDRES

Pour l'exécution des dessins faciles, quel-

ques fabricants ont à peu près renoncé au système des cartons, en adoptant le métier à cylindres, qui fait le même travail de soulèvement des fils, mais d'une autre manière.

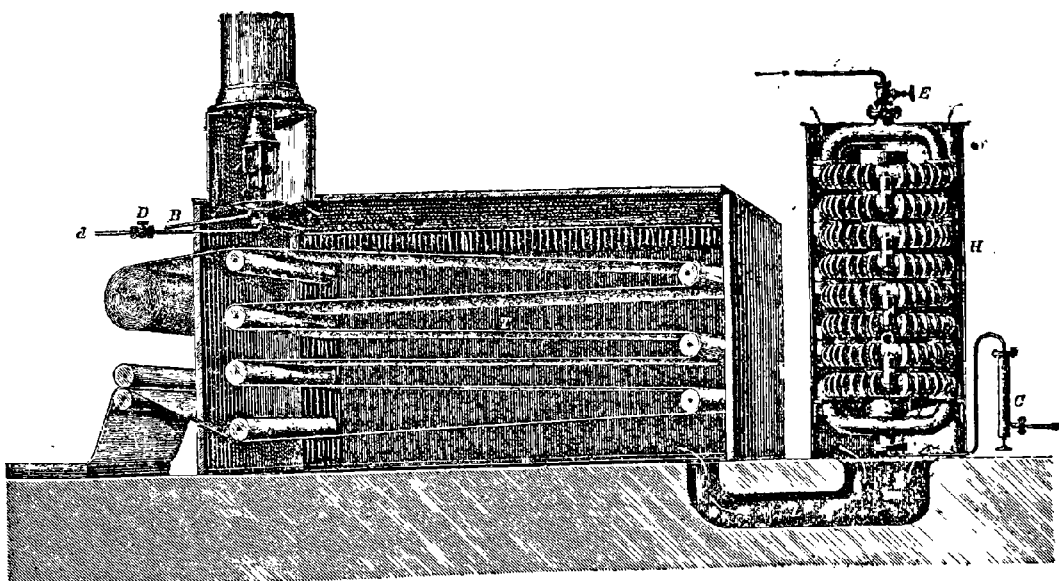


Essoreuse, système Pierron.

C'est un métier ordinaire auquel on ajoute, au lieu de l'appareil Jacquard, un cylindre garni de *comes* ou *touches*, qui ressemble

tout à fait au cylindre adapté aux orgues de Barbarie.

Ces touches forment autant de rangées



Séchage au ventilateur à jet de vapeur, système Koerting.

qu'il y a de séries de fils à lever pour l'exécution du dessin, et dans chaque rangée, chacune d'elle est naturellement placée de façon à correspondre avec celui des fils qui doit être soulevé à chaque passée de trame.

En faisant tourner le tambour, au fur et à mesure du travail, pour qu'il présente successivement chacune de ses rangées de touches aux leviers disposés pour commander les lisses, on obtient forcément les levées des fils de la chaîne, suivant l'ordre préparé par la disposition des cames.

Ce système est plus économique que le Jacquard, mais il ne peut être adopté que pour des dessins sans complication et sans grandes variétés de couleurs.

TISSAGE DES ÉTOFFES FAÇONNÉES

Le métier monté, comme nous l'avons dit; les cartons empilés au pied de la machine, comme on le voit dans la gravure qui sert de frontispice à cet article, et le premier, posé sur le prisme de l'appareil Jacquard, le tissage peut commencer.

L'opération est à peu près la même que pour l'uni, mais elle demande à la fois plus de soin et plus de travail.

L'ouvrier assis devant le métier, en face du rouleau de devant, appuie de tout son poids sur la marche qui correspond à la mécanique, placée au-dessus du métier, par un cordon ajusté à l'extrémité de la marche, c'est-à-dire derrière le tisseur.

Par ce mouvement, il soulève le mécanisme supérieur par un levier du premier genre, et avec lui les arcades, les maillons et conséquemment tous les fils de la chaîne qui correspondent aux trous du carton; en même temps il tire le bouton qui actionne la navette, la chasse de gauche à droite, ce qui lui fait passer le fil de trame entre les fils qui sont levés et ceux qui sont restés à leur place. Il donne ensuite un coup de battant pour serrer son tissu.

Il enfonce alors la seconde marche, ce qui fait succéder le second carton au premier et

change de place tous les fils de la chaîne, selon les nécessités du dessin renvoie de droite à gauche sa navette et continue ainsi, changeant de navette quand il doit passer des fils de trame de couleurs différentes, ce qui est moins fréquent qu'on ne se l'imagine, car la chaîne est également préparée avec des fils de couleurs alternées, selon que les dessins à exécuter sont à deux ou plusieurs chemins.

En se rendant compte de ce travail, il est facile de comprendre que la trame est visible sur les fils qui restent en fonds, et de l'autre côté, sous ceux qui ont été levés au moyen de leur correspondance avec les trous du carton, qui se renouvelle, bien entendu, à chaque passée de trame.

Or, comme ces trous (nous l'avons vu par l'opération du piquage) correspondent exactement aux points qui, sur la carte, sont couverts par la couleur, il s'ensuit que le dessin s'exécute mécaniquement, mais l'endroit en dessous du métier, de façon que l'ouvrier ne voit en travaillant que l'envers de l'étoffe qu'il tisse.

Cela n'a, du reste, aucun inconvénient puisque le dessin, réglé par les cartons, s'exécute automatiquement; la seule difficulté pour l'ouvrier est le changement des couleurs qui lui est d'ailleurs indiqué par une mise en carte qu'il a sous les yeux et sur laquelle il peut compter les duites de même couleur qu'il doit passer. Et cela ne l'empêche pas d'aller très vite, car il y a des tisseurs qui donnent jusqu'à 12,000 coups de navette par jour.

BATTANT BROCHEUR

Où le travail devient vraiment, sinon très difficile, du moins très minutieux, c'est quand il s'agit d'étoffes qu'on appelle *brochées*, parce que le dessin contenant un très grand nombre de couleurs, n'est pas tramé dans toute la largeur de l'étoffe, mais en quelque sorte appliqué ou broché sur le tissu.

Pour cette fabrication les grandes navettes, qui traversent la chaîne d'une lisière à l'autre, ne sont pas applicables; du moins elles ne sont plus appliquées depuis 1838, époque à laquelle un habile fabricant de Lyon, M. Prosper Meynier, inventa le battant brocheur, qui seul permet de faire des dessins solides ne disparaissant pas à l'usage, comme cela arrivait avant; et cela d'une façon relativement économique, puisqu'il n'est plus besoin de perdre, en augmentant inutilement le poids de l'étoffe, les bouts de fils qui ne doivent point paraître sur le tissu.

« Le battant brocheur, dit M. Alcan, se compose d'une série d'*espolins*, ou petites navettes, placés sur une ligne horizontale et pouvant se mouvoir simultanément, en fournissant chacun une course égale entre eux.

« La somme de ces courses partielles donne toujours une course moindre que celle d'une duite; car les *espolins* ne sont disposés que pour exécuter le broché, de place en place, chacun d'eux pouvant être mué d'un fil d'une couleur différente; on aura par conséquent le moyen, à chaque coup de battant, de produire autant de petites duites de nuances diverses qu'il y en a au battant; et comme chacun ne fournit de fil qu'aux places nécessaires pour le broché, le tissu ne présentera plus de brides à l'envers; le façonné se trouvera solidement incorporé avec la duite du fond de l'étoffe, quoique le tissu orné par cette méthode contienne bien moins de matière et soit moins lourd que s'il avait été exécuté au *lancé*, c'est-à-dire par la méthode ordinaire. »

Malgré l'ingéniosité de l'appareil, l'opération est délicate, car le nombre des *espolins* est quelquefois très considérable; pour les grandes étoffes à tenture, notamment, il faut souvent en employer plus de quarante à la fois.

Cela donne une idée de l'attention et du soin qu'il faut à l'ouvrier pour ne pas se

tromper dans la nuance d'un dessin, qu'il ne voit pas même, et pour l'exécution duquel il n'a pour guide que sa mise en carte.

Et l'on doit comprendre que ce travail va beaucoup moins vite que le tissage ordinaire; d'autant qu'il faut s'arrêter souvent soit pour *rhabiller* les fils de chaîne qui se cassent et qu'il faut replacer bien exactement dans les mêmes maillons, soit pour renouer les fils de trame, qui malgré les passages mécaniques et par conséquent plus calculés de la navette, se brisent encore assez facilement.

Enfin la pièce finie, l'ouvrier la rend à la fabrique, où le receveur l'examine minutieusement, en constate les défauts pour retenir au tisseur, sous forme d'amendes, les sommes nécessaires à faire corriger ceux qui sont susceptibles de l'être. Cette opération faite par d'habiles ouvrières qu'on appelle *rentrayeuses*, parce qu'elles rentrent avec des pointes d'aiguilles les portions de fils qui font saillie sur le tissu; l'étoffe n'a plus à subir que l'apprêt, à moins toutefois, comme cela arrive pour les soieries de teintes très claires, ou pour celles qu'on ne veut teindre qu'après le tissage, qu'on ne juge à propos de les envoyer au blanchiment.

BLANCHIMENT DES TISSUS

Les étoffes de soie donnée au blanchisseur sont ou écrues, c'est-à-dire n'ayant pas été préalablement soumises au décreusage, ou dégommees.

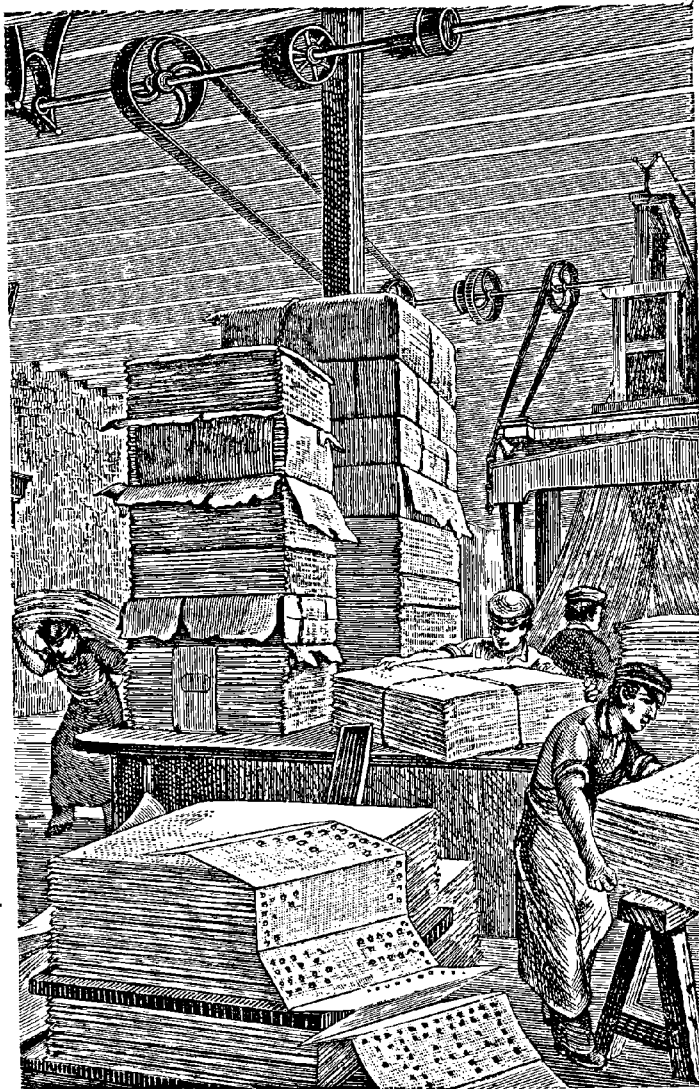
Dans ce dernier cas, l'opération est des plus simples; on se contente d'immerger les tissus dans une eau courante, puis on les fait bouillir pendant une heure dans une lessive composée de 60 grammes de savon blanc et 500 gramme de son par pièce de dix mètres, ensuite on les dégorge en eau chauffée à 40 degrés, puis à l'eau froide, après quoi ils sont nettoyés dans les roues à laver et asséchés dans les *essoreuses*.

Les roues à laver sont de plusieurs sortes; mais elles se composent essentiellement

d'un vaste tambour en bois, dont l'intérieur est divisé en un certain nombre de compartiments (le plus généralement quatre) qu'on appelle chambres, par des planchers

percés de trous. Chacune de ces chambres a sur le côté du tambour une ouverture par laquelle on introduit les étoffes.

Le tambour, plongeant de 25 à 30 cen-



Enlçage des cartons.

timètres dans une eau courante, et nécessairement mobile autour de son axe, est chargé de pièces de tissus, et mis en mouvement avec une vitesse de 20 à 24 tours par

minute; les chambres passent simultanément dans l'eau, mais pour qu'elles en reçoivent encore davantage, des tuyaux disposés à l'orifice de chaque ouverture en

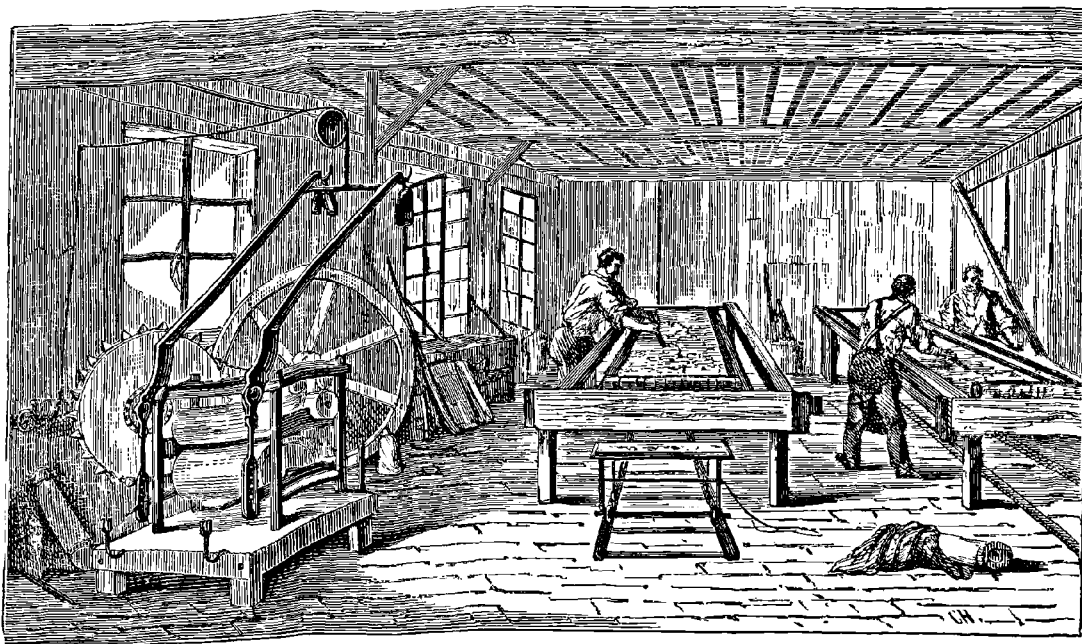
amènent continuellement d'un réservoir supérieur.

Les étoffes, entraînées par la force centrifuge, montent jusqu'au haut de la roue et retombent par leur propre poids, sur le plancher de la chambre qui les contient; et cela si souvent et si vite que grâce à l'eau toujours renouvelée dessus, en un quart d'heure elles sont complètement nettoyées et prêtes à passer aux essoreuses.

Les essoreuses sont du même genre que

les hydro-extracteurs dont nous avons déjà parlé, pour le séchage des écheveaux, mais avec des modifications mieux appropriées à leur usage; il y a du reste de nombreux systèmes, ceux de MM. Pierron et Dehaitre de Paris et de MM. Tulpin frères de Rouen sont des plus répandus.

Dans le premier, la machine est une cage verticale en tôle perforée, placée au centre d'une enveloppe en fonte et pouvant se mouvoir avec une vitesse de 1,500 à 1,800 tours



L'apprêt des tissus de soie.

par minute, si bien qu'en très peu de temps les étoffes se débarrassent entièrement de l'eau qu'elles contenaient et qu'il ne leur reste plus qu'un peu de moiteur.

L'essoreuse de MM. Tulpin diffère surtout par le mécanisme moteur.

Le mouvement est imprimé au panier qui reçoit l'étoffe mouillée, à l'aide d'un plateau vertical de friction, qui communique avec l'axe par une zone placée au centre du plateau, au moyen d'un petit volant à mains qui fait glisser à volonté le canon qui la porte.

Liv. 137.

La pression du plateau agit alors et le mouvement, d'abord lent, s'accélère rapidement; l'eau est séparée de l'étoffe d'autant plus facilement que le panier fait avec un tissu de fils métalliques est à mailles plus larges.

En sept ou huit minutes on obtient avec ces machines un séchage complet.

Ou du moins presque complet, car en sortant de là, les étoffes qui n'ont pas été dépliées, ont besoin d'aller à l'étendage ou à ce qui le remplace. Car, si l'étendage sur des cordes est suffisant pour des écheveaux de

137

soie, il ne l'est pas pour les tissus, que l'on passe à la vapeur sur des rouleaux sécheurs, disposés de différentes façons, car les systèmes ne manquent pas.

Le plus nouveau est celui de MM. Kœrting frères, qui ont adapté au séchage un ventilateur à jet de vapeur dont on comprendra facilement le fonctionnement à l'aide de notre gravure de la page 1088.

T est la machine à sécher, dans laquelle on voit le tissu passer alternativement sur une série de rouleaux, avec son entrée et sa sortie en dehors.

H est l'appareil pour chauffer l'air au-dessous duquel, en L, est la conduite par laquelle l'air chaud pénètre dans le séchoir.

E est la valve de réglage dans cet appareil, de l'admission de vapeur dont le jet arrive par le petit conduit e.

C est le purgeur automatique pour l'eau de condensation, produite dans l'appareil de chauffage, par le jet de vapeur.

V est l'ensemble du ventilateur installé dans une cheminée d'appel et mù par une prise de vapeur arrivant par le tuyau d et dont l'admission est réglée par le robinet D.

En B est le tuyau d'écoulement pour l'eau condensée dans le ventilateur.

Pour le blanchiment des soies écruës, le travail est plus considérable; il comporte deux opérations : le dégraissage et la décoloration.

Par la première, on immerge les étoffes après les avoir introduites, par pièces, en sac, dans une lessive bouillante contenant 250 grammes de savon par kilogr. de soie, où on les laisse 2 heures; après quoi on nettoie à l'eau courante et l'on donne un second bain semblable au premier; puis, après un dégorgeage dans la roue à laver, que l'on termine en ajoutant à l'eau 15 grammes de bicarbonate de soude cristallisé, pour chaque pièce de dix mètres, on la dégorge de nouveau pour la passer dans un bain très faible d'acide sulfurique; puis on la lave à l'eau chaude et on la rince,

par un battage à l'eau fraîche, dans la roue à laver.

Quant à la décoloration, elle n'a pour objet que les tissus unis qui doivent être teints ensuite en nuances très tendres, et se fait au moyen de bains dans l'acide sulfureux liquide, en agissant avec la plus grande circonspection, si l'on ne veut pas altérer la qualité du tissu.

Ce soufrage est cependant bon dans tous les cas, car non seulement il augmente la blancheur de la soie, mais encore il lui donne cet espèce de frémissement élastique qu'elle éprouve, quand on la presse avec les doigts, et qu'on appelle *froufrou*.

Il faut pourtant excepter le cas où la soie doit être moirée, car le soufrage nuirait à cette espèce d'apprêt que l'on donne aux étoffes, en les passant sous un laminoir dont la surface gaufrée produit le miroitement.

L'APPRÊT

L'apprêt proprement dit ne comporte pas les opérations auxiliaires, qui sont en réalité du calandrage, et dont nous n'avons point à nous occuper ici; il consiste seulement à ajouter un nouveau lustre au brillant naturel de la soie et à lui donner un soutien qui la conserve parfaitement étendue, dans tous les sens, et lui permet, comme on dit vulgairement, de se tenir debout.

Il y a plusieurs procédés; le plus employé est celui-ci, qu'expliquera bien notre gravure.

Deux rouleaux tournant sur leur axe, sont placés aux deux extrémités d'un bâti, long de quelques mètres, en dessous duquel est un petit chemin de fer qui va d'un cylindre à l'autre et qui est destiné à un chariot, contenant un réchaud rempli de charbons ardents.

Sur l'un des cylindres est d'abord roulée la pièce à apprêter, dont on prend l'extrémité, ce qu'on appelle la tête, pour la fixer sur l'autre cylindre, comme on le fait pour

le pliage de la chaîne, au moyen d'une verge s'encastrant dans une rainure, de manière que le tissu soit bien tendu, l'envers dessus, l'endroit dessous.

L'apprêteur étend sur l'envers de l'étoffe une mixtion composée de gomme adragante de colle de poisson et de dextrine, qu'il répand avec une spatule ou une espèce de brosse, en couches aussi minces que possible, en ayant soin d'amener immédiatement, sous les parties qu'il vient de gommer, le réchaud plein de feu, qui sèche l'enduit avant qu'il n'ait eu le temps de traverser le tissu; ce qui ferait des taches que l'on ne pourrait enlever.

Ce système a été modifié et dans la plupart des fabriques on étend maintenant la gomme au moyen d'appareils nommés *foulards* (à cause de leur action de fouler) composés de trois cylindres compresseurs superposés deux et un. Les deux inférieurs sont en papier tandis que le supérieur, en cuivre, est creux et chauffé intérieurement soit par le moyen d'un courant de vapeur, soit avec des barres de fer rougies; le résultat est le même, d'ailleurs, puisqu'il s'agit surtout de sécher l'étoffe au fur et à mesure de son gommage.

On fait aussi l'apprêt avec des machines plus expéditives et outillées spécialement pour être mues par des moteurs à gaz, mais nous n'entrerons dans aucun détail sur ces machines, dont on se rendra, d'ailleurs, parfaitement compte, d'après les indications précédentes, en consultant notre gravure hors texte représentant l'apprêtage mécanique.

Au fur et à mesure qu'une longueur de

la pièce est apprêtée, c'est-à-dire gommée et séchée, on l'enroule sur le cylindre de tête du métier et l'on continue avec une seconde longueur jusqu'à ce que toute la pièce soit gommée.

Dans cet état, la soie, soutenue outre mesure par une couche analogue à de la colle sèche, se tient très raide; mais elle est cassante comme du papier de paille; on lui donne un toucher moelleux en la faisant passer entre les deux cylindres de métal d'une espèce de laminoir, dont l'un est chauffé, soit par le vapeur, soit par du fer rouge ou un récipient d'eau bouillante.

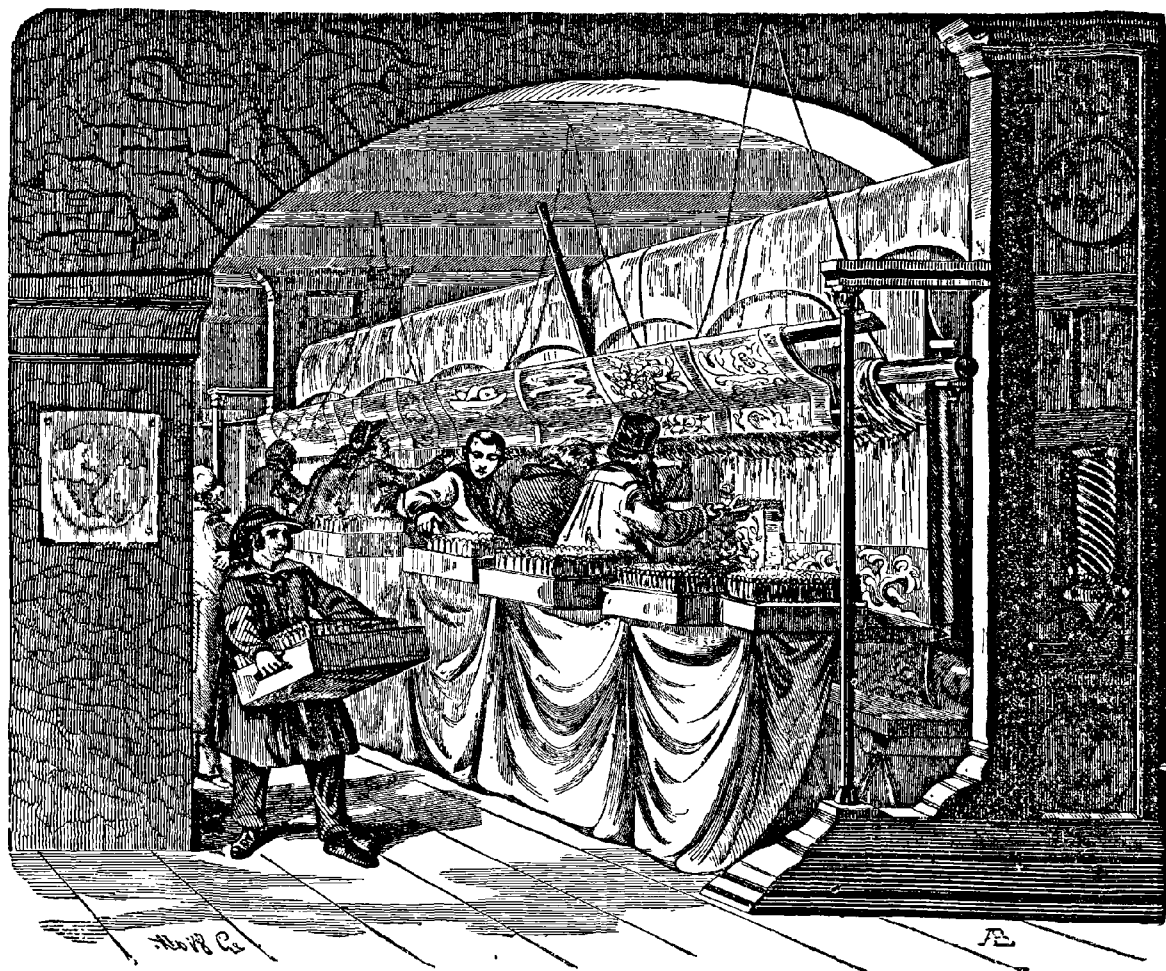
Pour les soies très légères, les tissus qui, précisément parce qu'ils sont très ordinaires, doivent être d'autant plus brillants, on procède autrement.

On commence par un lustrage à sec entre les cylindres lamineurs, on continue par le gommage et au lieu de cylindrer ensuite, on satine à la presse.

On place chaque pièce, dépliée aussi largement que possible pour avoir moins d'épaisseur, entre des cartons très minces et très lisses; on en met d'autres par-dessus en ayant soin de les séparer entre elles par des plateaux en bois, chauffés par des plaques de fer, non pas rouge, parce qu'il les enflammerait, mais aussi chaud que possible, et l'on soumet le tout à l'action d'une presse hydraulique très puissante.

*
*
*

En sortant de là, la soie est complètement terminée; il n'y a plus qu'à la plier en pièces et à la vendre, ce qui est infiniment plus facile que de la faire



TAPISSERIE-TAPIS

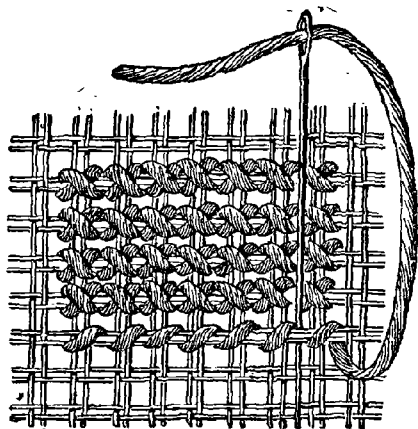
Nous donnons ici deux titres qui paraissent synonymes, mais qui ne le sont ni au point de vue de la fabrication ni à celui de l'usage, car le tapis est surtout destiné à couvrir les parquets, les tables; tandis que la tapisserie est employée comme tenture et est quelquefois un véritable objet d'art.

Les tapis se divisent en quatre catégories dont toutes les autres ne sont que des variétés :

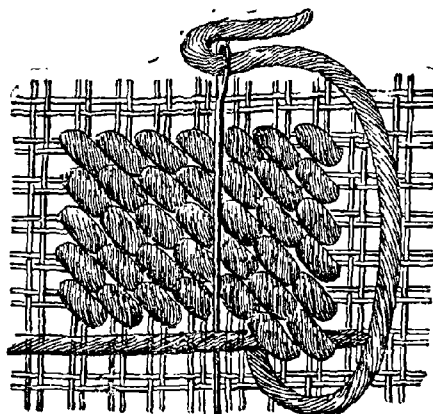
1° Tapis veloutés ou de la Savonnerie, ainsi nommés du nom de la première manufacture qui les fit en France et qui est aujourd'hui une annexe des Gobelins; ils sont en haute lisse, d'un seul morceau, bien que leurs proportions soient parfois gigantesques.

2° Tapis d'Aubusson, également d'un seul morceau, mais faits sur des métiers à basses lisses.

3° Moquettes veloutées ou épinglées, qui s'exécutent sur le métier à la tire, par bandes dont les dessins se répètent et qu'on réunit ensuite à l'aiguille pour faire des ensembles complets, avec ou sans bordure.



Point de marque.



Point simple sur fils lancés.

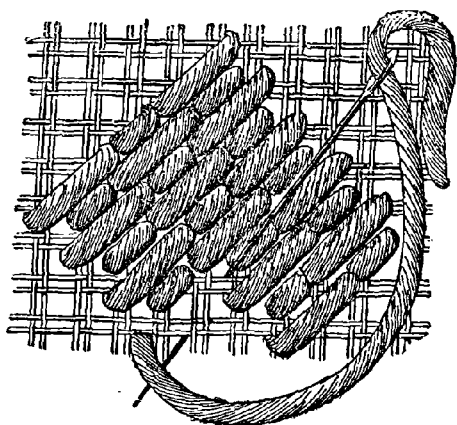
Et 4° les tapis écossais qui sont à double face et se fabriquent sur les métiers à la Jacquard.

Nous ne faisons entrer dans cette nomenclature ni les tapis de Turquie, ni les tapis de Smyrne, qui sont célèbres parmi les produits orientaux ; parce qu'ils ne sont que des variétés de l'une ou l'autre des quatre

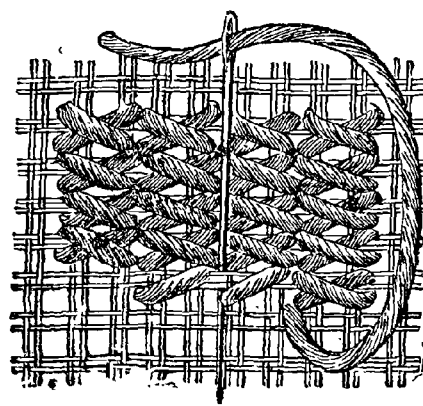
espèces de fabrications que nous décrirons en temps et lieu.

Les tapisseries, quelque rang qu'elles occupent entre le métier et l'art, sont de deux sortes au point de vue de la fabrication.

Tapissierie à l'aiguille ou broderie en tapisserie, dont le plus ancien spécimen connu est la fameuse tapisserie de Bayeux,



Point de velours



Point croisé.

exécutée, dit-on, par la reine Mathilde, femme de Guillaume le Conquérant, mais qui vraisemblablement n'est pas l'œuvre d'une seule personne, car elle a près de 80 mètres de long sur 60 centimètres de large, et l'on n'y compte pas moins de

1,500 objets différents, hommes, animaux, navires, sans compter les arbres, les fonds et les terrains.

Et tapisseries proprement dites, tissées soit au métier à basses lisses, soit au métier à hautes lisses, dont il reste des types merveilleux des *xiv^e*, *xv^e*, *xvi^e* et *xvii^e* siècles, dépassés encore par les admirables productions de nos manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais.

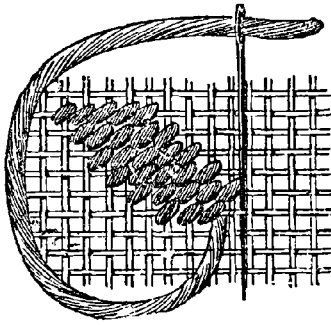
TAPISSERIE A L'AIGUILLE

La tapisserie à l'aiguille n'est pas exclusivement industrielle, car c'est un des travaux de distraction que les dames font le plus et le mieux, à l'instar de Pénélope, qui

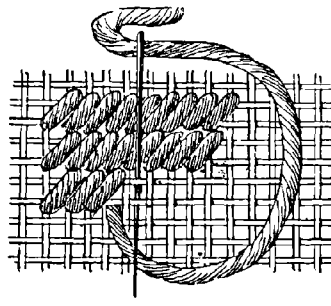
défaitait la nuit ce qu'elle avait fait le jour, mais sans pousser l'imitation jusque-là; aussi n'en parlerons-nous que succinctement.

On peut faire à l'aiguille toutes sortes de travaux, et il y a des dames très patientes qui entreprennent des tentures entières, des ameublements complets; mais le plus généralement, elle ne produit que des objets de petite dimension : pantoufles, toques, tabourets, bandes pour fauteuils, coffre à bois, corbillons, chaises de fumeurs, tapis de table, etc.

Cette broderie s'exécute sur canevas; en un mot c'est absolument la mise en carte des dessins pour la soierie et les tissus;



Petit point.



Point Gobelins.

seulement au lieu de travailler sur du papier avec des couleurs, on travaille sur de la toile avec des laines ou des soies, de nuances assorties au dessin qu'on veut représenter.

Généralement, ce dessin est esquissé en partie sur le canevas avec l'indication des couleurs, ce qui simplifie beaucoup la besogne, mais on peut facilement suppléer à l'absence du modèle échantillonné, en comptant les points sur un dessin tracé sur le papier.

Dans ces modèles, — nous en donnons un page 1096 pour rendre la chose plus claire — les couleurs sont représentées par des signes arbitraires qui ne dépendent que de la fantaisie du dessinateur; aussi chaque dessin de tapisserie doit-il être muni au bas d'une

espèce d'alphabet donnant la clef des couleurs. Cependant il est de règle que les carreaux restés blancs représentent la couleur blanche et les carreaux noirs la couleur noire, ou la plus foncée, quand il n'entre pas de noir dans le dessin; car on tâche autant que possible de graduer les teintes des signes, suivant celles des couleurs, de façon qu'à première vue on puisse se faire à peu près une idée de l'effet d'ensemble du modèle.

Le canevas employé est de deux sortes, selon les points qu'on veut faire; ainsi le petit point et le point des Gobelins exigent le canevas treillis, dont les fils sont simplement croisés comme une toile grossière et peu serrée.

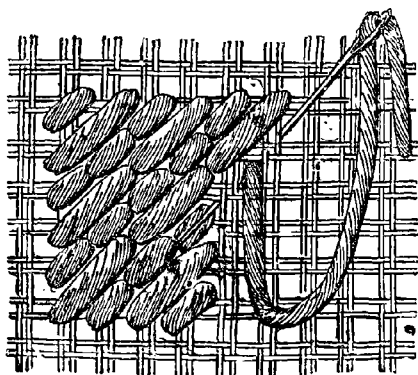
Pour les autres points on se sert du canevas Pénélope, dont les fils vont deux par deux, en hauteur comme en largeur, et se croisent à intervalles réguliers.

Mais on peut tapisser sur toutes sortes d'étoffes unies. Sur la toile rien de plus simple, puisque c'est un treillis plus ou moins serré ; si l'on veut travailler sur le drap, le velours, la peluche et autres étoffes dont on ne voit plus les fils, qui sont d'ailleurs trop serrés, pour permettre l'introduction de l'aiguille, on en est quitte pour appliquer sur ces étoffes un canevas qui sert de guide et sur lequel on travaille

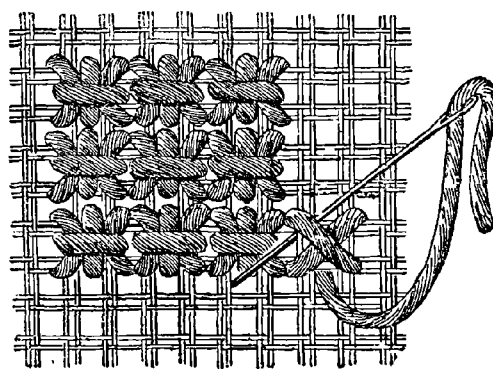
en serrant peu les points, de façon que, l'ouvrage fini, on puisse tirer tous les fils du canevas.

Voici maintenant la liste de tous les points que l'on peut exécuter en tapisserie, travail qui se fait peut-être plus vite lorsqu'on tient son canevas à la main, mais beaucoup plus régulièrement lorsqu'il est tendu sur un métier à broder, indispensable lorsqu'il s'agit de dessins compliqués et exigeant l'emploi d'une grande quantité de nuances de laine ou de soie.

1° *Point à la croix* qu'on appelle aussi point de marque, parce que c'est celui dont on



Point de pavé.



Point de diable

se sert pour marquer le linge ; c'est la base de tous les autres points et le plus employé.

Il se compose de deux parties : l'aller et le retour. A l'aller on pique l'aiguille du côté gauche ; on prend dans le point à côté à droite, en laissant les deux fils latéraux du canevas, on passe l'aiguille sous les deux fils horizontaux et on recommence à côté, l'aiguille pique toujours verticalement, mais le point paraît oblique, parce qu'il croise deux fils verticaux.

Le retour se fait de même, mais en sens inverse, c'est-à-dire de droite à gauche. Lorsque le point est exécuté, il est croisé comme on le voit sur notre dessin page 1093.

2° *Point simple sur fils lancés.* — Quand

la laine est trop grosse, le point à la croix qui superpose deux fils, produirait un relief trop accentué. Pour éviter cet inconvénient on lance la laine de gauche à droite dans toute la longueur du travail que l'on veut faire, avec des arrêts si la distance est trop grande ; on revient alors de droite à gauche, comme au retour du point à la croix, les fils lancés étant destinés à cacher le canevas.

3° *Petit point.* — Ce point est surtout employé pour les ouvrages délicats et se fait exclusivement sur le canevas treillis, qu'il couvre à l'intersection des fils.

Il se fait toujours de biais ; car, si on opérât en ligne droite, les tons de la laine sembleraient changer à chaque rangée ; à

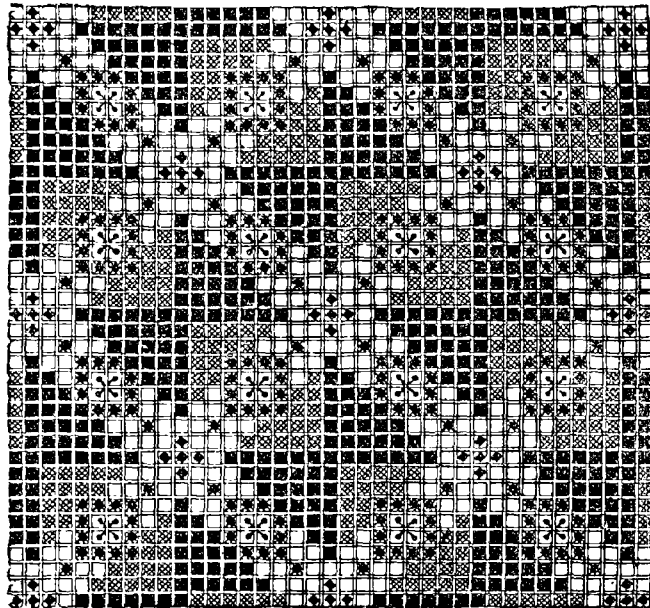
cela près, il s'exécute comme l'aller du point de marque.

4° *Point Gobelins*. — Il se fait comme le précédent sur du canevas treillis. On travaille comme pour l'aller du point à la croix, c'est-à-dire de gauche à droite sur la même ligne; mais au lieu de prendre un fil on en prend deux en hauteur et un seul en largeur.

5° *Point de pavé*. — Il se fait en biais et se compose de deux rangées successives. La

première est faite de points à cheval sur l'entrecroisement des fils du canevas, comme le petit point; la seconde est faite de points à cheval prenant obliquement sur deux trous, comme dans le point des Gobelins. On travaille en biais de haut en bas. Il y a donc un rang de petits et un rang de grands points.

6° *Point de velours*. — C'est une variété du précédent. On travaille dans le même



■ Bleu foncé . ■ Bleu . ■ Cordonnet maïs ,
 □ Vert . ■ Ponceau , □ Blanc ,

Modèle de tapisserie.

sens; et on a, comme dans le précédent, un grand et un petit points, mais on les entremêle dans la même rangée et on les contrarie au second rang.

7° *Point croisé*. — C'est le point à la croix; mais, au lieu de le prendre de maille en maille, on en laisse une d'intervalle, à l'aller comme au retour, en largeur mais non en hauteur. On peut alterner les points ou les superposer.

8° *Point de diable*. — C'est un des plus

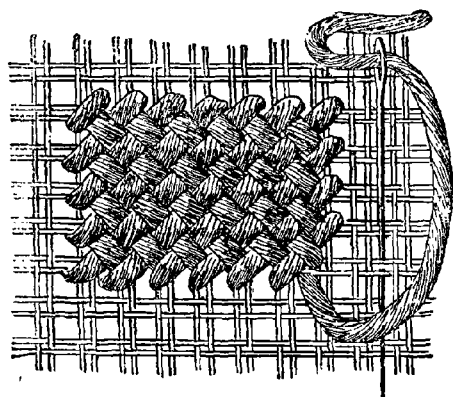
employés dans les fonds, car il couvre très vite tout en faisant beaucoup d'effet. Il se commence comme le point de marque ordinaire, mais en prenant quatre fils en tous sens. On croise, mais en laissant toujours quatre fils.

On ramène l'aiguille entre les deux branches du bas de la croix, on la pique entre les deux branches du haut et la croix se trouve partagée en deux parties égales par un fil vertical.

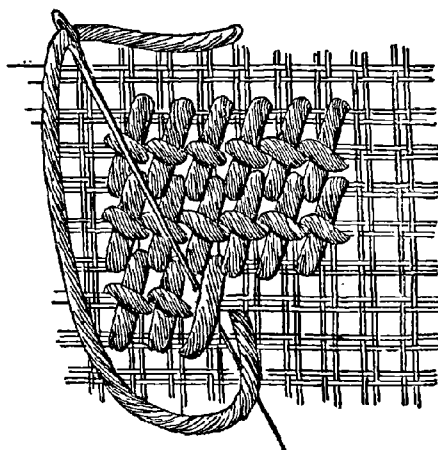
Il ne s'agit plus que de placer un fil horizontal, venant couper le premier, à angle droit; pour cela on fait passer l'aiguille à

gauche au milieu des deux branches de la croix pour la repiquer à droite.

9° *Point natté*. — On fait d'abord la moi-



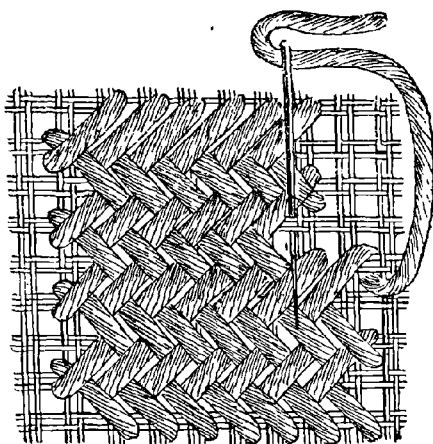
Point natté.



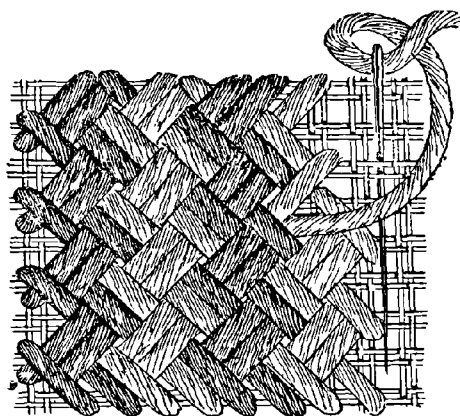
Point noué.

tié d'un point à la croix, on ramène l'aiguille en dessous, on prend deux mailles du canevas, on croise sur un point seulement, de droite à gauche, et l'on continue ainsi en contrariant les croisements.

10° *Point de Hongrie*. — On prend de gauche à droite comme pour faire une moitié de point de marque mais sur quatre fils, c'est-à-dire deux mailles, on fait ressortir l'aiguille sur la même ligne à gauche en



Point de Hongrie.



Point de Hongrie coupé.

laissant deux fils seulement. On ramène l'aiguille de gauche à droite, dans le bas, en laissant quatre fils, et on la ressort en laissant deux fils à gauche.

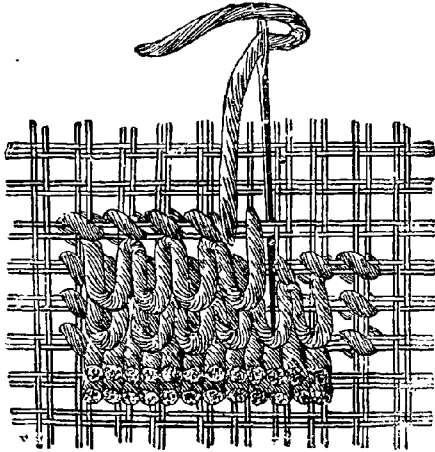
LIV. 138.

11° *Point de Hongrie coupé*. — C'est le même que le précédent, seulement on emploie alternativement de la laine de deux couleurs différentes.

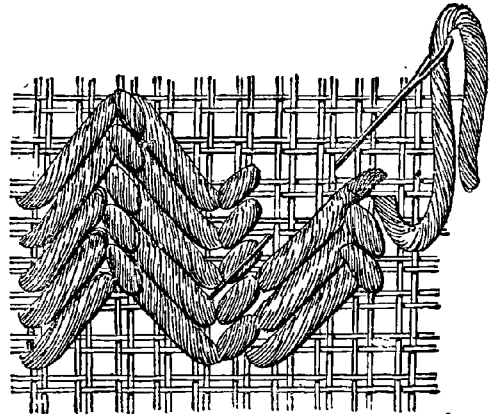
138

12° *Point noué*. — On prend trois mailles dans la hauteur, mais deux seulement dans la largeur. L'aiguille, en revenant dans

le bas, passe sous quatre fils seulement et vient couper le premier brin. Elle doit ressortir dans la maille à côté du premier



Point de peluche.



Point de pyramide.

point. En somme c'est un point de croix dont une des branches est plus longue que l'autre.

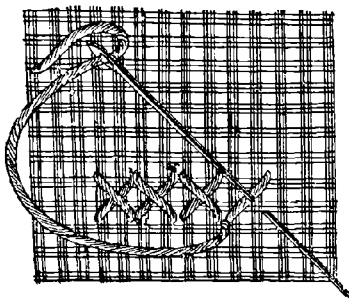
13° *Point de peluche*. — Ce point se compose d'une bouclette libre et d'un point qui la serre. On fait la moitié d'un point de marque mais en ramenant l'aiguille au point de départ, d'où on la fait repartir, mais cette fois en la maintenant droite, c'est ce qui produit la bouclette. On fait ensuite

un nouveau demi-point à la croix, en prenant le fil de la bouclette, pour la serrer sur le canevas, en terminant le point à la croix.

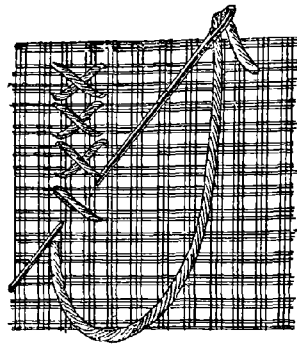
Ces bouclettes se coupent ensuite par le milieu, pour obtenir une sorte de moquette.

14° *Point de pyramide*. — C'est un point fort allongé et oblique, à chaque bout duquel se fait un demi-point à la croix.

Ces points ne sont pas tous très usités; les plus courants sont le point à la croix, le



Point de croix sans envers (aller).



Point de croix envers (retour).

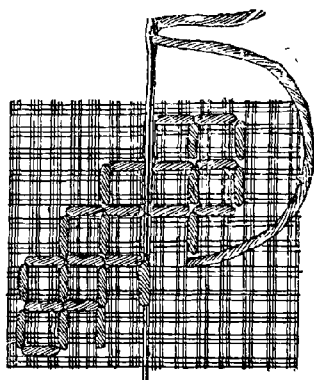
petit point et le point de diable pour les fonds; mais puisque nous avons tant fait que d'en entreprendre la nomenclature, nous

dirons aussi quelques mots des points sans envers, employés surtout et beaucoup maintenant, pour border et marquer la lingerie.

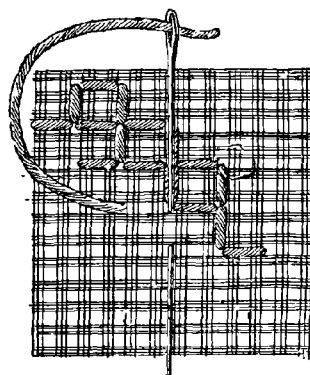
Il n'y en a d'ailleurs que quatre.

1° *Point à la croix*. — On fait d'abord la moitié du point ordinaire et l'on ressort

l'aiguille à son point de départ ; on la repique dans le milieu sous le point qu'on vient de faire et on la fait ressortir en dessous,



Point quadrillé sans envers (retour).



Point quadrillé sans envers (aller).

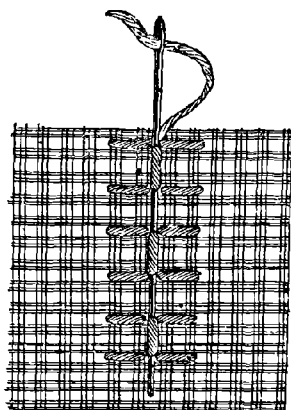
en biais à droite, à la place que doit occuper le fil dans le point à la croix ordinaire.

On relance le fil, de droite à gauche et de bas en haut, et l'on fait ressortir l'aiguille au point où la laine ressort, pour terminer le point à la croix.

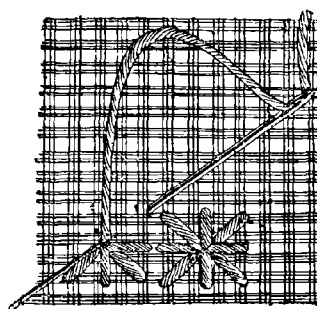
2° *Point quadrillé*. — On le fait en deux fois, d'abord en descendant pendant une certaine longueur, et on ne le termine qu'en

remontant. On pique l'aiguille deux mailles plus loin que la laine sur la même ligne horizontale, on la fait ressortir deux mailles plus bas sur une même ligne verticale. On pique deux mailles à droite, on ressort deux mailles au-dessous, et ainsi de suite.

Pour remonter, on fait exactement comme ci-dessus, mais en sens contraire ; partout où la laine est au-dessus du canevas, l'ai-



Point d'échelle.



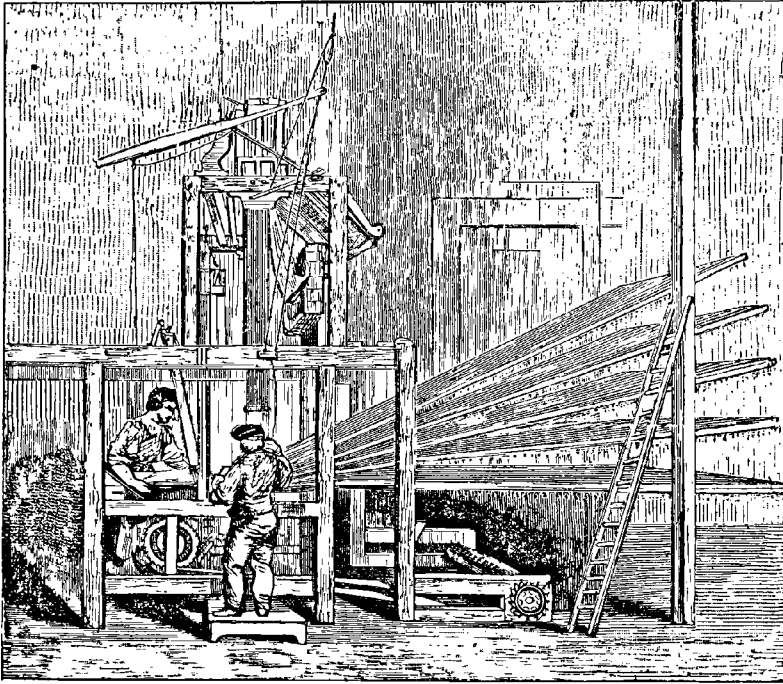
Point de diable sans envers.

guille doit passer dessous, et *vice versa* ; c'est la combinaison des aller et retour qui forme le quadrillé.

3° *Point d'échelle*. — On prend quatre fils à droite de la laine et l'on revient au point de départ pour en faire autant à gauche. On

On passe la laine par-dessus quatre fils, en descendant, et l'on pique exactement sur la même ligne verticale du point de départ.

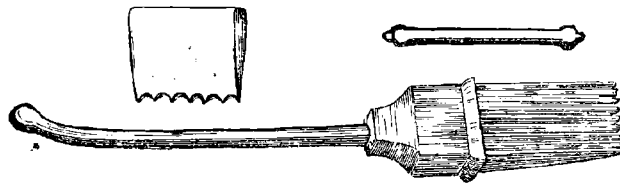
On recommence au point de départ à droite et à gauche comme au début, mais avec cette différence que la laine passe par-des-



Métier à basses lisses. — Disposition des chaînes.

sous, au lieu de passer par-dessus, et l'on continue toujours ainsi; car le point se trouve complété en remontant verticalement, passant l'aiguille dessus quand la laine est en dessous, et *vice versa*.

4° Point de diable. — Ce point diffère de tous les autres en ce que son point de départ est au centre. On pose les fils tout autour et l'aiguille, à chaque branche, doit revenir au milieu.



Outils du basse-lissier : grattoir, flûte et peigne.

Nos dessins, d'ailleurs, compléteront ces explications.

TAPISSERIES TISSÉES

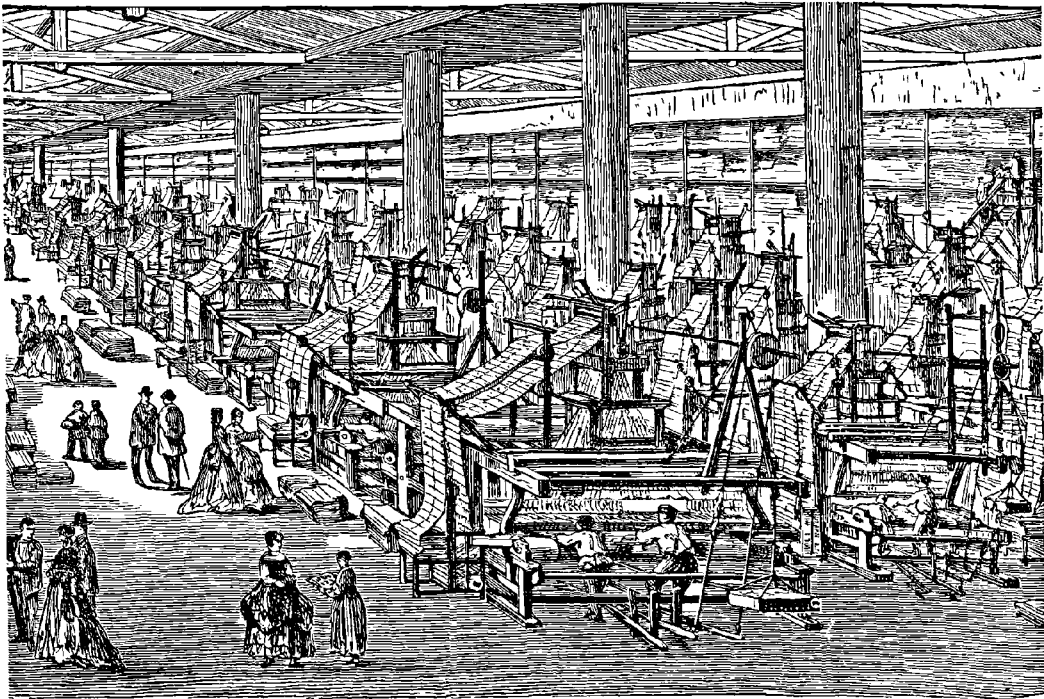
L'art de la tapisserie paraît immémorial

dans l'Orient; la Bible parle des tentures en tapisseries à personnages qui décoraient les murailles du temple; les Grecs et les Romains les recherchèrent pour l'ornement de leurs palais, mais en laissèrent la fabrica-

tion à l'Égypte et à la Palestine ; et il fallut les Croisades pour que l'Occident se mit sérieusement à l'étude de la production. Ce furent les Orientaux qui vinrent y faire battre les premiers métiers : aussi les plus anciens fabricants portaient le nom de *Sarasinois*.

La France faisait certainement de la tapisserie au XIII^e siècle, puisqu'on connaît un édit du Châtelet de Paris, daté de 1295, qui

autorise un sieur Renaut à avoir des ouvriers et à prendre des apprentis pour la tapisserie de haute lisse, mais il est à croire que l'art avait fait peu de progrès, puisque quand François I^{er} et après lui Henri II voulurent avoir de belles tapisseries, ils firent exécuter à Bruxelles les batailles et le triomphe de Scipion d'après les cartons de Jules Romain. Les Flandres et l'Artois avaient d'ailleurs, à cette époque, le mono-



Métiers mécaniques de la manufacture de Neuilly.

pole de la fabrication d'art, et les tapisseries de Bruges et d'Arras étaient particulièrement et justement renommées.

François I^{er} fonda en 1535, à Fontainebleau, un établissement dont les produits rivalisèrent bientôt avec ceux de l'étranger, mais qui tomba en décadence, puisque Henri IV essaya de relever cette industrie de luxe, en créant à Paris trois nouvelles fabriques, dont deux pour la haute lisse et l'autre, plus spécialement, pour exécuter des

tapis semblables à ceux qu'on faisait venir du Levant.

Cette dernière, installée d'abord au Louvre, fut transportée ensuite à Chaillot dans une ancienne fabrique de savons, qui lui fit donner le nom de *Savonnerie*, que l'on a conservé à ses produits, bien que cette manufacture soit maintenant annexée à celle des Gobelins, créée en 1662 par Louis XIV, ou si l'on aime mieux par Colbert, comme une fabrique modèle et une

école des divers arts auxiliaires à la tapisserie.

C'est également Louis XIV qui fonda l'établissement de Beauvais, dont les produits sont presque aussi célèbres ; ce qui n'empêcha pas des manufactures privées, celles d'Aubusson, d'Abbeville, de Felletin, plus récemment de Neuilly et de Tourcoing, de se créer des spécialités fort enviables ; car en somme dans cette industrie, surtout au point de vue artistique, c'est la France qui tient aujourd'hui le premier rang, quelque renommée que méritent les tapis de Smyrne, d'Alep et d'autres provenances orientales.

Les tapisseries et tapis se font, selon leur nature, sur des métiers à basses lisses et sur des métiers à hautes lisses ; ces derniers sont les seuls employés aujourd'hui aux Gobelins où l'on ne fait guère que de l'art. Si l'on se souvient de ce que nous avons dit en parlant des étoffes de soie, nous n'avons plus à expliquer ce qu'on entend par lisses et l'on doit comprendre ce qui distingue les deux genres de métiers.

MÉTIER A BASSES LISSES

Les métiers à basses lisses, qui servent surtout à la fabrication des moquettes, sont les métiers à marches en usage pour les soieries, additionnés naturellement d'une et quelquefois de deux mécaniques Jacquard, selon la disposition du dessin.

On y travaille exactement comme pour le velours, à chaînes multiples ; seulement comme le fond n'est point d'une couleur uniforme, il y a autant de chaînes que de couleurs dominantes dans le fond et leur disposition est spéciale.

La longueur des fils de diverses couleurs n'étant point la même, puisqu'elle varie en raison de l'effet à produire, au lieu de les enrouler sur une ensouple unique, on les ourdit sur des séries de bobines, supportées par rangées sur un banc incliné, qu'on appelle

cancre, exactement comme on le fait pour l'ourdissage ordinaire.

Cette disposition permet de remplacer, sans rien déranger à l'ensemble du métier, les bobines d'une couleur, par celles d'une autre couleur lorsque la chaîne doit présenter une nuance nouvelle.

Quant au tissage, il se fait, comme à la manufacture de Neuilly, par exemple, où l'outillage mécanique est des plus complets, soit au battant à bouton, soit au battant brocheur, selon la nature des dessins à exécuter et surtout la variété des couleurs ; la seule différence qu'il y ait dans le fonctionnement, avec celui des métiers à soieries, c'est que, vu la largeur des tapis, il faut deux ouvriers par métier, pour se renvoyer simultanément la navette.

Le procédé primitif, usité jadis aux Gobelins et qu'on emploie encore à Aubusson pour certaines fabrications très soignées, mérite description.

Le métier est un simple métier à marches, sans addition des mécaniques Jacquard qui soulèvent, comme nous l'avons expliqué pour la soierie, les fils de la chaîne, de façon à exécuter le dessin automatiquement ; c'est l'ouvrier qui fait lui-même cette besogne, ayant le dessin mis en carte, du tableau à reproduire, placé au-dessous de la chaîne, où il est maintenu de distances en distances par deux cordes transversales.

Cette disposition, rigoureusement exacte, lui permet de voir le dessin en écartant avec ses doigts les fils de la chaîne et de juger d'un coup d'œil de quelle couleur il doit se servir, et il le reproduit à l'envers en allongeant ou en diminuant la longueur des duites, suivant la grandeur du trait qu'il copie.

Ses instruments sont : le peigne, la flûte et le grattoir que nous ne décrivons point parce que notre dessin page 1100 les explique suffisamment.

La flûte lui sert de navette, le peigne remplace le battant des métiers à marches

ordinaires, et c'est avec le grattoir qu'il égalise les duites.

Ce procédé est très lent; ce n'est pourtant pas ce qui l'a fait abandonner aux Gobelins; car les tapis de luxe sont payés assez cher pour que la main-d'œuvre puisse être suffisamment rémunérée; son plus grand inconvénient c'est que le travail se fait à l'envers. Il est vrai qu'il se fait bien ainsi dans le métier à hautes lisses, mais là, comme on le verra tout à l'heure, l'ouvrier n'a que la peine de passer devant son métier pour voir son ouvrage à l'endroit, quand il le juge nécessaire; tandis que le basse lissier ne peut voir son travail que lorsqu'il est terminé, et ne peut pas réparer ses fautes, s'il en commet.

On a bien inventé un système qui fait basculer le métier, mais ce système est encore très défectueux.

Ce qui ne l'empêche pas de produire de très belles choses; et c'est précisément pour cela que les tapissiers ne sont point considérés comme des ouvriers, mais sont désignés, et avec raison, sous le nom d'artistes tapissiers.

MÉTIER A HAUTES LISSES.

Rien n'est plus simple qu'un métier à hautes lisses, mais rien n'est plus difficile que la manière de s'en servir.

Quatre pièces principales composent le métier: deux montants verticaux, et deux gros rouleaux ou cylindres de bois, placés transversalement, l'un en haut des madriers et l'autre en bas.

Ces cylindres jouent le même rôle que les ensouples dans le métier à basses lisses; celui d'en haut reçoit la chaîne avant le tissage, et sur celui d'en bas, le tissu s'enroule au fur et à mesure de sa fabrication; généralement ils sont à leurs extrémités percés de trous, disposés pour recevoir des leviers à l'aide desquels on les fait mouvoir, mais plus communément maintenant,

ils sont munis de roues à declic qu'on actionne avec une manivelle, comme dans les métiers à marches, que nous avons décrits en parlant de la soie.

Lorsque la chaîne est tendue elle est divisée en deux nappes, maintenues sur deux plans différents, d'abord par une ficelle dite de croisure, passée alternativement entre tous les fils de la chaîne; puis par un bâton *d'entre-deux* qui est quelquefois un tube de verre, et a pour objet de maintenir entre les deux nappes, un écartement suffisant pour le passage de la trame.

Par ce moyen, la moitié des fils de la chaîne est toujours tenue en arrière et l'autre moitié en avant, mais ces deux moitiés peuvent changer de place; car les fils de derrière (par rapport à l'ouvrier) sont tous fixés à des lisses, anneaux ou boucles comme dans le métier à basses lisses, attachés par leur autre extrémité sur une forte tringle qu'on appelle *perche des lisses*, et que le tapissier peut mettre en mouvement.

Sur les métiers on exécute deux sortes de tissages très distincts: le travail des tapis ras, connu autrefois sous le nom de point *sarrasinois* ou façon de Turquie, qui est la tapisserie et le travail des tapis à surface veloutée, genre Savonnerie, qui conservent plus spécialement le nom de tapis.

Nous allons étudier séparément ces deux sortes de tissage à hautes lisses en suivant les opérations, comme on les fait aux Gobelins.

On ne saurait adopter meilleur modèle.

TAPISSERIE

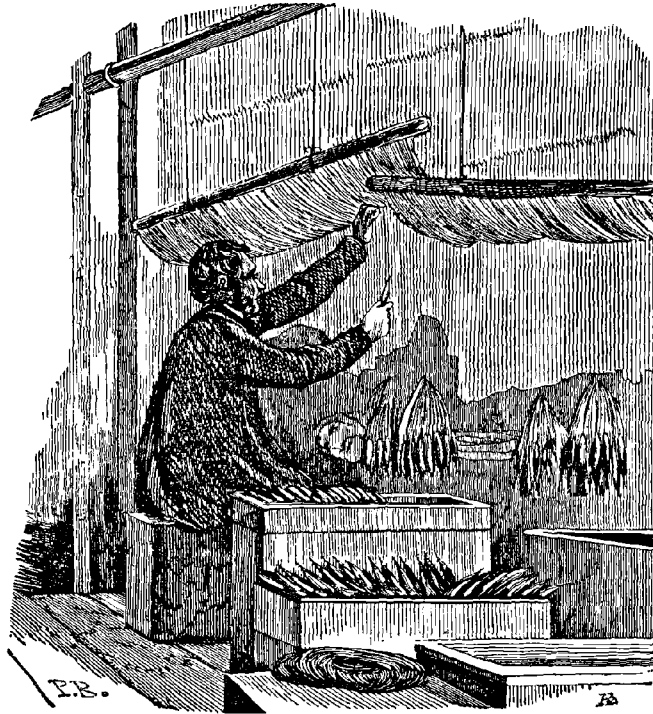
L'art de la tapisserie consiste à imiter un objet quelconque, tel que la peinture peut le représenter, avec des fils colorés d'un diamètre sensible nommés brins, que l'on applique par un nœud ou point autour de fils non colorés, nommés chaînes, tendus verticalement.

Cette imitation, véritable œuvre d'art, s'o-

père, soit par le mélange des couleurs ou *brins* tellement rapprochés ou divisés que l'œil en reçoit une impression unique, tel est le système des hachures; soit par la juxtaposition de brins assortis d'après la loi du contraste des couleurs, et susceptibles d'être vus séparément et parfaitement distincts les uns des autres; c'est ce qu'on appelle le système des teintes plates.

Aux Gobelins l'artiste tapissier, qui n'est

jamais pressé par les exigences d'une commande, fait toute sa besogne lui-même. C'est lui qui ourdit sa chaîne, qui la monte, qui calque et décalque son modèle, et qui fait ce qu'en quelque sorte, on pourrait appeler sa palette, en choisissant dans les magasins, admirablement approvisionnés par la teinturerie justement célèbre de la manufacture, les laines ou soies de nuances innombrables



Le travail de tapisserie, sur le métier à hautes lisses.

dont il a besoin pour exécuter son tableau.

Mais il n'a point à s'occuper du dévidage; car toutes ces laines sont enroulées d'avance sur les fuseaux en broches qui lui serviront de navettes.

Naturellement nous ne parlons point ici de toutes ces opérations préliminaires: ourdissage, cannetage, montage du métier, puisque ce sont les mêmes que nous avons décrites pour la soie.

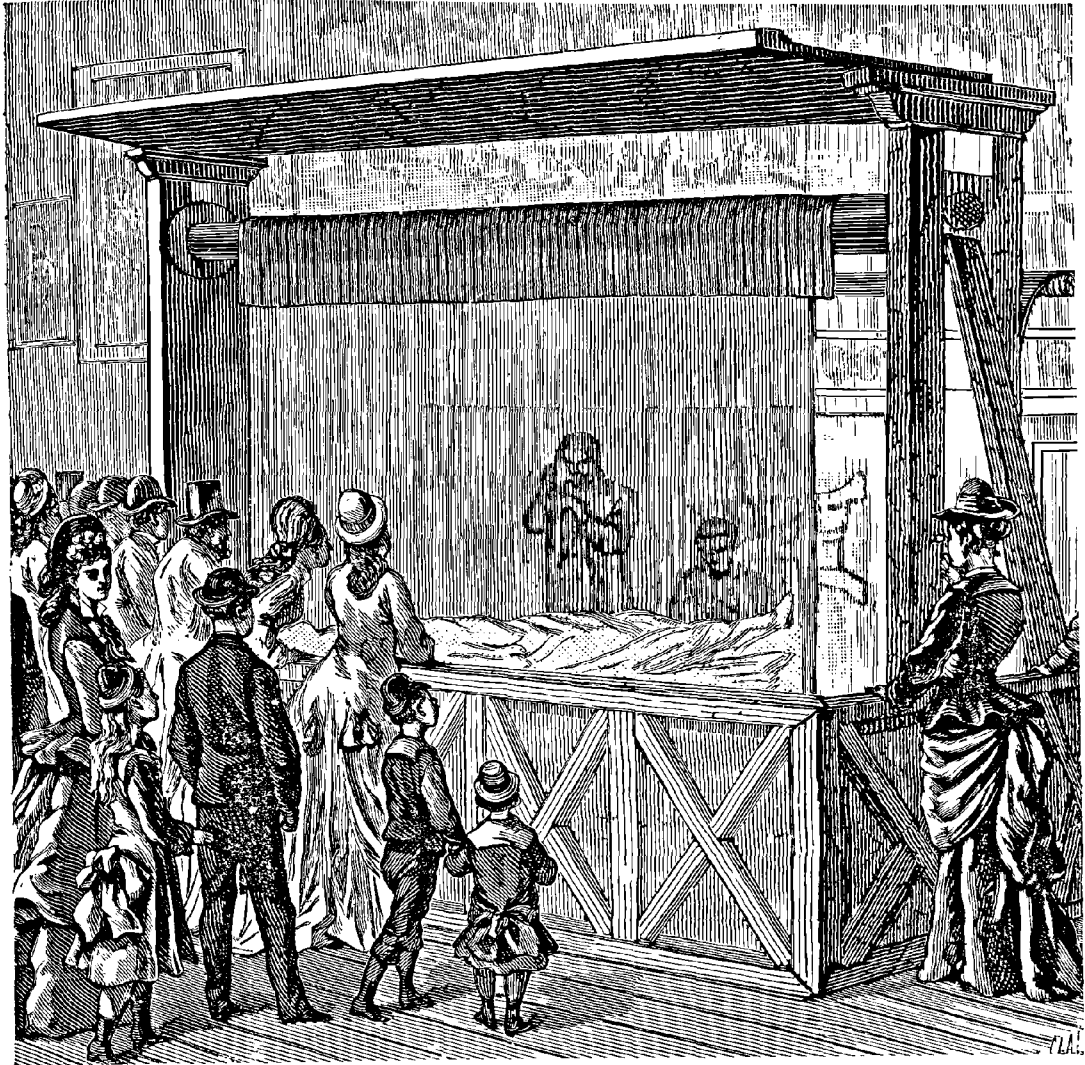
La chaîne, formée de fils de laine blanche généralement retordue, et toujours d'excellente qualité, une fois montée de façon que tous les fils soient soumis à une tension égale, l'artiste s'occupe du décalque de son dessin; car il faut que ce dessin, du moins les traits saillants, soient reportés sur la chaîne même et c'est précisément pour qu'ils soient plus apparents que cette chaîne, qui d'ailleurs disparaît entière-

ment sous la trame, est toujours blanche.

Cette opération est multiple. D'abord sur le tableau, qui sera reproduit en tapisserie sur sa base la plus large, c'est-à-dire le plus souvent de côté, l'artiste marque avec un crayon blanc les principaux traits

et quelques détails de la peinture qu'il veut imiter; ensuite il applique sur le tableau du papier végétal, sur lequel il reproduit au crayon noir les traits qu'il a indiqués en blanc.

Puis, il place ce calque sur le devant de la



Métier à hautes lisses, de la manufacture des Gobelins.

chaîne, l'y fixe au moyen de baguettes plates, et le reporte alors sur la chaîne même, en marquant avec une pierre noire l'endroit du fil qui correspond au trait noir du calque, de façon que l'ensemble de tous ces points

LIV. 139.

noirs sur la chaîne, constitue le dessin, qui se décalque par parties successives pour éviter qu'il ne s'efface pendant le travail.

Ces opérations préliminaires terminées, l'artiste, approvisionné d'autant de fuseaux

139

qu'il aura de tons à employer et ayant derrière lui son modèle, commence son travail en l'exécutant à l'envers de la pièce.

Toutes ces dispositions ont leur raison d'être. Si le modèle, presque toujours un grand tableau, était placé devant l'artiste il lui cacherait le jour, tandis que placé derrière lui, à un demi-mètre de distance sur la droite, il n'a qu'à tourner la tête pour le consulter en toute occasion.

S'il travaillait à l'endroit il en résulterait de graves inconvénients qu'explique ainsi M. Deyrolles, qui fut l'un des plus habiles chefs d'atelier de la manufacture des Gobelins, dans son *Essai sur l'art de la tapisserie* :

« La tapisserie en effet est un tissage et la marche des tons se voit à l'envers par les points que laisse le tissu qui voyage avec les broches, en suivant le mouvement des teintures. Si l'artiste travaillait par devant il serait obligé de couper chaque brin de tissu, à mesure qu'il cesserait de s'en servir; ce qui allongerait considérablement l'ouvrage et diminuerait sa solidité, au lieu que, le travail étant exécuté par derrière, tout le défectueux du tissu et de la chaîne est attiré à l'envers. »

L'exécution des tableaux sur leur plus grande longueur a aussi sa raison d'être; elle en a même plusieurs. D'abord cette pose du modèle sur le côté présente moins de difficultés pour le dessin en général; car il est plus facile et d'un plus grand effet de dessiner avec la trame qu'avec la chaîne, la première étant plus fine que l'autre.

Ensuite, elle permet de diviser le travail selon le genre de talent des artistes, appelés le plus souvent à y travailler plusieurs à la fois, car on a beau n'être pas pressé, un artiste ne pouvant guère faire plus d'un mètre carré par an de tapisserie tableau, il faudrait la vie d'un homme pour la reproduction des grandes pièces.

Arrivons maintenant au travail proprement dit, qui s'exécute à peu près comme le tissage, mais qui en diffère cependant beau-

coup, principalement par les outils qu'on emploie : la broche qui remplace la navette et le peigne qui fait l'office du battant.

Il y a aussi le poinçon, espèce d'aiguille qui sert à presser les duites, et la pince pour enlever les boutons et les déféctuosités de la laine ou de la soie.

La broche, ordinairement en bois de frêne, a de 18 à 20 centimètres de longueur; sa tête est ronde, se terminant en olive, son corps est naturellement évidé pour pouvoir contenir la laine ou la soie qui formera la trame et sa queue se termine en pointe, à peu près comme la lame d'un poignard.

Le peigne, dont la forme rappelle celle du coin à fendre les bûches, est en ivoire, il a 15 à 16 centimètres de longueur sur 5 ou 6 de largeur dans le haut et un peu moins à la partie inférieure, taillée en biseau et présentant 17 à 18 dents, disposées absolument comme celles d'un peigne et assez distancées pour que les fils des plus grosses chaînes puissent y trouver place.

Le tapissier, muni d'une broche chargée de la laine qu'il veut employer pour trame, passe la main gauche dans l'écartement des fils de chaîne, que produit le bâton de crasure et lui donne une ouverture plus grande, en tirant à lui la quantité de fils d'avant, qui est nécessaire à son travail; quantité déterminée par la longueur de la duite par laquelle il commence, puisqu'il ne peut opérer que par tons.

Il y passe alors de gauche à droite, au moyen de la broche, le fil de trame, qu'il tend autant que possible et qu'il tasse ensuite avec l'extrémité pointue de la broche. Cette première opération s'appelle une *passée*; la seconde qui se fait en sens inverse, c'est-à-dire entre les fils de derrière, ramenés en avant par le moyen des lisses, et ceux de devant abandonnés en arrière, complète ce qu'on appelle, comme dans le tissage ordinaire, une *duite*.

On continue ainsi avec la même broche, en exécutant, les unes au-dessus des autres,

autant de duites qu'il en faut pour remplir exactement l'étendue et les contours de l'espace que doit occuper le ton dont la broche est chargée, en ayant soin, toutes les trois ou quatre duites, de les tasser vigoureusement avec les dents du peigne.

On comprend que ces duites ne sont pas toutes de la même longueur, puisqu'on procède surtout par hachures, mais comme les grandes parties du dessin sont crayonnées en noir sur la chaîne, cela ne cause ni difficulté, ni perte de temps.

Un ton fini, l'ouvrier coupe, arrête et fait perdre le fil de la broche qu'il vient de quitter, s'il ne doit s'en servir à nouveau qu'à une certaine distance, et continue son opération avec une broche chargée de laine d'une nouvelle nuance et ainsi de suite, pour que la combinaison de ses duites dessine les ombres et les demi-teintes et marie les couleurs avec une telle perfection, qu'il est impossible à l'œil peu exercé, de découvrir où commence et où finit une couleur.

C'est long, par exemple, mais c'est beau, et tellement, qu'au point de vue industriel on pourrait presque dire que cela dépasse le but.

TAPIS DE HAUTES LISSES

Pour l'exécution des tapis veloutés, dits de la Savonnerie, on se sert des mêmes métiers que pour la tapisserie, seulement ils sont disposés autrement et le travail, qui présente une certaine analogie avec celui du velours, ne s'y fait pas de la même façon.

D'abord, on ne fait point le décalque du dessin sur la chaîne, mais on la prépare de façon à ce qu'elle puisse présenter des divisions correspondant avec celles que l'on trace sur le modèle, comme les carrés réguliers que l'on fait sur un dessin que l'on veut reproduire.

Pour cela, l'ourdisseur dispose les fils de la chaîne, de façon à ce que tous les

dixièmes fils soient d'une couleur, qui tranche vivement sur le blanc de la chaîne, et ce sont ces dixièmes fils qui tracent les lignes verticales du carré, les lignes horizontales qui les croiseront à angles droit, devant être les dixièmes fils de la trame.

Rien de plus régulier, et en somme rien de plus facile, puisque les dessins, beaucoup moins compliqués et surtout beaucoup moins nuancés que dans les tapisseries, présentent peu de variétés de tons dans un carré de dix fils, et d'ailleurs, l'ouvrier travaille à l'endroit, et son modèle, coupé par bandes, et strié de divisions correspondantes à ses carrés de dix fils, est fixé à la perche de lisses, au-dessus de sa tête.

Ce système permet aussi de mettre sur un seul tapis autant d'ouvriers qu'il peut en tenir sur sa largeur.

Autre différence encore pour les tapis, où les fils sont infiniment plus gros que pour la tapisserie; ils ne sont pas d'une nuance déterminée, pour les ornements ils se composent de cinq à six, et pour les fruits de huit à dix fils de tons différents, naturellement appropriés et combinés pour former des nuances imitant exactement le modèle.

Quant aux dixièmes fils, leur coloration ne présente aucun inconvénient, puisqu'ils sont couverts par le point, qui constitue le tapis.

Voici d'ailleurs les détails de l'opération: l'artiste, après avoir, avec sa main gauche, amené vers lui le fil sur lequel il doit commencer, passe derrière avec la droite, le fil de laine de la broche qui doit le recouvrir; cela s'appelle une passée; lorsqu'elle est faite sur le premier fil, il amène en avant, au moyen de la lisse, le fil suivant qui se trouvait en arrière, et il fait dessus un nœud coulant, qui est le point proprement dit.

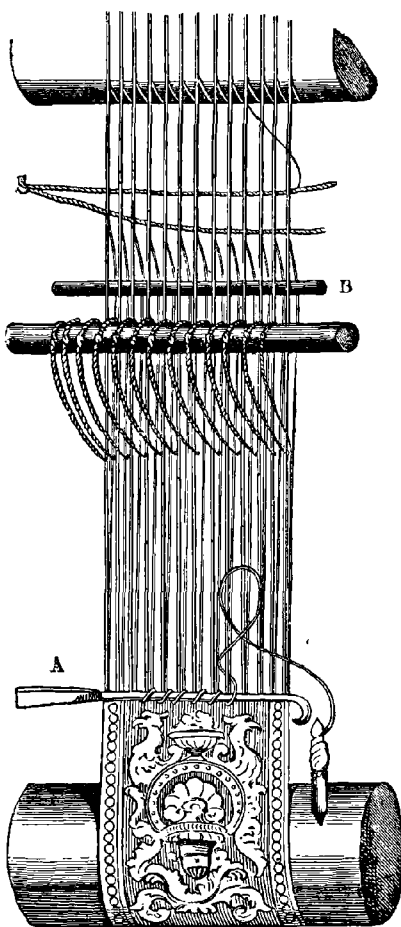
Mais comme ce nœud, serré seulement sur le fil de chaîne, ne formerait pas le velouté, il a soin de ne le serrer que sur un

petit instrument appelé *tranche-fil* (et qu'on voit en A dans notre dessin) qu'il place précisément au point d'intersection du fil de trame avec celui de la chaîne.

Ensuite, il fait une seconde passée, puis un second nœud, et ainsi de suite jusqu'à ce que le tranche-fil soit entièrement recou-

vert de nœuds, qui forment autant d'anneaux qu'il y a de points ; alors il le retire en le prenant par le petit crochet, et la partie coupante du tranche-fil coupe les boucles qui l'enveloppaient et la surface veloutée se trouve formée.

Lorsqu'une rangée complète de points



Tapis veloutés. Détails de fabrication.

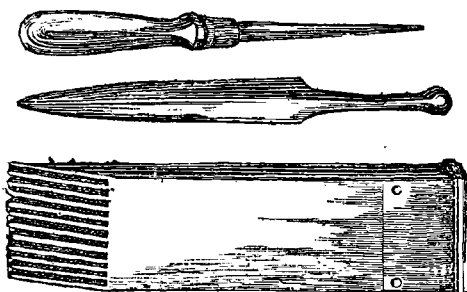
est faite sur toute la largeur du tapis, on établit une liaison entre les fils de devant et les fils de derrière de la chaîne, en passant par l'ouverture ménagée par le bâton d'entre-deux B un fil de chanvre ou de lin qui va d'une lisière à l'autre du tapis ; c'est ce qu'on appelle passer en *duite* ou en *trame*.

On recommence une rangée de points à l'aide du tranche-fil ; on repasse un fil de chanvre, et ainsi de suite, en ayant soin de tasser régulièrement avec le peigne les points et les fils de chanvre, de façon que ces derniers disparaissent complètement dans le tissu.

Tout n'est pas dit pourtant, car le tran-

che-fil ne coupe les bandes du point que très irrégulièrement, mais il n'y a plus qu'à égaliser la surface veloutée du tapis

en ébarbant les bouts de laine qui dépassent, avec des ciseaux spéciaux dont les branches sont recourbées, mais cette opération, si



Outils pour la tapisserie : poinçon, broche et peigne.

simple en apparence, présente de grandes difficultés pratiques ; car la beauté du tapis dépend en grande partie de la précision avec laquelle elle a été faite.

Il est vrai qu'on peut se servir, lorsque les tapis ne sont pas d'une dimension extraordinaire, comme on le fait d'ailleurs dans toutes les manufactures privées où l'on fabrique des tapis communs, de tondeuses mécaniques du même genre que celles dont on se sert pour les velours.

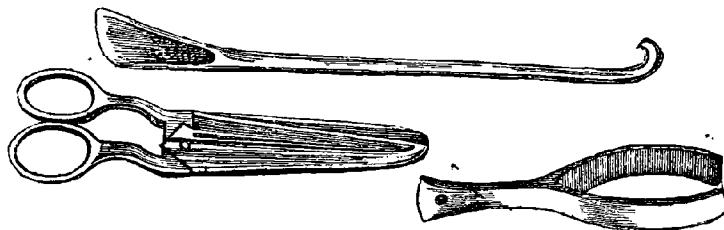
Mais aux Gobelins, où l'on fait surtout œuvre d'art, on ne compte point les difficultés.

Il y a d'ailleurs un atelier spécial qu'on appelle le rentrayage, où l'on assemble à l'aiguille les parties de tapis ou de tapisse-

ries, faites séparément sur le métier, et où l'on corrige les imperfections, les défauts qui ont pu se produire pendant la fabrication ; car il ne sort rien de notre manufacture nationale qui ne soit absolument parfait, et cela est indispensable pour justifier son immense réputation.

La teinturerie des Gobelins est aussi renommée que sa tapisserie, et c'est justice ; car sous la savante direction du grand chimiste Chevreul, elle a produit des tons inimitables.

Mais c'est à tort qu'on attribue la belle teinture des laines à des qualités spéciales aux eaux de la Bièvre, car les eaux bourbeuses de ce semblant de rivière ne servent presque jamais, et depuis longtemps on



Outils pour les tapis : tranche-fils, ciseaux et pince.

n'emploie guère que l'eau de la Seine.

Le véritable secret des brillantes couleurs de la laine des Gobelins, est la science du

chimiste directeur et l'habileté des teinturiers, de même que la beauté des tapisseries dépend du talent des artistes.

TRICOT — BONNETERIE

Le tricot est l'élément du commerce de la bonneterie, dont l'extension est d'autant plus considérable qu'il porte sur la laine, le coton, la soie et le lin, et qu'il embrasse une infinité d'objets d'utilité ou de toilette.

Le tricot est un tissu à mailles élastiques, formé par les entrelacements d'un fil unique, non tendu, dont les boucles passent successivement dans celles qu'on a faites avant.

Exécuté aujourd'hui presque partout mécaniquement, il se fait pourtant encore, il s'est fait surtout beaucoup, à l'aiguille ou au rateau.

Sans vouloir entrer ici dans les détails du tricot à l'aiguille, qui n'est plus guère industriel, et que tout le monde connaît pour le voir pratiquer journellement sous ses yeux, nous en dirons cependant quelques mots, parce que nous tenons surtout à ce que nos études soient complètes.

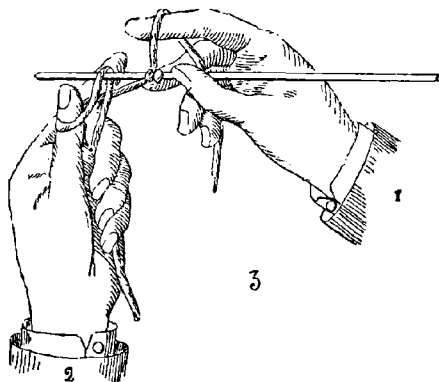


Fig. 1. — Montage, première manière, 1^{re} pose.

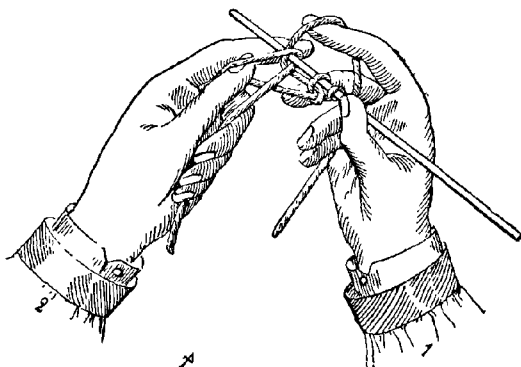


Fig. 2. — Montage, première manière, 2^e pose.

TRICOT A L'AIGUILLE

Il se fait de deux façons, soit avec deux aiguilles pour les pièces planes, comme les jupons, les châles, etc., soit avec un jeu de cinq, pour les pièces circulaires, bas, chaussettes, etc.

Dans un cas comme dans l'autre, il faut d'abord monter l'ouvrage; la description succincte de ce montage du tricot, va nous donner la liste de tous les points qu'on peut exécuter avec des aiguilles.

Il y a quatre manières distinctes de commencer un ouvrage.

Dans la première, on dévide une longueur

de laine ou de coton, cinq ou six fois plus grande que l'ouvrage entrepris. On fait une bouclette dans laquelle on passe une aiguille que l'on tient de la main droite, en l'inclinant légèrement, on prend le brin qui tient à la pelote et on s'en entoure le pouce gauche (voir fig. 1). Du brin libre on s'entoure ensuite l'index de la main gauche et l'on fait entrer l'aiguille dans la bouclette où se trouve déjà le pouce, en passant par-dessous, de manière que l'aiguille ressorte en dessus, le long du pouce, comme dans la figure 2.

On prend alors le fil qui est sur l'index et on le fait passer devant l'aiguille en le

ramenant à soi, puis on passe l'aiguille sous la bouclette du pouce, on tire le fil de la pelote et la maille est formée ; on n'a plus

qu'à recommencer pour en avoir une seconde, une troisième, et ainsi de suite.

Deuxième manière.—C'est la méthode alle-

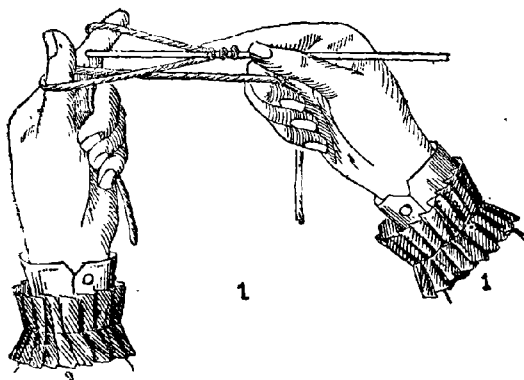


Fig. 3. — Montage, deuxième manière, 1^{re} pose.

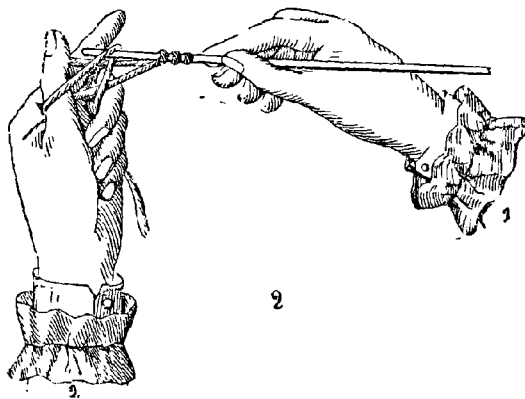


Fig. 4. — Montage, deuxième manière, 2^e pose.

mande, qui consiste à faire tout d'abord la bouclette sur l'aiguille. On prend le fil libre et l'on forme une bouclette sous le pouce gauche (comme dans la figure 3) ; on passe alors le fil de la pelote sur l'index de la main gauche ; on fait passer l'aiguille sous le brin de la bouclette pour que l'aiguille ressorte au milieu (fig. 4). On prend le

fil qui est sur l'index en passant l'aiguille par-dessus, et on ramène avec l'aiguille ce brin sous la bouclette du pouce ; on n'a plus qu'à serrer le fil libre pour que la maille soit faite.

Troisième manière. — C'est le montage avec deux aiguilles : on fait une bouclette sans laisser de bout libre et l'on place ses

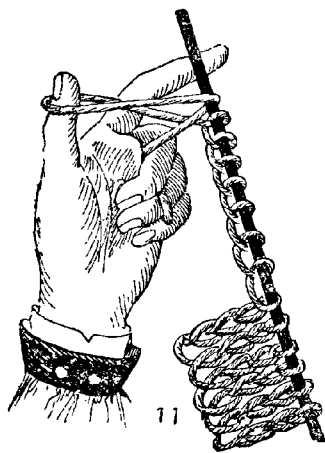


Fig. 5. — Montage, quatrième manière.

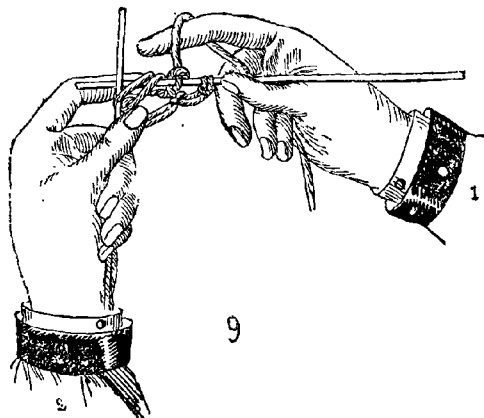


Fig. 10. — Mailles ensemble.

deux aiguilles dedans. On prend le fil sur l'index de la main droite, on le fait passer entre les deux aiguilles et on le ramène à

soi, pour le faire passer avec l'aiguille droite sous la bouclette, en le ramenant toujours à soi. Ce qui fait qu'on a maintenant une bou-

clette sur chaque aiguille et l'on n'a plus qu'à passer l'aiguille gauche sous la bouclette de l'aiguille droite, pour se retrouver

dans la position du début et recommencer une seconde maille.

Quatrième manière. — C'est la plus sim-

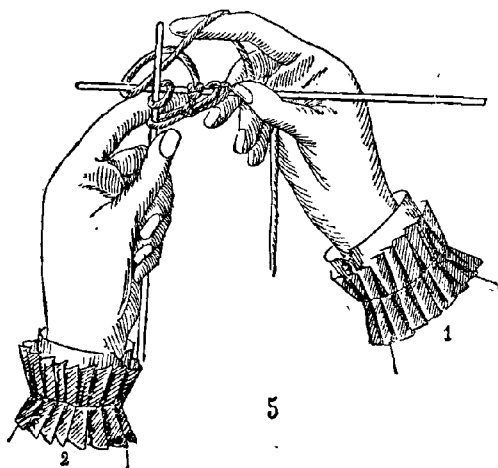


Fig. 6. — Maille à l'endroit.

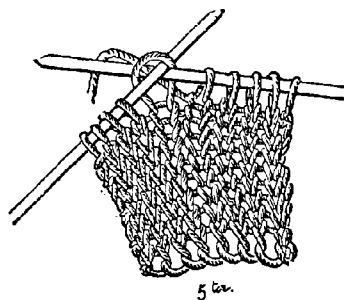


Fig. 7. — Tricot à l'endroit.

ple et peut-être la moins usitée, elle consiste à former un point de feston ordinaire sur le pouce et à jeter ensuite le feston sur l'ai-

guille (voir fig. 5); c'est ce qu'on appelle aussi ajouter des mailles, car c'est le procédé qu'on emploie, au cours d'un travail,

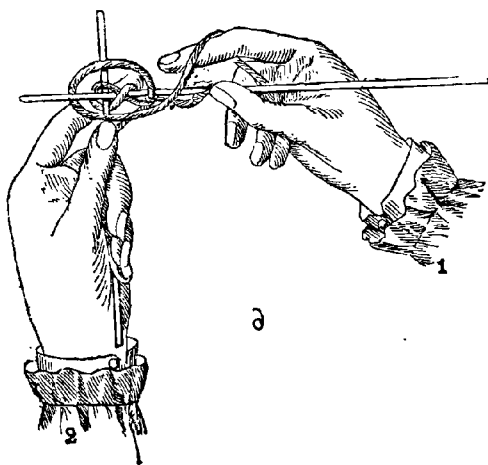


Fig. 8. — Maille à l'envers.

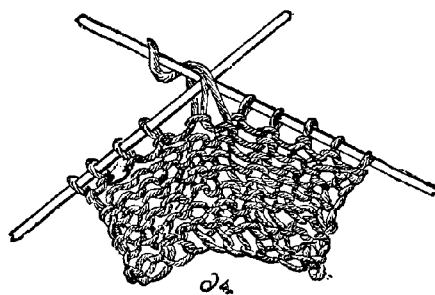


Fig. 9. — Tricot à l'envers.

pour l'élargir. Seulement il ne faut pas se faire d'illusion sur la rapidité de ce procédé; car la maille n'est nullement formée

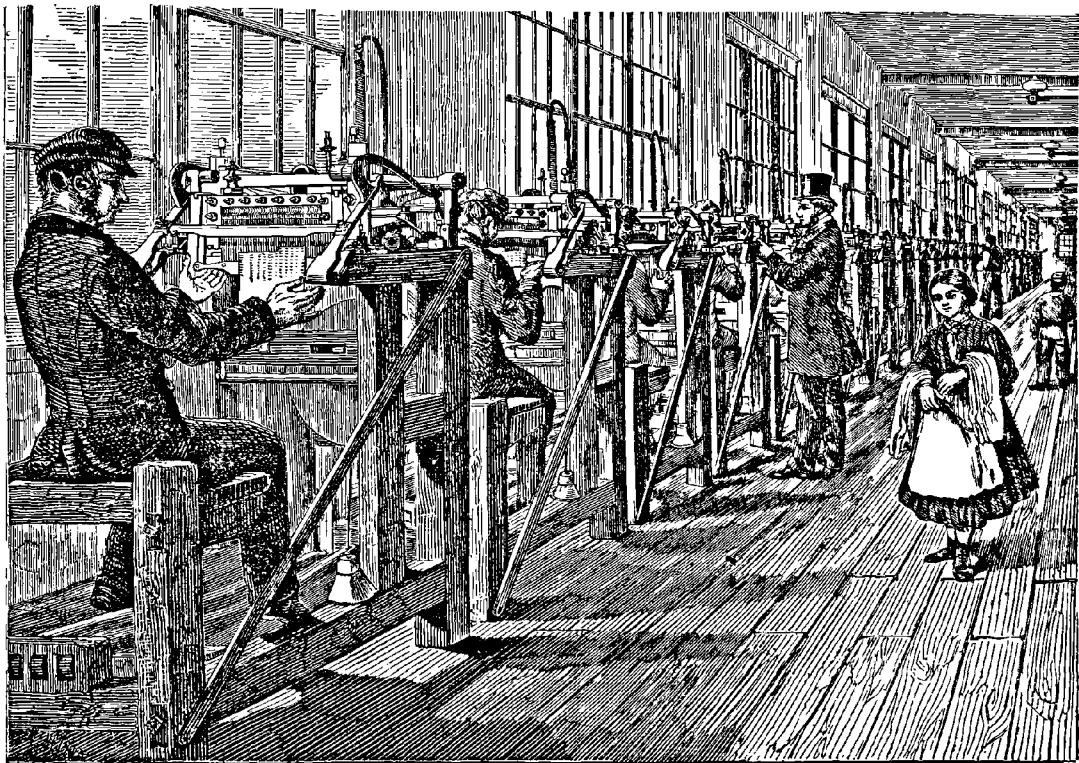
sur l'aiguille et il faut faire un second tour en tricotant, pour la former.

Voyons maintenant les différentes espè-

ces de maille que l'on fait, soit qu'on veuille tricoter à jour ou mat, avec ou sans côtes ou dessins.

Maille à l'endroit. — Le tricot, monté sur l'aiguille de la main gauche, on prend avec l'aiguille droite la bouclette de l'aiguille gauche, en passant en dessous, on croise les aiguilles de façon que la droite

soit derrière la gauche (fig. 6). On prend le fil sur l'index de la main droite et on en entoure l'aiguille droite, en passant entre les deux aiguilles. On le fait alors passer, au moyen de l'aiguille droite, sous la bouclette, et l'on ressort cette aiguille avec la bouclette formée. Il ne reste plus alors qu'à faire tomber entre les deux aiguilles la bou-



Atelier de tricot mécanique. — Métiers rectilignes.

clette travaillée qui se trouve sur l'aiguille gauche, pour serrer la maille.

La maille à l'endroit s'appelle aussi maille simple ou maille unie et l'on peut juger de l'effet qu'elle produit par notre figure 7.

Maille à l'envers. — Pour faire une maille à l'envers il faut que le fil se trouve au devant de soi, position dans laquelle il se trouve si l'on vient de faire une maille à l'envers (fig. 8) mais à laquelle il faut

le ramener, si l'on vient de travailler à l'endroit.

Alors, on prend l'aiguille droite que l'on fait passer de haut en bas, dans la bouclette de l'aiguille gauche ; on prend sur l'index droit le fil dont on entoure l'aiguille droite en la ramenant à soi ; on ressort l'aiguille de la bouclette, mais avec le brin, et l'on fait tomber la bouclette de l'aiguille gauche pour serrer la maille.

En somme, le tricot fait en mailles à l'envers représente exactement l'envers du tricot fait en mailles à l'endroit (voir fig. 9).

Mailles levées. — On appelle ainsi une maille que l'on prend sur l'aiguille gauche avec la droite, sur laquelle elle reste sans être tricotée. On la prend, soit à l'endroit, en passant l'aiguille droite sous la bouclette, comme dans la maille à l'endroit, soit à l'envers, en piquant l'aiguille droite de haut en bas, comme dans la maille à l'envers.

Tous les rangs d'un travail, qui ne se fait pas en rond, commencent par une maille levée à l'envers.

Mailles ensemble. — On fait deux mailles ensemble quand on veut rétrécir le travail d'une maille. On procède absolument comme dans les mailles à l'endroit ou à l'envers, selon les cas, seulement on prend deux bouclettes à la fois sur l'aiguille gauche avec la droite et quand la maille est faite on laisse tomber les deux bouclettes à la fois.

On rétrécit aussi en faisant des surjets, maille surjetée qui n'est autre chose que la maille levée; le surjet est simple ou double, selon qu'on tricote une seule maille ou deux mailles ensemble.

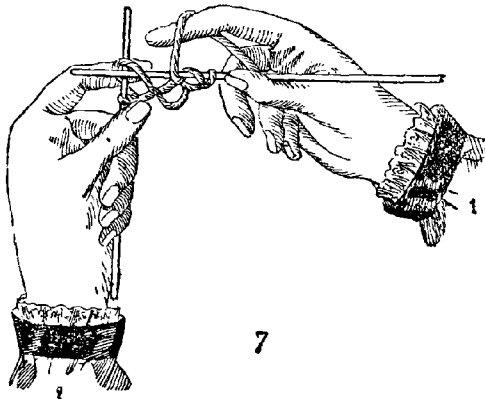


Fig. 11. — Passe à l'endroit.

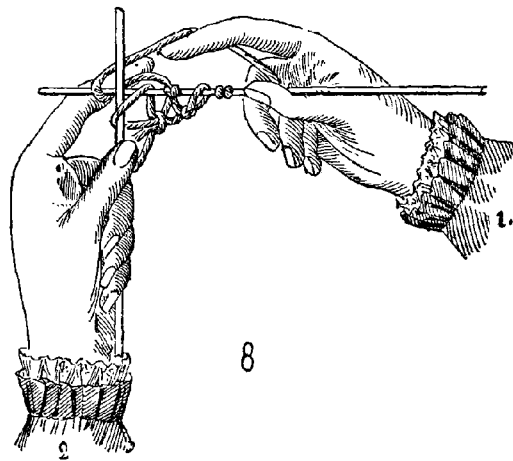


Fig. 12. — Passe à l'envers.

Pour augmenter, il y a les passes.

Passe à l'endroit. — Le fil se trouvant derrière l'aiguille droite, on le ramène en avant en le jetant entre les deux aiguilles, puis on fait une maille à l'endroit (fig. 11).

Passe à l'envers. — Même travail; seulement, après avoir entouré l'aiguille droite avec le fil en allant de droite à gauche, on fait une maille à l'envers (fig. 12).

Passe double. — La passe double ne diffère des précédentes qu'en ce qu'on tourne deux fois le fil autour de l'aiguille, soit à l'endroit, soit à l'envers.

Deux mailles dans la même. — Cette opération a pour but d'augmenter la largeur du

tricot sans faire de jour, ce qui est le propre de la passe.

On fait d'abord une maille à l'endroit, mais on ne fait pas tomber la maille de l'aiguille gauche; on ramène le fil en avant et l'on fait une maille à l'envers sur la même maille, que l'on fait alors seulement tomber.

Maille torsée. — On lève une maille avec l'aiguille droite, puis on passe l'aiguille gauche sous le brin de derrière de la maille que l'on vient de mettre sur l'aiguille droite. L'aiguille gauche ressort entre les deux fils, au milieu de la bouclette. On retire alors l'aiguille droite et l'on tricote une

maille à l'endroit comme à l'ordinaire (fig. 13).

Maille rabattue. — Rabattre un tricot, c'est le terminer de façon qu'il ne se défile pas, une fois les aiguilles enlevées. En somme, c'est faire une suite de surjets, de sorte qu'à mesure qu'on avance, on diminue le nombre des mailles qui sont sur l'aiguille, si bien qu'on arrive à n'en conserver plus qu'une (fig. 14).

Tels sont les éléments du tricot à l'aiguille, et toutes les variétés de travaux ne sont que des combinaisons des différents points que nous venons de décrire.

Il n'est pas besoin d'ajouter que les aiguilles dont on se sert sont en métal ou en bois et plus ou moins grosses, selon les travaux qu'on veut exécuter.

TRICOT AU RATEAU

Ce tricot est une application quasi industrielle d'un jeu que tout le monde connaît, car beaucoup ont fabriqué, dans leur enfance, des cordons de montre au moyen d'un bouchon percé et d'une demi-douzaine d'épingles.

Le râteau n'est pas autre chose, seulement il est plus ou moins grand, rond, carré

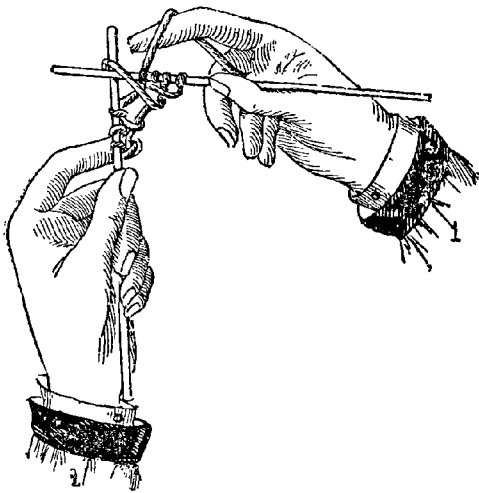


Fig. 13 — Maille torse.

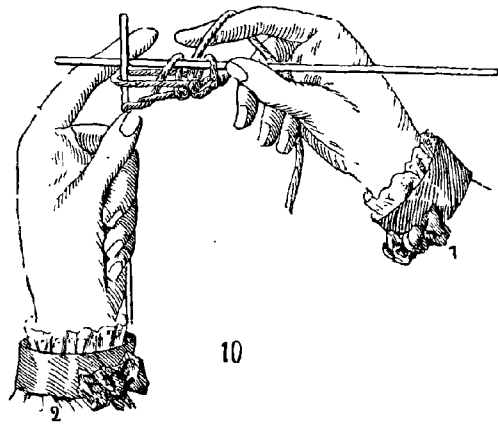


Fig. 14. — Maille rabattue.

ou ovale, selon les ouvrages que l'on veut faire avec et qui s'exécutent quasi machinalement, mais avec cet inconvénient que le râteau ne permet ni augmentations, ni diminutions.

Suivons d'abord l'opération sur un râteau rectangulaire comme celui de notre figure 15.

Pour commencer le travail, on prend un peloton de grosse laine et on l'enroule en formant un 8, alternativement autour de chacune des dents du râteau, en ayant soin pourtant de faire sur la première paire de dents des deux extrémités, deux huit super-

posés, car le point doit être doublé à chaque rangée extrême de la bande.

Lorsque la première série de huit est établie, on en superpose une seconde sur toutes les dents du râteau, de façon à avoir deux rangées sur les dents intermédiaires et trois sur les dents extrêmes.

On prend alors une aiguille à tricoter, ou une aiguille spéciale en ivoire, et l'on fait tomber dans le creux du râteau, le brin inférieur, c'est-à-dire le premier posé. On exécute ce travail sur toutes les dents du râteau en ayant soin, aux deux extrémités, de faire passer par-dessus les dents, les deux

premiers rangs à la fois, de façon qu'en continuant toujours de même, on n'ait plus que deux rangs de huit partout.

Ce travail facile, produit un tricot qui ne manque pas d'aspect, ainsi qu'on peut en juger par la figure 16.

Le rateau rond permet de faire autre chose que des bandes et selon son diamètre, selon que ses dents sont plus ou moins rapprochées, on peut exécuter dessus, sinon des bas, puisque sa disposition n'admet ni ré-

trécissement ni élargissement, au moins des jambières, des brassières et même des maillots de corps, auxquels on n'aurait que la peine d'ajouter des manches.

Le travail s'y fait exactement comme au râteau rectangulaire, mais le montage diffère, en ce sens qu'il faut d'abord enrouler la laine en tournant autour de chaque dent jusqu'à ce qu'on soit revenu à son point de départ; mais à partir de ce moment, au lieu d'enrouler la laine autour des dents, on la

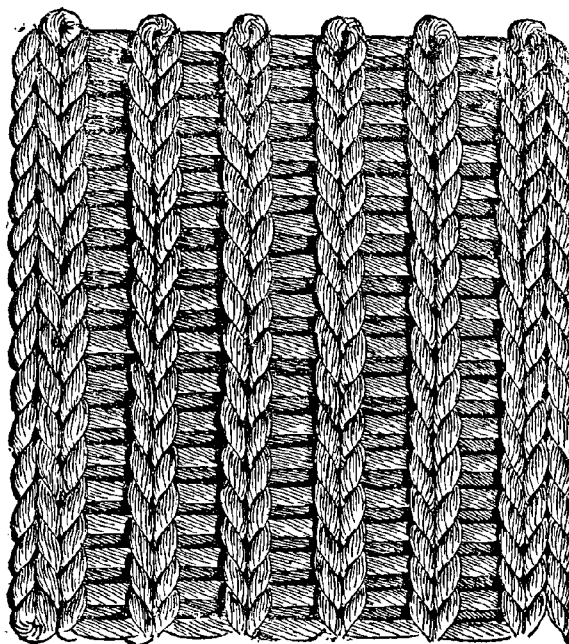


Fig. 16. — Tricot épais au râteau.

juxtapose seulement et l'on fait tomber par-dessus, le brin juxtaposé le tour précédent, au milieu du râteau par-dessus les dents.

Et ainsi de suite.

Mais, répétons-le, cette fabrication ne saurait être industrielle, car au prix où se vend la bonneterie commune, la main-d'œuvre n'y trouverait pas de rémunération suffisante.

TRICOT MÉCANIQUE

Le tricot vraiment industriel se fait sur

des métiers dont les variétés sont aujourd'hui très nombreuses, mais dont le principe fut le râteau perfectionné.

L'invention de la machine à tricoter est assez généralement attribuée à un pasteur protestant de Woodboroug, nommé William Lee, qui, ennuyé de voir sa fiancée absorbée par un tricotage sans relâche, étudia les moyens mécaniques de suppléer à cet ennuyeux travail; il y réussit vers 1589; mais, ne trouvant pas dans son pays les encouragements qu'il espérait, il passa en France

avec quelques ouvriers qu'il avait formés et, protégé par Henri IV, il fonda à Rouen, en 1600, la première fabrique de tricot mécanique que l'on connaisse.

La nouvelle industrie fut-elle prospère, comme on le dit? Il est permis d'en douter, car à la mort de Henri IV les ouvriers bonnetiers de Rouen retournèrent en An-

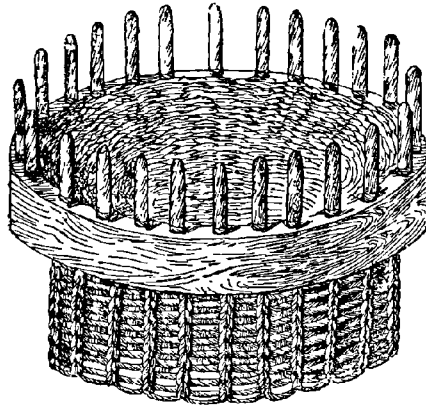


Fig. 17. — Râteau rond.

gleterre, où les métiers de William Lee furent alors si appréciés que l'exportation en fut interdite, et que la France devint tributaire de l'Angleterre, pour une industrie qui avait été créée chez elle. Ce ne fut qu'en

1656 que Jean Hindrès, mécanicien habile, qui était allé en Angleterre à la suggestion de Colbert, pour y surprendre le secret des métiers à tricoter, fonda dans le château de Madrid, au bois de Boulogne, une manu-

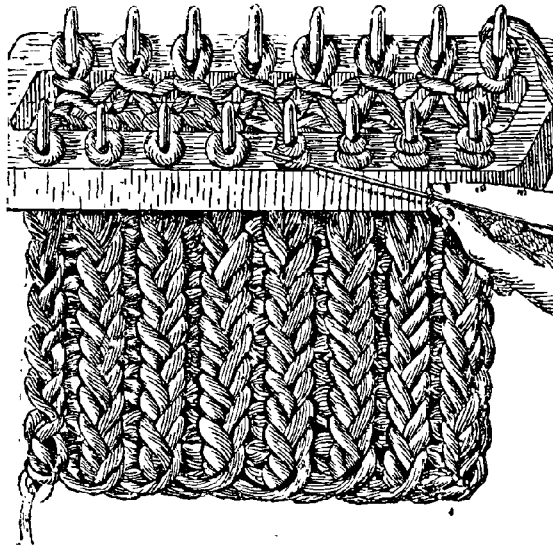


Fig. 15. — Râteau rectangulaire.

facture qu'il faut considérer comme l'origine de notre fabrication mécanique de tissus à mailles élastiques.

Le métier d'Hindrès a été notablement modifié par l'industrie moderne; mais comme les métiers nouveaux, dont nous

parlerons plus loin, partent du même principe, nous le décrirons d'abord, sinon tel qu'il était d'origine, du moins tel qu'on l'employait encore il y a trente ans.

MÉTIER RECTILIGNES

Le métier rectiligne produit autant de mailles, d'un seul coup, qu'il y en a de réparties sur une même ligne droite; mais il présente l'inconvénient de ne donner que des surfaces planes, qu'on est obligé de relier ensuite, soit par une couture, soit par un remmaillage, pour produire des vêtements fermés.

Il se compose, outre le bâti qu'expliquera suffisamment notre dessin, d'une série d'aiguilles placées parallèlement les unes aux autres, dans un même plan horizontal, à des distances proportionnées à la finesse du tricot que l'on veut fabriquer. L'ensemble de ces aiguilles s'appelle la *fonture* du métier.

Ces aiguilles sont terminées par un bec flexible et recourbé, dont l'extrémité se loge, dès qu'on appuie dessus, dans une rainure pratiquée à cet effet dans la partie rectiligne et qu'on appelle le *chas*.

Ce mécanisme est indispensable pour laisser glisser les fils, comme nous le verrons plus loin.

Elles sont maintenues, dans la position horizontale, par leur autre extrémité, qui est noyée dans un bâti composé d'une série de petites plaques en étain, qu'on appelle *plombs*, et qui contiennent chacune deux aiguilles.

Entre chacune des aiguilles sont intercalées des lames verticales, nommées *platines*, qui portent chacune un bec à angle droit, indiqué en A sur nos dessins (fig. 18 et suivantes), et une courbure convexe B, disposée au-dessous.

Ces platines sont animées, selon les temps, d'un double mouvement, l'un de translation verticale et l'autre de translation horizontale parallèlement à elles-mêmes; car

elles sont destinées à abaisser le fil entre les aiguilles pour l'opération du métier et voici comment:

Le fil à tricoter (que ce soit de la laine ou du coton, nous dirons toujours le fil), le fil C, est étalé, à la main, sans tension, suivant une ligne droite sur la rangée horizontale des aiguilles de façon à former un angle droit avec leur direction. Un mouvement de translation vertical des platines appuie successivement tous les becs A sur le fil (fig. 19) et le force à entrer dans les espaces vides qui séparent les aiguilles, et à former une espèce de feston qui constitue le *cueillage*.

Le mouvement de translation horizontale des platines, concourt avec l'action de la partie renflée, à ce qu'on appelle l'*amenage*.

Ce mouvement est combiné avec la fermeture des becs, qui s'obtient par l'abaissement d'une règle (nommée *presse*) sur les courbes D, et le dégagement du feston par-dessus les becs fermés des aiguilles se fait tout naturellement, par la continuation du mouvement de translation horizontale des platines; c'est ce qu'on appelle l'*abattage* (fig. 21).

Ces mouvements constituent d'ailleurs toute l'opération; car la rangée de mailles, primitivement formée à la main, a passé par-dessus les becs des aiguilles, tandis qu'une nouvelle s'y est engagée, et il n'y a plus qu'à faire reprendre aux organes leurs positions primitives pour recommencer une seconde rangée de mailles et ainsi de suite.

Reste à voir maintenant comment ces mouvements se produisent, et nous allons l'expliquer à l'aide de la figure 22. Les platines sont assemblées à charnières sur des pièces A, nommées *ondes*, qui leur communiquent le mouvement, qu'elles reçoivent elles-mêmes de leur axe *aa*.

Il y a deux sortes de platines, les fixes et les abaisseuses, qui sont disposées alternativement, de façon que toute l'étendue de la fonture présente successivement une

platine fixe et une platine abaisseuse.

Cette disposition a sa raison d'être; car si l'on abattait sur le fil tendu toutes les platines à la fois il en résulterait sur les aiguilles et sous les crochets des platines un frottement, qui concurremment avec la traction opérée sur le fil, ne manquerait pas ou de l'allonger au détriment de sa ténacité ou même de le faire casser.

En abattant au contraire successivement les deux espèces de platines (comme fig. 19), les premières descendent d'une quantité double. Ce qui permet aux autres de prendre la longueur de fil qu'il leur faut pour produire l'ondulation nécessaire, et la traction que subit le fil n'est pas de nature à l'allonger plus que de raison.

Cependant il n'est pas indispensable que les platines soient divisées en deux groupes rigoureusement réguliers; l'important est qu'elles soient abattues successivement, mais il est facile de comprendre que le fil est moins tirailé si les platines abaisseuses sont espacées, que si elles sont rapprochées.

Voici maintenant comment s'opère l'abatage des platines (fig. 22) :

B est un curseur métallique, actionné par la corde CC, qui fait un tour complet sur une poulie D recevant le mouvement des pédales du métier. FF sont des pièces, faisant ressort sur les extrémités du curseur, de façon à les tenir en place quand les platines abaisseuses sont levées.

Si le curseur avance, soit de gauche à droite ou de droite à gauche, il soulève successivement les extrémités des ondes et abat les platines, qui restent dans cette position jusqu'au moment où un taquet venant frapper sur l'extrémité d'un levier, fait abaisser la barre HH, laquelle agit directement sur les ondes A, qui soulèvent les platines abaisseuses.

Quant aux autres mouvements nous allons les indiquer à l'aide de notre dessin d'ensemble représentant un tricot déjà en train; car il n'est pas nécessaire de recom-

mencer à décrire des choses déjà comprises.

La presse qui sert à enfoncer les crochets des aiguilles est abattue au moyen de la pédale B, placée entre les deux autres A et C; la corde attachée à cette pédale correspond à la barre G qui par l'intermédiaire des leviers à charnières HH, qu'on appelle cages en fer, communique le mouvement à la presse.

Un ressort E, communiquant par une corde avec deux barres G et L, a pour objet de les maintenir alternativement levées ou baissées. Ainsi quand on enfonce la pédale B, la pièce G est baissée, et la barre L, qui porte le bâti des platines fixes, est levée, de même que si la pédale B est relevée, la barre G se trouve levée et le bâti des platines baissé.

De sorte que, quand les platines fixes sont abattues, les crochets sont ouverts et quand elles sont levées les crochets sont fermés.

Les pédales A et C servent, au moyen de la poulie D, à mettre alternativement en mouvement de gauche à droite et de droite à gauche le curseur qui actionne les platines, par l'intermédiaire des ondes comme nous l'avons déjà dit plus haut.

Quant au mouvement d'avancement et de reculement des aiguilles, il se donne à la main au moyen des deux battants MM, placés de chaque côté du métier.

Avec l'appareil que nous venons de décrire on ne peut faire que du tricot à mailles ordinaires, que l'on peut rétrécir ou élargir en retranchant ou en ajoutant, de chaque côté de l'ouvrage, et progressivement par une maille à la fois, selon la façon du travail à accomplir; nous allons étudier maintenant le métier pour tricot à côtes.

TRICOT A COTES

Le tricot à côtes ne diffère en somme du tricot ordinaire que par la disposition des mailles; les unes présentant la tête en dehors, tandis les autres l'ont en dedans. Aussi

le métier employé pour le faire est-il tout simplement un métier ordinaire, additionné d'une machine particulière que va faire comprendre notre figure 23, montrant un métier vu de face.

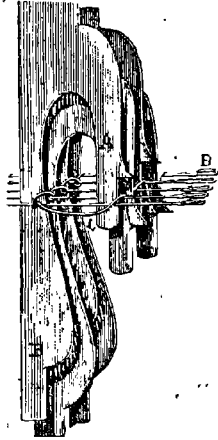


Fig. 19. — Le cueillage.

tant des aiguilles à tricot semblables aux aiguilles ordinaires, mais disposées autrement, c'est-à-dire réparties par groupes de 2, 3, 4 au plus, selon l'épaisseur que l'on veut donner aux côtes et la largeur que l'on veut ménager entre chacune.

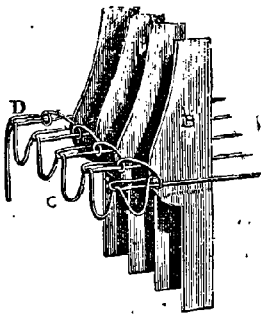


Fig. 20. — L'aménage.

un vide, et ainsi de suite sur toute la fonture.

Pour la manœuvre de ces aiguilles additionnelles il faut retourner le sens d'un certain nombre de mailles, en présentant le dos de la maille, du côté opposé à celui que

Toute la partie supérieure est celle d'un métier ordinaire. A est le bâti supportant les platines fixes, B B celui des platines abaissées et C C, les cages en fer ; la partie ajoutée sur le devant, est le cadre D D por-

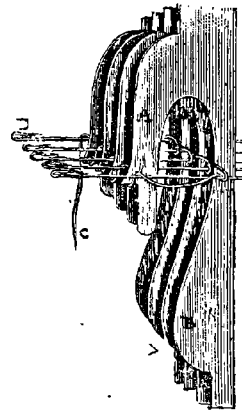


Fig. 18. — Position normale des platines.

Ainsi, si le côtelage est régulier et composé de 3 mailles d'un côté et 3 mailles de l'autre, il y a trois aiguilles additionnelles devant trois aiguilles de tricot ordinaire, puis un vide de trois aiguilles, puis trois aiguilles à côtes devant trois ordinaires, puis

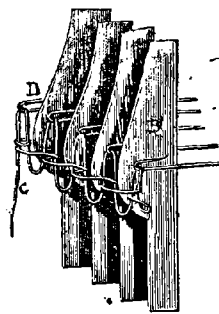
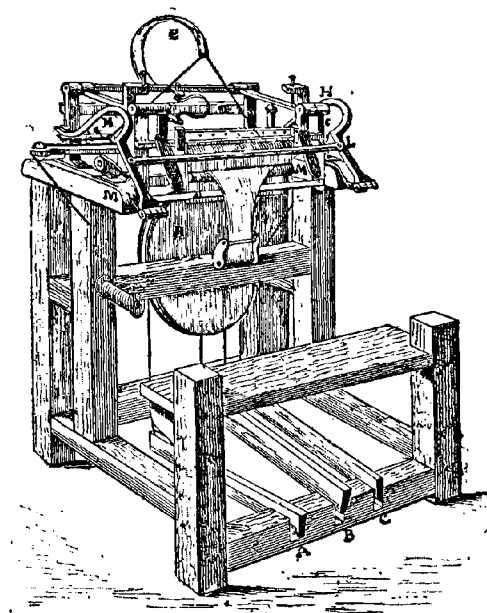


Fig. 21. — L'abattage.

lui donne la machine ; il suffit pour cela de changer la position du plan des parties ondulées du fil correspondant aux côtes, de façon que les mailles ordinaires et les côtes se fassent alternativement.

Les premières faites, les aiguilles à côtes

sont soulevées entre les aiguilles à mailles ordinaires, pour prendre le dernier fil des aiguilles à mailles correspondantes, que l'on fait repasser par la maille inférieure d'où il sort, pour revenir sur l'aiguille où il était d'abord.



Ensemble du métier rectiligne.

De cette façon les côtes se produisent alternativement avec les creux, qui sont, en somme, des parties planes tricotées par les aiguilles du métier ordinaire.

MÉTIERES CIRCULAIRES

Pour remédier à l'inconvénient que pré-

sente le métier rectiligne, de ne pouvoir tisser que des surfaces planes, on a inventé les métiers circulaires, sur lesquels on fabrique des pièces de tricot, qui ont la forme cylindrique d'un tube ou d'un manchon, dont le diamètre dépend naturellement de la fonture.

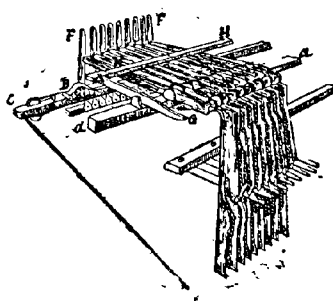


Fig. 22. — Détails du métier rectiligne.

Cette invention remonte à 1815; mais elle ne reçut guère d'application industrielle que vers 1835; encore a-t-elle eu longtemps à

lutter contre les métiers rectilignes, que la routine avait consacrés pour la fabrication des bonneteries fines.

Des nombreux perfectionnements apportés au métier circulaire, il s'ensuit qu'il y en a de beaucoup de sortes, mais tous se composent des mêmes organes que les métiers droits, savoir :

D'une fonture, dont les aiguilles au lieu d'être disposées sur un bâti horizontal, sont plantées autour d'un plateau circulaire ; d'un organe cueilleur, modifié en vue de la disposition nouvelle des aiguilles ; d'un système de presse pour fermer les becs des aiguilles, et d'un procédé pour déterminer l'abatage des mailles.

Pourvus des mêmes organes, ces métiers fonctionnent naturellement comme les métiers droits, et si l'on a changé les moteurs, en remplaçant les pédales par des manivelles ou même des engrenages pour courroies de transmission, la même modification a été faite, ou peut être faite, sur les métiers classiques.

Les métiers circulaires se font de toutes dimensions, il y en a dont la fonture n'a que 5 centimètres de diamètre et d'autres où elle dépasse 3 mètres ; mais entre ces deux extrêmes, qui ont leurs destinations spéciales, il y a au moins une vingtaine de formats, qui se distinguent par leur nombre de *chutes* ; on appelle ainsi la répétition des mêmes organes tels que presses, mailleurs, pièces de reculement ou d'abatage.

Or, comme les organes constituant une chute font exactement le même office que les mains d'une ouvrière tricoteuse, il s'ensuit que plus une machine a de chutes, plus elle doit produire, et l'on se fera une idée du travail qu'on peut en attendre, en prenant pour base une machine de 36 cent. de diamètre, garnie de 1,000 aiguilles, qui produit avec deux chutes seulement, de 50 à 60 mètres carrés de tricot par jour.

Au premier coup d'œil d'une machine, on juge de son nombre de chutes par celui des pelotons de laine que l'on voit sur le porte-fuseaux.

Nous ne pouvons étudier ici tous les genres de métiers circulaires, mais il serait injuste de ne pas mentionner la modification apportée dans leur construction vers 1841, par M. Jacquin de Troyes. Dans son métier, connu sous le nom de métier à roues cueilleuses, les platines cueilleuses, qui tiennent beaucoup de place, sont remplacées par une roue dentée, disposée de telle sorte que chacune de ses dents, par un mouvement de rotation, appuie sur le fil posé sur la fonture et l'engage successivement entre les aiguilles correspondantes.

Ce système repose, comme tous ceux qui ont été imaginés depuis dans le même but : sur la mobilité des dents, qui peuvent rester ou sortir de la jante de la roue pendant sa révolution ; sur la propriété que cette mobilité donne aux dents de n'opérer qu'au moment de leur fonctionnement, et juste au point où leur action est utile ; et enfin sur l'avantage de pouvoir faire varier la longueur des boucles, en raison de l'amplitude donnée à la course de la dent mobile.

MÉTIER RECTILIGNES A DIVISIONS MULTIPLES

Les perfectionnements n'ont pas été apportés seulement aux métiers circulaires et l'on possède des métiers rectilignes, pouvant faire simultanément et automatiquement un nombre de pièces, qui n'est limité que par celui des fontures, ou en d'autres termes par la largeur des métiers.

Les machines de ce genre sont surtout destinées à la fabrication des bas, et les plus usitées sont à 6 fontures ; c'est-à-dire qu'elle produisent à la fois, avec une force motrice insignifiante, puisqu'on peut l'évaluer à un dixième de cheval-vapeur, trois paires de bas.

Ces métiers étant automatiques, un seul homme peut en conduire deux à la fois et faire, dans sa journée de travail, 96 bas de finesse moyenne, tandis que sur un métier ordinaire il faut beaucoup travailler pour faire 3 bas en 12 heures.

Et la perfection du produit n'en souffre pas, au contraire ; car le travail est mécanique et une mécanique ne se trompe jamais tandis que la main de l'ouvrier, qui se fatigue, n'est plus aussi sûre le soir que le matin.

Seulement il faut que la mécanique soit bien faite ; c'est le cas de celle qui nous occupe.

En tant que métier, c'est absolument un métier ordinaire, à la condition que la fonture soit assez étendue pour qu'au lieu d'un fil on puisse en étaler six de même longueur,

les uns à côté des autres, en laissant entre eux l'espace nécessaire pour le jeu du mécanisme de chacun.

En d'autres termes, c'est un métier à 6 fontures, dont chacune est munie de deux poinçons, placés l'un à la lisière ou *rive* de droite et l'autre à la lisière de gauche, et que l'on peut, quand cela est utile, déplacer pour changer ou rétrécir la pièce, selon les nécessités du travail.

Toute la difficulté, facilement vaincue, du reste, consistait à donner à ces six fontures un mouvement simultané pour que les

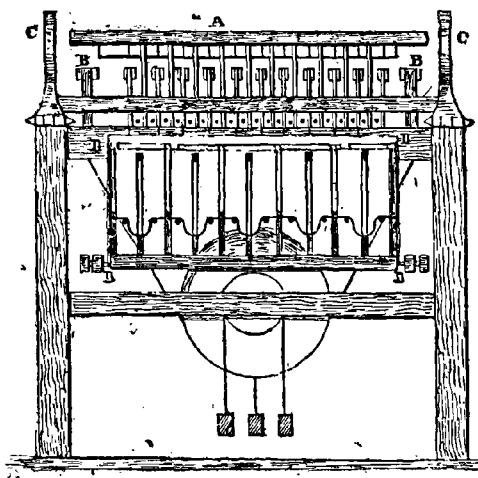


Fig. 23. — Appareil pour tricot à côtes.

pièces se fissent en même temps ; la poulie motrice du moteur ordinaire, actionnée par une manivelle ou une courroie de transmission du moteur de l'usine, et munie de commandes pour les organes principaux, suffit à toutes les fonctions qui se résument, d'ailleurs, à six :

1° Distribution du fil et alimentation de la machine, — 2° cueillage, — 3° formation et abattage des mailles, — 4° fermeture par la presse des becs des aiguilles, — 5° abaissement intermittent des poinçons et leur mouvement de translation, et 6° retour des organes et de leur commande à

leurs positions initiales, après le fonctionnement.

A cet énoncé, le mécanisme paraît très compliqué, à cause de la précision que réclament la combinaison et l'exécution de toutes les pièces composant le métier ; il est cependant fort simple. Il consiste dans un arbre principal, axe de la poulie motrice, sur lequel sont assemblées autant [de cames que le métier à de mouvements] principaux à exécuter, et commandant les organes par des tiges ou des leviers, combinés de façon à établir les relations nécessaires.

Quels qu'admirables que soient ces mé-

tiers, connus seulement depuis 1862 et dont les premiers fonctionnèrent chez M. Talbouis de Saint-Just et chez M. Berthelot de Troyes, il y a mieux pourtant et l'exposition actuelle de Nice nous a fait voir une machine plus complète encore, puisqu'il n'y a, en quelque sorte qu'à la regarder faire.

Ce métier, exposé par M. Georges Schwab fils, de Beaume-les-Dames, sous le nom de machine à tricoter, a une histoire qui doit trouver sa place ici.

MACHINES AUTOMATIQUES A TRICOTER

Vers 1864, un Américain, nommé Lamb, inventa pour le tricot un petit métier, si simple, si portatif, que son emploi aurait dû s'universaliser comme celui de la machine à coudre.

Il n'en fut rien pourtant; la machine à tricoter ne réussit point en Amérique, et son inventeur vint tenter la fortune en Europe. Son brevet, pour la France, déjà près de tomber dans le domaine public, fut acheté par la Compagnie Bustorf, Dubied

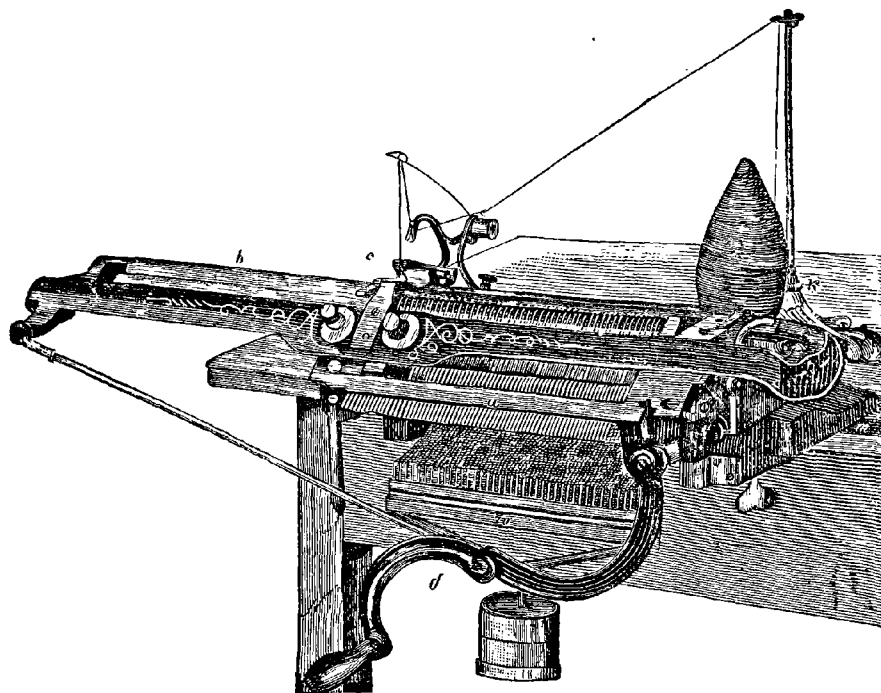


Fig. 24. — Machine à tricoter (système Schawb).

et Carbonnier, qui ne pouvant avoir l'espérance de se créer un monopole de fabrication, n'y attacha qu'une importance très secondaire.

La première machine à tricoter parut à l'Exposition universelle de 1867; mais soit que sa construction laissât à désirer ou pour toute autre cause, on y fit à peine attention.

En France, du moins; car un industriel allemand la remarqua, et quelque temps

après, la Saxe employait la tricoteuse mécanique.

C'est de là qu'elle nous est revenue, importée en quelque sorte par M. Hantz-Nass, qui, privé par la germanisation de l'Alsace-Lorraine, de son emploi d'agent voyer à Dannemarie, se mit en tête d'acclimater en France la machine Lamb, dont le fonctionnement l'avait enthousiasmé.

Certes, il ne réussit pas du premier coup; mais dès qu'on eut reconnu dans les pro-

duits de ce métier, le même fini et la même solidité que dans le tricot fait à la main, le succès fut assuré et l'ex-agent voyer de

Dannemarie est aujourd'hui un de nos grands industriels, occupant près de 500 ouvriers à la confection mécanique du tricot.

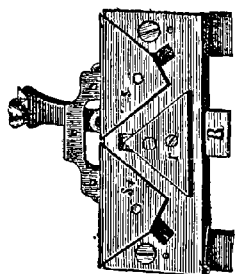


Fig. 25.

Détails de la tricoteuse Schwab.



Fig. 26.

L'exemple profita, et tous les fabricants de l'Est se pourvurent de machines Lamb, si bien que, sur les 4,000 machines employées dans la région bonnetière, il n'y en a pas 30 qui soient d'origine française.

Chiffre dérisoire, mais qui n'est que trop vrai, grâce à l'indifférence de nos constructeurs, qui laissent gagner des millions à leurs bons voisins les Allemands, quand ils n'auraient eu qu'à vouloir, pour fabriquer tout aussi bien, et aussi économiquement, une machine tombée dans le domaine public et devenue indispensable.

C'est cette machine, notablement perfec-

tionnée, que M. Schwab fils, manufacturier de Beaume-les-Dames, vient d'exposer à Nice, avec une collection de ses produits les plus variés, mais tous étonnants de perfection.

En 1878, déjà, il avait pris un brevet pour une machine à conducteurs multiples, qui, employée par lui à la confection des gants tricotés, devint le point de départ de nombreux autres perfectionnements, tels que rayeurs à deux ou trois conducteurs, pour la fabrication des côtes de toutes sortes; machines à deux ou trois têtes, auxquelles il ajouta un appareil aussi simple

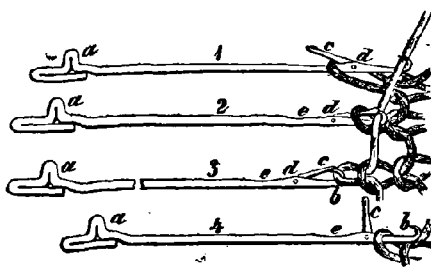


Fig. 27. — Détails de la tricoteuse Schwab.

que pratique, qui permet de déplacer automatiquement la fonture mobile et de produire sur le métier simple, sans erreur ni

malfaçon, toute espèce d'objets, comme : bas, fichus, gilets, guêtres, béets, soit en tricot uni, à jours, et même à dessins les

plus variés et les plus compliqués, grâce à l'addition d'un mouvement indirect et de cartons, genre Jacquart.

Voici d'ailleurs la description de la machine dont nous donnons un dessin, page 1124.

Elle se compose d'un chariot mobile B, qui, mis en mouvement par une manivelle *d*, glisse sur deux platines inclinées, chargées d'un nombre d'aiguilles, qui varie suivant la longueur et le numéro de la machine, c'est-à-dire entre un mètre et un mètre cinquante, car cette tricoteuse ne vise pas que le travail industriel; elle est certainement appelée, dans un temps donné, à remplir, au foyer domestique, la même mission économique que la machine à coudre.

Les aiguilles sont maintenues dans les rainures des platines par une plaque dite taie d'aiguilles, et qui est fixée sur le lit d'aiguilles et en dessous du chariot, qui met les aiguilles en mouvement ou les laisse en repos, selon qu'elles sont ouvertes ou fermées. Ces plaques sont indiquées par *ss*, dans notre figure 25.

Si l'appareil à cames est ouvert, comme dans la figure en question, les aiguilles viennent frapper contre le triangle R, et prennent immédiatement un mouvement ascensionnel, qui les élève jusqu'à la hauteur du fil qu'elles cueillent pour former la maille.

L'aiguille ayant accompli ce mouvement, vient de nouveau frapper contre l'une des tringles S, qui lui imprime un mouvement de haut en bas, et la reconduit dans son lit, en lui faisant former une nouvelle maille par la fermeture de son clapet, indiqué en *c*, dans la figure 27, qui montre ce clapet dans les différentes positions qu'il occupe pendant le cours du travail.

Si le triangle R du milieu est fermé

comme dans la figure 26, les aiguilles restent en repos et ne forment pas de nouvelles mailles; ce qui permet de travailler alternativement sur l'une et sur l'autre fonture, et de produire un tricot uni, fermé, sans couture, et diminué selon besoin; l'un des grands avantages de la tricoteuse, et que l'on ne trouve point dans les autres métiers.

Les serrures SS et R s'ouvrent et se ferment à volonté, par la disposition de quatre verrous, placés aux extrémités de chaque fonture, et qui, suivant qu'ils sont levés ou baissés, poussent par l'appendice B (fig. 25 et 26) le triangle R de haut en bas.

On voit que rien n'est plus simple que le fonctionnement de cette machine qui, par d'ingénieuses dispositions, et l'addition d'appareils : à baisser la fonture de devant, à faire mouvoir horizontalement la fonture de derrière, peut produire tous les genres de mailles connues et toutes les côtes imaginables, à jour ou à dessins.

Par la diversité des produits qu'elle permet d'exécuter, elle est devenue le métier universel pour le tissage à mailles élastiques.

Tricotant et diminuant, en rond, sans couture, mieux que les métiers circulaires, elle remplace économiquement par ses produits les objets tricotés à la main et offre, en plus, de grands avantages de solidité, de durée, de forme et d'élégance sur la production manuelle des ménagères.

Après cette machine, pourvue d'un compteur automatique qui compte les tours et les demi-tours, même quand l'ouvrier ne travaille que par un court mouvement de va-et-vient, soit en bas soit en haut, — après cette machine, faut-il tirer l'échelle?

Qui sait? Le génie est si inventif! Le dernier mot n'est peut-être pas encore dit.

BOUGIES STÉARIQUES

La fabrication des bougies stéariques est une industrie toute française, inventée théoriquement par le savant chimiste Chevreul, et pratiquement par M. de Milly, gentilhomme de la chambre de Charles X, qui voyant son avenir brisé par la révolution de Juillet, se jeta courageusement dans l'industrie et fonda en 1834, place de l'Étoile, une manufacture de bougies, prototype et modèle de toutes les autres, et dont les produits sont universellement connus sous le nom de « bougies de l'Étoile ».

Le but de la stéarinerie était de trouver pour l'éclairage quelque chose de moins cher que la bougie de cire, à peu près inaccessible aux masses, et de plus propre que la chandelle de suif, dont les inconvénients sont plus nombreux que les avantages.

Pour cela, il fallait étudier scientifiquement l'origine, la nature et la composition des corps gras, auxquels on pouvait demander un élément nouveau.

C'est ce que fit Chevreul, dont les travaux, commencés dès 1811, n'aboutirent à une solution pratique qu'après de longues années de recherches.

En même temps que lui, et partant peut-être du principe qu'il avait émis : que les graisses, comparables aux éthers, combinaisons de l'alcool avec les acides, sont des combinaisons d'acides gras avec la glycérine et qu'on peut les décomposer par les acides, — un chimiste de Nancy, Braconnot, faisait des expériences.

En 1815, ayant réussi à séparer, par simple pression, les suifs en deux éléments de même nature, mais fusibles à des températures différentes, il essaya d'employer la partie solide à la fabrication des bougies,

mais n'obtint aucun résultat industriel ; il abandonna ses études et laissa libre le champ que Chevreul cultivait.

De 1813 à 1823, le savant directeur des Gobelins publia une série de mémoires, dont l'ensemble démontra que la graisse des animaux est formée de trois principes immédiats : la *stéarine*, la *margarine* et l'*oléine*.

Il fut en même temps acquis à la science que ces principes immédiats se dédoublent en glycérine et en acide, de sorte que la stéarine produit de la glycérine et de l'acide stéarique ; la margarine, de la glycérine et de l'acide margarine, et l'oléine, de la glycérine et de l'acide oléique.

De plus, Chevreul sépara les acides gras, les uns des autres, et reconnut que tous sont volatilisables dans des conditions déterminées, mais que deux seulement, l'acide stéarique et l'acide margarine sont blancs, solides et cristallisables, tandis que l'acide oléique est liquide à la température ordinaire.

Il en résultait qu'on pouvait, par la saponification, réduire les acides gras à l'état de savon, séparer mécaniquement les parties solide et liquide, et consacrer l'acide stéarique à la fabrication des bougies.

Tel fut le point de départ de l'industrie stéarique, mais si l'on avait les données scientifiques, des certitudes expérimentales, les moyens pratiques n'étaient point trouvés.

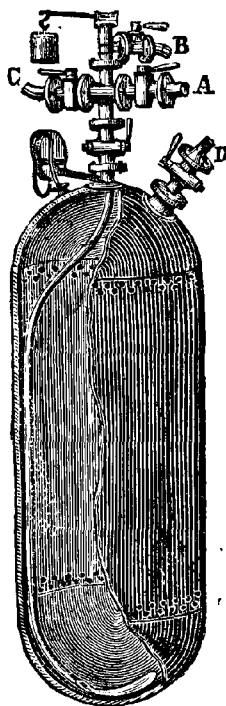
Chevreul les chercha et, de concert avec Gay-Lussac, il prit en 1825 des brevets pour l'exploitation de sa découverte en France et en Angleterre, mais l'entreprise ne réussit pas ; les savants, opérant industriellement comme dans leurs laboratoires, c'est-à-dire saponifiant par la soude et dé-

composant le savon obtenu par l'acide chlorhydrique, ils produisirent, coûteusement, des bougies qui ne brûlaient pas mieux que la chandelle.

On crut que ces inconvénients provenaient de la mèche, qui s'engorgeait et s'enveloppait d'une matière charbonneuse, et M. Jules de Cambacérès, ingénieur des ponts et chaussées, inventa les mèches nattées ou tressées, dont on se sert encore aujourd'hui.

C'était quelque chose, mais ce n'était pas tout; les bougies qu'il produisit étaient jaunâtres, grasses au toucher, et exhalaient, en brûlant mal, une odeur désagréable.

La tentative parut être abandonnée et pendant quelques années on n'y pensa plus. En 1829, M. de Milly, docteur en médecine, bien qu'ayant charge à la cour, reprit avec un de ses confrères, M. Motard, l'étude de



Autoclave de M. de Milly pour la saponification.

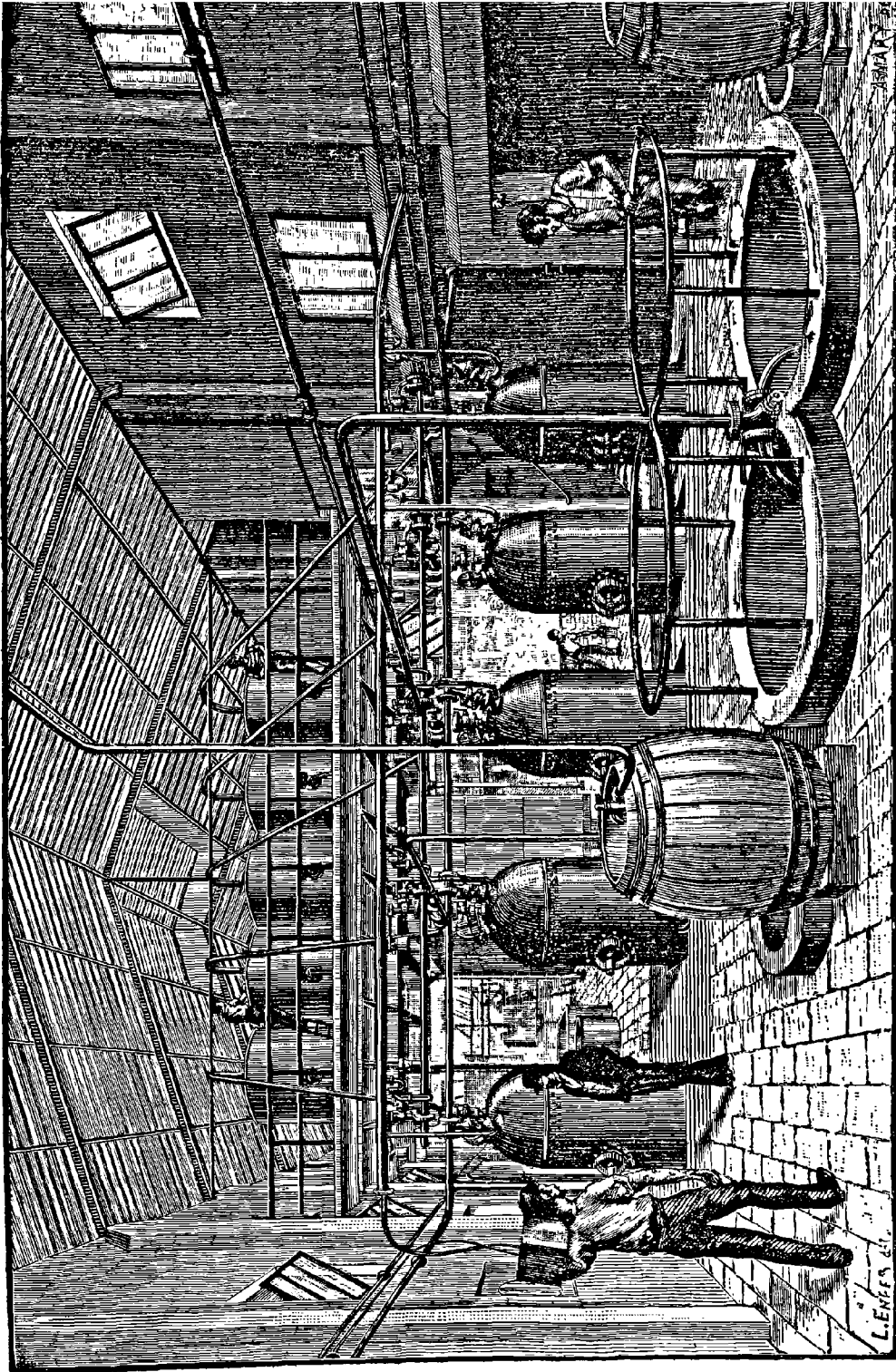
la question et entreprit de compléter la découverte de Chevreul.

Deux années se passèrent en recherches persévérantes, qui aboutirent au résultat pratique, c'est-à-dire à remplacer par de la chaux, la soude ou la potasse dont on s'était servi jusqu'alors pour la saponification des corps gras.

Cette découverte, qui fit tomber immédiatement de 60 francs à 2 francs le prix du kilogramme d'acide stéarique, est la vraie

création de l'éclairage par les corps gras, et c'est alors que MM. de Milly et Motard fondèrent, place de l'Étoile, une fabrique dont les produits figurèrent avec honneur à l'Exposition de 1834.

De nombreux perfectionnements ont été apportés depuis dans l'outillage de l'usine, qui est maintenant plus au large dans la plaine Saint-Denis, et dans les procédés de fabrication. Mais ils appartiennent tous en propre à M. de Milly, son associé l'ayant quitté en



Atelier des autoclaves, à l'usine de l'Étoile.

1835 pour aller fonder à Berlin un établissement analogue, qui existe encore aujourd'hui.

Nous allons étudier successivement tous ces perfectionnements, en suivant méthodiquement toutes les phases de la fabrication ; mais avant nous dirons quelques mots des matières premières.

MATIÈRES PREMIÈRES

Bien que tous les corps gras puissent être employés dans la fabrication des bougies stéariques, il faut néanmoins les classer d'après leur nature.

MATIÈRES ANIMALES

Les animaux fournissent les matières grasses concrètes, suifs et graisses, et les matières grasses fluides, provenant des débris des animaux abattus et des corps de certains poissons ou animaux aquatiques.

Les suifs de mouton sont incomparablement les meilleurs et les plus faciles à travailler ; mais on emploie beaucoup aussi les suifs de bœuf, de veau, de chèvre et de bouc.

Les graisses sont : le beurre de vache, la moelle d'os de bœuf, la graisse de porc, le *flambart* (déchets ramassés par les charcutiers), la graisse de pot-au-feu, la graisse d'oie et le blanc de baleine.

Les matières animales fluides sont : les huiles de pied de bœuf, de mouton ou de cheval, les huiles de baleine, de cachalot, de phoque, de marsouin, de lamantin et de divers autres poissons.

MATIÈRES VÉGÉTALES

Les matières grasses, d'origine végétale sont concrètes ou fluides.

Les premières s'extraient de la plupart des fruits : drupes, amandes, baies, feuilles de divers arbres ou arbrisseaux de toutes

les latitudes ; elles constituent les beurres, pains, cires et suifs d'huiles.

Les secondes sont les extraits visqueux des fruits et graisses, comme l'olive, l'oeillette, le colza, l'arachide, le sésame ; en un mot ce sont les huiles proprement dites : de noix, de chènevis, de coton, de ricin, de faine, de lin, et beaucoup d'autres encore de provenance étrangère, et surtout l'huile de palme, que l'on fait venir des côtes d'Afrique, et qui donne au traitement un produit analogue aux graisses animales.

Si l'on ajoute à cela toute une série de produits exotiques : tels que l'huile de noix de coco, le beurre de Cambodge, le beurre de Mochat, le beurre de Muscade, les cires de Bicuiba, de Cayenne, du Japon, de Carnanba, les huiles de laurier, de sterculia, de mafurra, de virula, de cohue, et bien d'autres que l'on n'emploie pas encore beaucoup, mais qui peuvent l'être assez économiquement, on voit que les matières éclairantes ne feront jamais défaut, et que lors même que la Russie et l'Amérique du Sud, qui nous approvisionnent, en partie, de leurs graisses et suifs, viendraient à nous manquer, on n'aurait que l'embarras du choix pour trouver des éléments de remplacement.

FABRICATION

La fabrication des bougies comprend une série d'opérations qu'on peut classer ainsi :

Saponification des matières grasses. — Pulvérisation des savons de chaux. — Décomposition des savons de chaux. — Lavage des acides. — Moulage et cristallisation des acides. — Pressage à froid. — Pressage à chaud. — Épuration des acides solides. — Fonte et moulage des acides solides blancs. — Blanchissage des bougies. — Polissage des bougies.

Étudiions-les séparément.

1° SAPONIFICATION DES CORPS GRAS

Comme on l'a déjà vu, la saponification a pour objet de décomposer les corps gras,

c'est-à-dire de séparer, par la combinaison d'une matière étrangère, les acides stéarique, margarique et oléique de leur base.

En un mot, c'est la fabrication de l'acide stéarique, avec lequel on fait les bougies et qui s'extrait plus généralement du suif, soit pur, soit plus ou moins mélangé avec les graisses ou huiles, dont nous venons de parler.

Il y a pour cela deux méthodes très différentes: la première, dite par voie humide et qu'on appelle *saponification calcaire*, est basée sur la saponification des graisses au moyen de l'hydrate de chaux, et la seconde, par voie sèche, est appelée *saponification sulfurique*, parce qu'elle repose sur la décomposition des corps gras par l'acide sulfurique concentré.

SAPONIFICATION CALCAIRE

La méthode à l'hydrate de chaux est la plus ancienne et encore la plus répandue; c'est celle qu'inventèrent MM. de Milly et Motard et qui pourtant n'est employée maintenant à l'usine de l'Étoile qu'avec des modifications si profondes, que c'est en quelque sorte un autre système. Par la méthode ancienne, on opère dans une cuve de bois légèrement conique, doublée en plomb et que l'on chauffe au moyen d'un tube annulaire placé dans le fond de la cuve et qui lance des jets de vapeur, par une grande quantité de petits orifices. Un agitateur, mû par un axe vertical et muni de bras comme tous les malaxeurs imaginables, est placé au centre de la cuve, que l'on peut fermer hermétiquement, au moyen d'un couvercle ajusté.

Le suif, préalablement purifié par une première fusion, est versé dans cette cuve par 500 kilogrammes, avec environ son poids d'eau; on chauffe la cuve, et quand le suif est à peu près fondu, on ajoute peu à peu, 75 kilogrammes de chaux bien délayée dans de l'eau, et l'on met en mouvement l'a-

gitateur, qui brasse continuellement la masse.

Tout d'abord le suif et le lait de chaux forment une masse homogène et pâteuse, dans laquelle le suif existe presque sans altération. Au bout de deux heures, l'eau commence à se séparer, mais le savon calcaire est loin d'être complètement formé par le mélange intime du suif et de la chaux. On arrête cependant l'agitateur, mais on laisse continuer l'ébullition pendant encore cinq ou six heures.

Au bout de ce temps le savon calcaire étant devenu dur et granuleux, l'opération touche à sa fin; on arrête les jets de vapeur et on laisse refroidir pendant quelques heures, sans découvrir la cuve, qui doit au contraire être aussi bien fermée que possible.

On n'a plus alors qu'à soutirer les eaux glycélineuses par le bas de la cuve et à en retirer, sous forme de savon très dur et présentant une cassure terreuse, les stéarates, margarates et oléates de chaux, produits par l'opération et encore mélangés ensemble.

Inutile d'ajouter que l'opération est d'autant plus satisfaisante qu'elle a été bien menée et que les matériaux ont été mieux choisis; il faut surtout que la chaux soit très caustique et qu'elle s'éteigne sans laisser de grumeaux. Sa qualité a une influence considérable sur le produit; car, si elle renferme trop d'oxyde de fer, cet oxyde passe en partie dans le savon calcaire et lui donne une teinte jaunâtre, assez difficile à enlever.

SAPONIFICATION DANS L'AUTOCLAVE

Tel est le procédé ancien, employé peut-être encore dans quelques fabriques, mais que l'usine de l'Étoile n'emploie plus, d'abord parce qu'il est coûteux, ensuite parce qu'il présente des défauts.

En effet, on emploie 15 pour cent de chaux pour la saponification du suif, et les acides qu'il contient n'exigeraient pour former des

savons neutres, que 5 1/2 pour cent tout au plus. MM. de Milly et Motard, préoccupés de cet inconvénient, avaient essayé dès 1834 de faire la saponification dans un autoclave chauffé à 136 degrés; mais, n'ayant pas de moyens de chauffage appropriés aux besoins de l'appareil, leur essai demeura infructueux et ne fut repris qu'en 1853 par M. de Milly, qui eut l'idée de mettre dans l'autoclave une petite quantité de chaux.

Il poursuivit ses expériences pendant deux ans, et réussit à opérer la saponification avec 4 pour cent seulement de chaux, quantité qu'il a réduite progressivement, en perfectionnant son procédé, et qui aujourd'hui ne dépasse pas 2 pour cent.

Ce procédé consiste en ceci : dans une chaudière chauffée à 8 atmosphères, à l'aide de la vapeur produite par un générateur quelconque, on introduit les matières grasses étendues d'eau et le lait de chaux; et la saponification s'opère plus vite et plus économiquement, non seulement au point de vue du temps et de la main-d'œuvre, mais encore au point de vue de la chaux, de l'acide sulfurique nécessaire aux opérations subséquentes et même au point de vue des corps gras employés, car le rendement est plus considérable et il permet de produire la glycérine plus facilement.

Cette chaudière, base de tout le système, est l'autoclave de M. de Milly. Il se compose d'un cylindre en cuivre de 16 millimètres d'épaisseur terminé de chaque côté par une calotte hémisphérique.

Ses dimensions sont 1 mètre de diamètre sur 3 de longueur, ou pour mieux dire de hauteur, car il fonctionne verticalement, établi pour moitié au-dessus du sol et encastré dans une garniture en briques, au niveau du plancher.

Il est muni, à son axe supérieur, d'une tubulure rivée, par où passe un tuyau plongeur, se terminant au fond de l'appareil par une sorte de spatule, ou plaque de cuivre formant bouclier.

Ce tuyau plongeur est la cheville ouvrière de la machine ; car il sert à toutes les phases de l'opération. Par le robinet indiqué en A sur notre dessin de la page 1128, il reçoit les corps gras et le lait de chaux disposés d'avance et séparément dans des cuves placées sur un plan plus élevé, comme on le voit dans notre gravure de la page 1129.

Par le robinet B, il reçoit la vapeur arrivant d'un générateur à haute pression. Le robinet C sert pour vider l'appareil, par l'effet de sa pression, dans des cuves, où le décantage des eaux glycérineuses et des acides gras s'effectue très facilement.

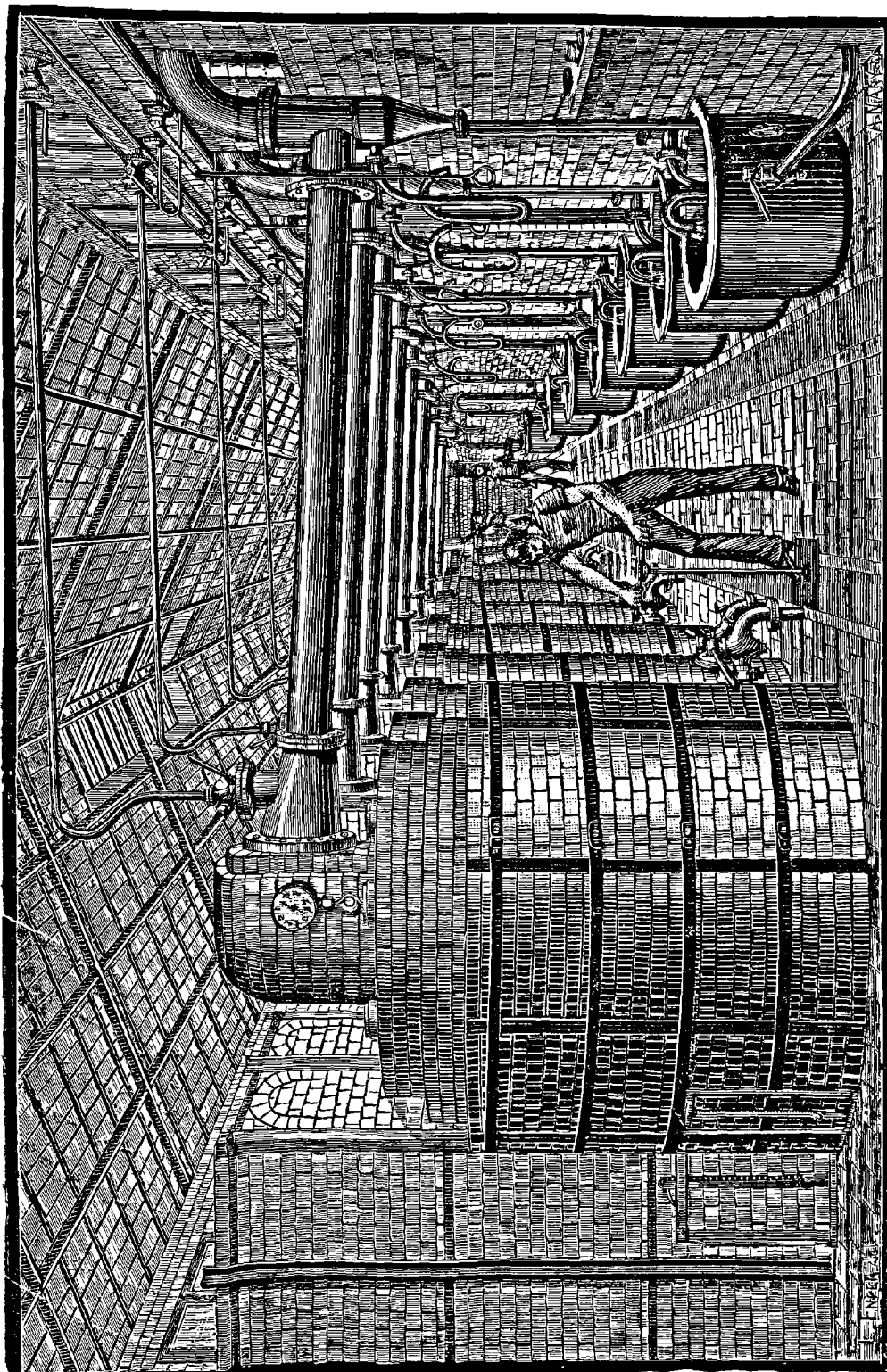
Une seconde tubulure, rivée sur la calotte supérieure de l'autoclave, tout près de la tubulure centrale donne passage à un tuyau sur lequel agit un éjecteur à vapeur qui fait le vide dans l'autoclave et permet de le charger rapidement, par l'action de la pression atmosphérique.

De plus, un petit robinet sert à l'échappement d'un jet de vapeur, dont le fonctionnement est indispensable quand l'autoclave est en travail, car cette perte de vapeur joue le rôle d'agitateur et détermine le mouvement de la masse, qui permet à la réaction chimique de se produire.

La pression s'élève à 8 kilogr. par centimètre carré et la durée de l'opération, variable selon la nature des corps gras, est généralement de 6 heures, et comme il ne faut qu'un quart d'heure pour vider et recharger l'appareil, on peut facilement faire deux opérations par journée de travail ordinaire et saponifier complètement 6,900 kilogr. de suif, dans des conditions très économiques.

D'autant que ce système rend inutile la pulvérisation des savons calcaires, comme nous le verrons plus loin.

On a essayé des méthodes encore plus économiques, c'est-à-dire la saponification à l'eau pure, ou légèrement additionnée d'acide sulfurique, portée à une haute température; les expériences de laboratoire ont générale-



Atelier de distillation des acides gras, à l'usine de l'Étoile.

ment réussi. Elles démontrent que la chose est possible scientifiquement; reste à la rendre industrielle, ce qui n'est pas aussi facile, faute d'un appareil offrant des garanties de bon fonctionnement et de sécurité.

Car il s'agit de mettre en contact, à la température de 200 degrés, la matière grasse et l'eau. Or celle-ci développe dans ces conditions une pression considérable, au moins 15 kilogrammes par centimètre carré, qui nécessite une solidité extraordinaire dans l'appareil.

De plus, il faut que le contact intime moléculaire, entre les corps gras et l'eau, soit réalisé et d'autant plus complet qu'il n'y a pas de réactif.

M. Melsens a essayé avec un autoclave doublé de plomb, mais les résultats n'ont pas répondu à son attente; car à la température de 180 degrés, des déchirures se sont produites dans la doublure de son appareil.

Le système de MM. Wright et Fouché, fonctionnant à 12 et 15 atmosphères, a été abandonné de même pour ses imperfections.

Ce n'est donc que pour mémoire que nous citons ce procédé, bon à noter dans tous les cas, et qui est étudié très sérieusement par la direction de l'usine de l'Étoile, qui ne désespère pas de le faire entrer dans le domaine industriel.

SAPONIFICATION SULFURIQUE

La méthode de saponification par l'acide sulfurique repose sur les principes émis à diverses époques par différents chimistes. Braconnot a expliqué l'action de l'acide sur les matières grasses, et en particulier sur les suifs. Chevreul a démontré leur doublement en acides gras et en glycérine et M. Frémy a expliqué la théorie de la réaction qui s'opère: il se forme d'abord des acides sulfostéarique, sulfomargarique, sulfo-oléique et sulfoglycérique; puis l'eau bouillante dédouble les corps en

acides gras, en acide sulfurique et en glycérine et, en fin d'opération, on obtient des acides gras qui surnagent et une dissolution aqueuse d'acide sulfurique et de glycérine.

Ces théories ont été appliquées d'abord pour la décomposition des savons calcaires; mais ce n'est que depuis 1844 qu'on en a tiré des procédés pour la saponification. Ces procédés sont nombreux; il y en a de longs et peu économiques en somme, comme celui de M. Boeck, de Copenhague; il y a la méthode instantanée de M. Knab, mais qui ne produisant la réaction que par l'excès d'acide sulfurique, est trop dispendieuse.

Nous allons décrire celle de MM. Masse et Tribouillet, qui fut la plus usitée, surtout pour le traitement des corps gras d'origine végétale; elle l'est encore en certains pays, parce qu'elle permet d'employer des matières grasses de basse qualité, qui ne seraient pas saponifiables par la chaux.

Le suif, fondu et chauffé à 120 degrés, est additionné de 6 pour cent de son poids d'acide sulfurique à 66°. Le tout est bien mélangé dans une cuve, munie d'agitateurs mécaniques, ou au moyen d'un rable, ou *mou-veron* à bras d'homme; car au bout de trois minutes les corps gras sont décomposés; la masse liquide est alors dirigée dans une grande cuve contenant de l'eau bouillante, où les acides gras se lavent de façon à ne plus conserver trace d'acide sulfurique et remontent à la surface en couches noires que l'on n'a qu'à écumer pour les recueillir.

A l'usine de l'Étoile on a perfectionné cette méthode de la façon suivante. Le suif, fondu à 120°, arrivait dans un entonnoir dans lequel coulait en même temps un filet d'acide sulfurique concentré, dans la proportion de 6 pour cent de la matière grasse; le mélange serpentait pendant deux minutes dans une rigole, ce qui remplaçait le battage, et tombait de là dans la cuve d'eau bouillante.

Cela constituait une réelle économie; car

avec ce moyen l'acide sulfurique ne détruisait que 5 à 6 pour cent de suif, tandis qu'autrement il en absorbait 15 à 20.

Nous parlons au passé; car cette méthode ne se pratique plus. A l'Etoile, comme dans la plupart des usines, d'ailleurs, on l'a remplacée par la distillation.

La distillation a surtout pour objet le blanchiment des acides gras. C'est en quelque sorte une rectification, mais on l'emploie aussi pour le traitement direct de matières impures, comme les graisses de saumons, les savonneuses, les dégraissages de laines, les huiles de foie de morue, et surtout pour les huiles de palmes et de cocos.

Il faut d'abord procéder à leur acidification et c'est ce qui constitue l'opération que nous avons déjà désignée sous le nom de décomposition et qui est la deuxième, quand la saponification a été faite dans l'autoclave, qui supprime la pulvérisation, et la troisième, lorsqu'on a saponifié en cuves, par l'ancien procédé.

Reprenons donc notre description par ordre et occupons-nous de la pulvérisation.

2° PULVÉRISATION

Après la saponification en cuves, nous avons dit qu'on soutirait les liquides glycéreux, et qu'il ne restait plus que les granules de savons calcaires. Quelquefois on les laisse dans la cuve; on les étend sur le fond et on les y réduit en poudre avec un fort rouleau de fonte, que l'on promène alternativement sur eux.

Plus souvent, on les transporte dans un broyeur spécial, composé de deux cylindres canelés, animés de mouvements contraires comme le train d'un laminoir avec cette différence qu'ils doivent être refroidis continuellement par un courant d'eau, dans le but d'empêcher le savon calcaire de s'échauffer sous leur pression.

D'une façon comme de l'autre, et ce qu'il importe surtout c'est que les matières gras-

ses asséchées par la saponification soient réduites en poudre très fine; on jette ces poudres dans les cuves à décomposition.

3° DÉCOMPOSITION

Les cuves destinées à cet usage sont de même forme et de mêmes dimensions que celles qui servent à la saponification. Seulement elles sont doublées de plomb. Les savons calcaires pulvérisés, y sont étendus d'eau et agités violemment, de façon à en former une bouillie claire, à laquelle on ajoute, pour 500 kilog. de suif 125 kilog. d'acide sulfurique étendu dans 500 litres d'eau; on agite de nouveau et on laisse le tout ensemble, quelquefois pendant plusieurs jours, mais en ayant soin de l'agiter fréquemment. En fin d'opération on ouvre le robinet de vapeur et on met en mouvement l'agitateur. Peu à peu l'acide sulfurique s'empare de la chaux, pour former des sulfates de chaux qui tombent au fond de la cuve, et met en liberté les acides gras qui surnagent.

Alors on arrête la vapeur et quand tout le sulfate est précipité, on décante les acides gras, au moyen de robinets placés à différentes hauteurs et d'où ils s'écoulent dans des rigoles, qui les conduisent aux cuves de lavage.

L'opération peut se faire plus vite et plus économiquement en utilisant la vapeur dès le début; mais par ce système on obtient des produits moins purs, surtout lorsque les savons calcaires renferment une quantité plus ou moins grande d'oxyde de fer, qui se sépare mieux à froid qu'à chaud.

La décomposition des graisses végétales et des huiles destinées à la distillation ne se fait pas tout à fait de la même manière.

L'opération, qui dure de 12 à 18 heures, s'effectue dans une chaudière chauffée par la vapeur, où les matières sont mélangées par l'effet d'un agitateur mécanique, dans les proportions de 150 kilogrammes d'acide sulfurique pour 100 kilogrammes d'huile de palme.

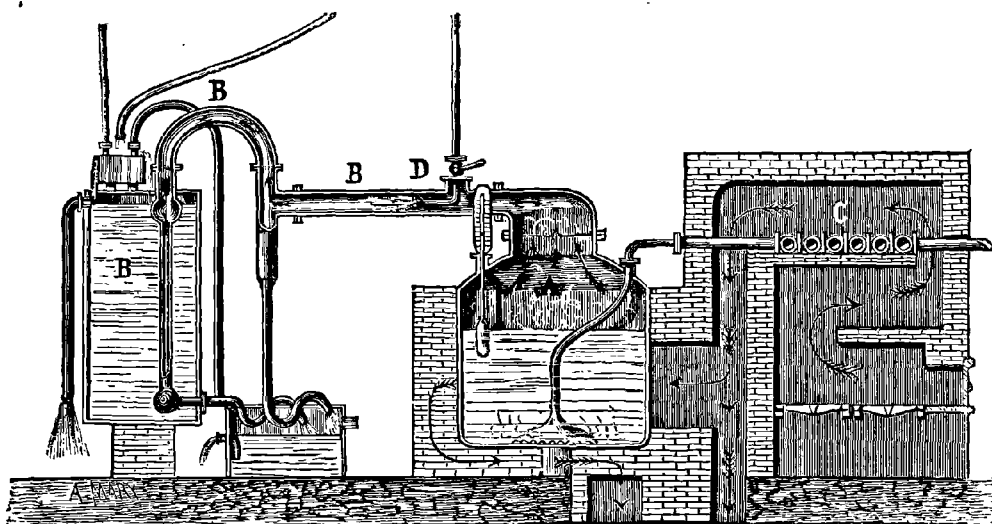
On laisse refroidir un peu, puis on fait écouler le mélange dans un récipient rempli d'eau, que l'on porte à l'ébullition par un jet de vapeur. Alors les matières se séparent, et l'acide gras, qui surnage, est décanté pour être porté à la distillation.

DISTILLATION

La distillation donne des produits plus translucides que ceux qui proviennent de la saponification et ils acquièrent après les lavages, la même pâte et la même fermeté;

mais il faut pour cela que l'opération soit bien faite et tienne compte des différences de température auxquelles distillent les corps gras, c'est-à-dire 180 degrés pour l'acide margarique ou palmatique, 200 degrés pour l'acide oléique et 220 pour l'acide stéarique.

On peut, sans inconvénient, chauffer jusqu'à 240 degrés; mais si l'on dépasse cette température les acides se colorent et d'autant plus que la température s'élève. Dans l'origine on opérait à feu nu, ce qui avait de grands inconvénients; plus tard on en-



Coupe de l'appareil distillatoire.

toura la chaudière qui contenait les acides à distiller, d'une espèce de bain de sable, puis d'un bain de plomb fondu, qui poussait la température jusqu'à 300 degrés, et l'on faisait arriver un jet de vapeur dans le bain.

Aujourd'hui on se sert d'un appareil perfectionné, sinon inventé complètement par M. de Milly, et qui triomphe des deux grandes difficultés auxquelles on se butait: celle du chauffage et surtout celle de l'entraînement des produits de la distillation, au fur et à mesure qu'ils se forment.

Cet appareil, que représente notre gra-

vure ci-dessus se compose de trois parties essentielles, isolées les unes des autres, par deux gros murs de séparation.

1° Le surchauffeur, désigné en C dans notre dessin, assemblage en serpentin de tuyaux en fonte, enfermés dans la partie supérieure d'un fourneau à trois voûtes superposées, et destiné à surchauffer jusqu'à 300 degrés, la vapeur d'eau qui y circule à faible pression.

2° L'alambic, ou cucurbite, recevant les matières à distiller.

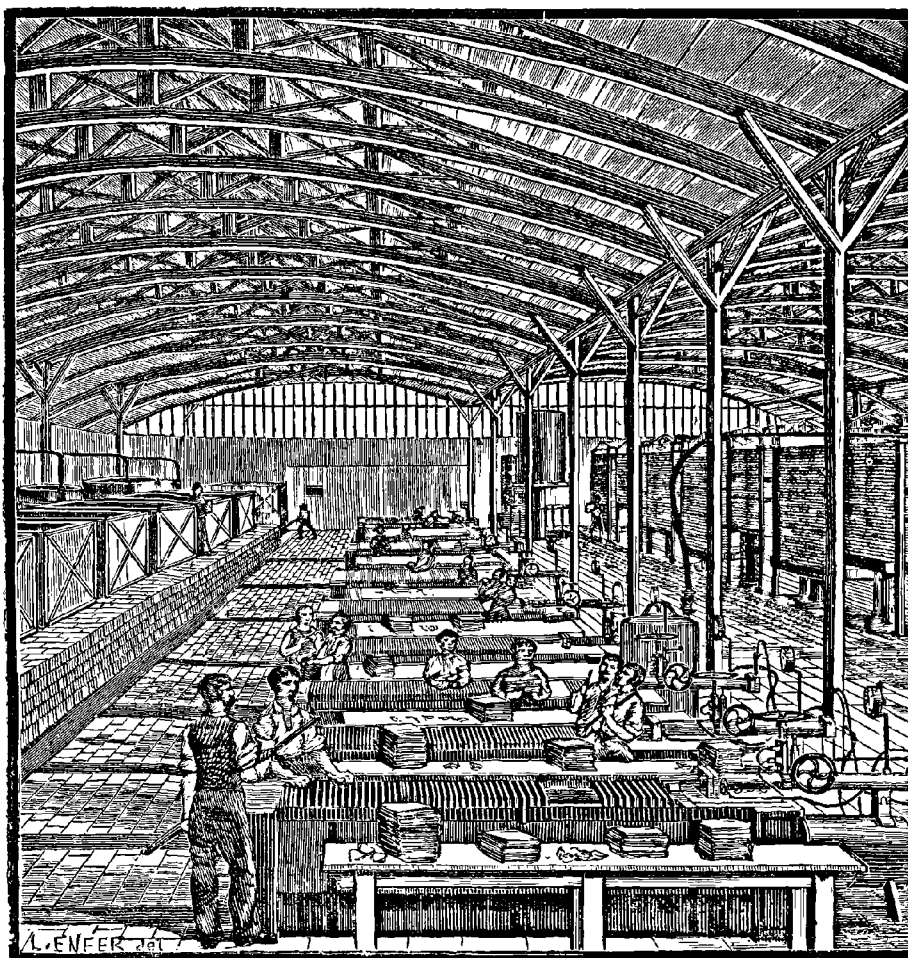
3° Le réfrigérant ou condensateur, système de cornues et de tuyaux, où les vapeurs

provenant de la distillation s'élèvent et se condensent. Surchauffeur et réfrigérant se comprennent par l'examen de notre dessin; mais l'alambic mérite une description.

Il est formé de deux pièces en fonte : l'une inférieure, qui est la chaudière, est exempte d'ajustage extérieur ; l'autre supérieure, qui

est la coupole, est terminée par un col à large ouverture, sur lequel se fixe, à l'aide de brides, rondelles et boulons, un long col recourbé, en cuivre, destiné au passage des produits de la distillation, qui vont se condenser dans le réfrigérant.

Dans ce col est passé, par une tubulure D,



Pressage à chaud (ateliers de l'Etoile).

un tuyau recourbé qui y amène, d'un réservoir placé à 10 mètres de hauteur, de l'eau froide dont le jet entraîne mécaniquement, par sa force de projection, les vapeurs qui s'élèvent dans l'alambic et en active la condensation.

Lrv. 143.

La chaudière et sa coupole, qui forment l'ensemble de l'alambic, sont solidement assemblées au moyen de boulons et d'écrous, et la chaudière est munie d'un flotteur dont le contrepoids indique le vide qui s'y produit, au fur et à mesure de la distillation, et

143

d'un thermomètre qui permet de constater la température intérieure et de la modifier au besoin.

Avec cet ensemble, l'opération est des plus simples. La chaudière, entourée de maçonnerie, pour la préserver du refroidissement extérieur, est chargée de matière grasse, acidifiée, lavée et asséchée à la température de 150 degrés.

On fait arriver du générateur la vapeur, qui se surchauffe en passant dans le serpentín C, maintenu à 300 degrés par le foyer du fourneau et qui se dirige dans l'alambic, par un tuyau recourbé terminé en pomme d'arrosoir. La vapeur chauffée, passant par les trous de cette bosse, se divise en une multitude de petits jets, qui traversent toute la matière grasse liquide, en lui communiquant une température suffisamment élevée, pour déterminer la vaporisation des acides.

Les gaz de la distillation s'élèvent alors dans la partie supérieure de l'alambic et appelés par le vide que fait l'injecteur d'eau froide D, ils s'engagent dans les tuyaux conducteurs, recourbés en siphon, et arrivent dans le réfrigérant où ils se condensent, et dont ils sortent liquides pour s'emmagasiner dans un bac, où un système de canalisation les prend pour les conduire aux cuves du lavage.

4. LAVAGE DES ACIDES GRAS

Cette opération se fait successivement dans plusieurs cuves; les acides gras, provenant de la saponification, passant d'abord dans une chaudière chauffée à la vapeur et doublée en plomb, où ils sont dilués et agités longuement dans une solution d'eau très étendue d'acide sulfurique. Cette opération a pour but de leur enlever les dernières traces de chaux; de là ils sont décantés dans une autre cuve semblable, où ils subissent un deuxième lavage, à l'eau pure, qui les débarrasse de tout principe sulfurique.

5. MOULAGE ET CRISTALLISATION DES ACIDES GRAS

Les cuves de lavage sont munies à leur base de robinets, par lesquels les acides s'écoulent, par l'intermédiaire de rigoles ou de tuyaux, dans une série de moules en fer-blanc de la contenance de 30 litres environ, ayant la forme d'un prisme rectangulaire de cinq centimètres de profondeur, mais un peu évasés, pour que l'acide, solidifié en pains, en sorte plus facilement.

Ces mouleaux sont étagés sur des tringles horizontales et disposés en colonne, de façon à se remplir sans qu'on soit obligé de les déplacer.

A cet effet, chaque mouleau est échancré sur un côté, à la hauteur déterminée pour l'épaisseur que doit avoir le pain, de sorte que, lorsque le premier est plein, l'acide liquide s'écoule par cette échancrure, tombe dans le second qu'il remplit, et ainsi de suite jusqu'au dernier.

Les acides mettent de quinze à vingt heures à se refroidir dans les moules, d'où on les sort en pains d'une teinte plus ou moins jaunâtre, selon qu'ils renferment plus ou moins d'acide oléique, dont il reste à les purger par le pressage.

6. PRESSAGE A FROID

Le pressage à froid se fait à la presse hydraulique; mais, avant d'y soumettre les pains d'acides gras solidifiés, on les divise en fragments plus petits, au moyen d'un couteau mécanique, puis on les introduit en couches très minces dans des sacs en forte serge, que l'on dispose en piles sur le plateau d'une presse hydraulique verticale, dont la pression est portée jusqu'à l'équivalent de 200,000 kilogrammes, mais graduellement, de façon à ne pas projeter trop brutalement l'acide oléique, qui entraînerait alors des parties solides.

Cette opération ne donne généralement en acide oléique qu'un rendement de 25 pour

cent; or comme il existe à environ 35 pour cent dans le mélange, il en reste donc dans les tourteaux une notable quantité, qu'on extrait maintenant par la presse à chaud; car à l'origine de l'industrie stéarique on se contentait du pressage à froid. Aussi n'obtenait-on que des produits toujours un peu jaunes.

7. PRESSAGE A CHAUD

En sortant des presses à froid, les tourteaux d'acides gras sont placés séparément dans des enveloppes de tissus de crin, qu'on appelle *étreindelles*, et que l'on dispose parallèlement, c'est-à-dire debout sur le plateau horizontal de la presse, entre deux plaques métalliques dont la disposition et surtout le chauffage ont été beaucoup modifiés.

Dans le principe ces plaques étaient en fonte, et baignaient dans l'eau bouillante; mais ce système donnait un chauffage très inégal, et la pression était défectueuse. On les remplaça par des plaques creuses, dans lesquelles on faisait arriver un courant de vapeur qui les maintenait à une température égale. Mais chaque plaque ayant son tuyau de vapeur, qui s'alimentait à un tuyau collectif, disposé sur un bâti placé au-dessus de la presse, la machine devenait encombrante,

M. de Milly, qui a apporté les derniers perfectionnements à la presse à chaud, a supprimé les plaques creuses qui tenaient beaucoup de place sur le plateau et les a remplacées par des plaques pleines de 15 millimètres d'épaisseur; ce qui permet de presser 50 tourteaux à la fois, au lieu de 30, comme dans l'ancien système.

Ces plaques sont chauffées par la vapeur, qui circule dans un serpentín disposé dans un double fond ménagé dans la presse et il est facile de comprendre; que de cette façon, le chauffage est mieux réparti.

L'opération est délicate, mais pourtant assez simple, car elle demande surtout de l'attention. Après avoir placé une *étreindelle* entre chacune des plaques de la presse,

et quand la bache de la presse est remplie, on ouvre le robinet de vapeur pour chauffer les plaques et l'air donne la pression.

A l'usine de l'Étoile les presses, réunies dans un vaste atelier, sont actionnées par des accumulateurs de pression hydraulique, qui permettent d'opérer en deux minutes l'avancée des pistons jusqu'à 60 atmosphères, mais cette pression, reprise ensuite par des pompes, est poussée progressivement jusqu'à 400 atmosphères.

Le travail terminé, chaque *étreindelle* renferme un pain sec et dur d'acides gras d'un beau blanc, et dont la surface seule est souillée de traces de matières organiques ou d'oxyde de fer, qu'il sera facile d'enlever.

Le résidu qui s'écoule par le fond de la bache, et de là dans des caniveaux qui le conduisent aux cuves de lavage, est non seulement tout l'acide oléique que contenaient les tourteaux, mais encore de notables parties d'acide stéarique, que l'on retrouve par le traitement de l'acide oléique.

TRAITEMENT DE L'ACIDE OLÉIQUE

L'acide oléique obtenu par la presse à chaud, et qui est mélangé d'acide stéarique, dans une proportion qui atteint quelquefois 20 pour cent, est dirigé vers les cuves de lavage; il subit d'abord le lavage à l'eau acidulée pour le débarrasser de l'oxyde de fer qu'il contient, puis le lavage à l'eau pure pour le purger d'acide sulfurique; après quoi il est mélangé avec 40 pour cent d'acides gras purifiés et traité successivement par le moulage en pains, le pressage à froid et le pressage à chaud, qui donnent finalement pour produit de l'acide stéarique ou margarique pur, quitte à traiter à nouveau les déchets, jusqu'à ce qu'ils ne renferment plus assez de principes utiles pour compenser la main-d'œuvre.

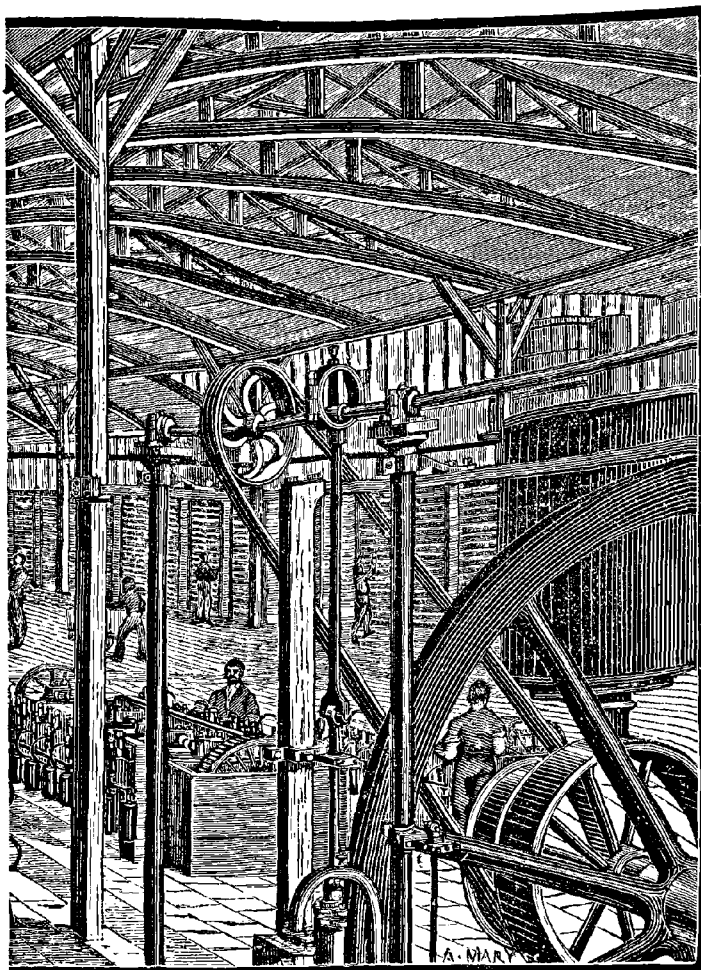
L'acide oléique provenant du pressage à froid a été dirigé, par une canalisation *ad*

hoc, dans des bacs en tôle placés dans les sous-sols ; on l'y laisse séjourner sept ou huit jours pour qu'en refroidissant lentement il se dépouille des acides solides, en petites quantités, qu'il a entraînés.

Ces acides solides sont enlevés et placés

sur des filtres en feutre, pour les épurer le plus possible, on les porte ensuite au lavage et on les introduit dans le mélange des résidus des presses à chaud, pour être traités comme nous l'avons dit tout à l'heure.

Naturellement, lorsqu'on n'a pas exclu-



Pressage à froid et accumulateurs.

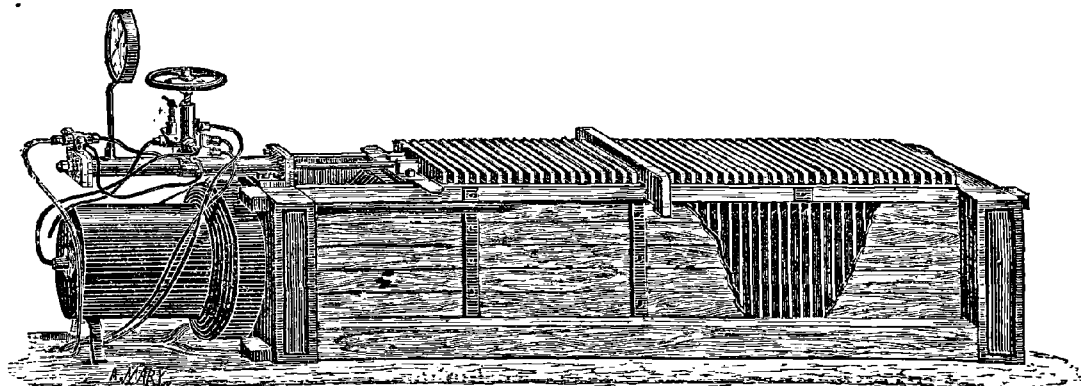
sivement en vue la production de bougies irréprochables, on emprunte le plus qu'on peut de matières concrètes à l'acide oléique et il existe des appareils, notamment chez MM. Petit frères, stéariniers de Saint-Denis, au moyen desquels on peut augmenter, sans détriment de qualité, le rendement en acides

gras, propres à la fabrication des bougies, de 4 à 6 pour cent.

8. ÉPURATION DES ACIDES SOLIDES

Sortant des presses à chaud, les acides concrets, réduits en *galettes* uniformes, passent d'abord aux mains des *ébarbeuses*, ou-

rières ainsi nommées parce qu'elles ébarbent les galettes en enlevant les bords, qui sont presque toujours un peu colorés et le plus souvent par l'oxyde de fer provenant des appareils, mais ces déchets ne sont point perdus; ils sont traités de nouveau par le



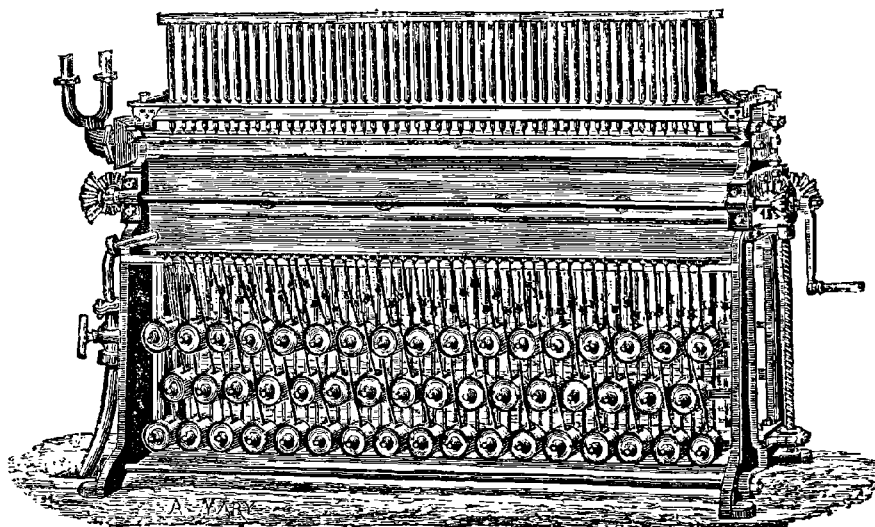
Presse à chaud de M. de Milly.

moulage en pains et les passages successifs aux presses.

Les parties nettes, blanches, de l'acide stéarique sont fondues au bain-marie, filtrées sur des chausse en laine, et subissent un

lavage à l'eau acidulée, qui a pour objet de les débarrasser des dernières traces de chaux et des oxydes métalliques qu'elles pourraient encore contenir.

On les décante alors dans d'autres cuves,



Machine parisienne à mouler les bougies (de M. Morane aîné).

où elles sont lavés à l'eau distillée. Sortant de là, les acides sont d'une pureté aussi complète que possible, et propres à la fabrication

des bougies, pourvu qu'ils ne cristallisent pas en se refroidissant. Ce qui arrivait souvent autrefois, mais ce qui ne se voit plus

guère maintenant, grâce à l'emploi du système de l'usine de l'Étoile.

Ce système consiste à recueillir la matière fondue dans des cuves en fonte émaillée, munies d'un agitateur qui accélère le refroidissement et empêche la cristallisation.

Il est simple et de beaucoup préférable à celui des fabricants anglais qui ajoutaient à l'acide stéarique une certaine quantité d'acide arsénieux ; ce qui était nuisible à la santé des ouvriers qui moulaient la bougie et même à celle des consommateurs, et ne combattait pas toujours efficacement la tendance à la cristallisation.

9° FONTE DES ACIDES SOLIDES BLANCS ET MOULAGE DES BOUGIES

Cette double opération peut être réduite à une seule, le moulage des bougies ; il suffit pour cela d'employer les acides gras au sortir des cuves de refroidissement, quand ils ont une température de 55 degrés, mais lorsqu'on ne le fait pas, on fait refondre l'acide solide blanc, autrement dit la stéarine, dans une chaudière en cuivre étamée à l'intérieur ou plaquée en argent, ce qui vaut mieux, pour éviter la coloration des matières.

Cette chaudière est à double fond, de façon à pouvoir être chauffée par la vapeur, à la température convenable pour le moulage.

Rien ne paraît plus simple que le moulage des bougies, puisqu'il ne s'agit que de verser la matière fondue dans des moules disposés *ad hoc*, et pourtant il y a eu bien des difficultés à vaincre avant de trouver les procédés actuels, qui appartiennent en propre à M. de Milly ; car c'est surtout pour le moulage que la cristallisation était redoutable.

On s'en rendra mieux compte par ce passage du rapport du jury de l'Exposition universelle de Londres en 1862 :

« Nous ne pouvons nous dispenser de mentionner ici les nombreux essais faits dans le but de rompre la cristallisation de l'acide stéarique pendant le moulage des bougies. La première tentative consista à

introduire un autre acide dans l'acide stéarique, et quoiqu'elle réussit en procurant le résultat désiré, le choix de la substance employée, l'acide arsénieux, avait été malheureux et il fut de nature à compromettre l'existence de l'industrie naissante ; il est vrai que cette substance délétère n'était employée qu'en petite quantité, mais elle était incompatible avec l'hygiène, et son usage ne tarda pas à être prohibé en France par l'autorité, ainsi qu'en Angleterre.

« Ici recommencèrent toutes les tribulations de M. de Milly ; de tous côtés il chercha un corps pouvant remplacer l'acide arsénieux et ne trouva rien ; enfin, après des essais innombrables, il mit la main sur deux expédients bien simples et qui réussirent. Ces moyens sont : l'addition dans l'acide stéarique, d'une petite quantité de cire et, plus simplement, de laisser refroidir l'acide stéarique jusqu'à une température voisine de son point de solidification, avant de le verser dans les moules, qui ont été préalablement chauffés à la même température que les acides gras. Le refroidissement de la matière, pendant qu'elle est constamment brassée, produit une pâte liquide, d'aspect laiteux, qui se solidifie dans les moules, sans effet de cristallisation. »

Cet extrait décrivant le procédé, nous n'avons plus qu'à parler des moules ou du moins de la machine qui les porte, car on pense bien que les bougies ne se font pas une à une.

A l'usine de l'Étoile, la machine est à coulage par enfilage continu et contient 40 porte-moules de 20 moules chacun.

Elle se compose de deux parties superposées ; le compartiment inférieur est occupé par des bobines horizontales, sur lesquelles sont enroulées des mèches en nombre égal à celui des moules et disposées de telle sorte que chaque fois qu'on retire une bougie, la mèche se déroule de chaque bobine, de la longueur d'une autre bougie, et se trouve retenue par le pince-mèche.

Le compartiment supérieur est une caisse en tôle, contenant les moules placés verticalement et montés à vis sur les bassins par formes de 20 ; l'extrémité de chaque moule est munie d'une garniture qui laisse passer la mèche à frottement, de façon à lui donner la tension nécessaire.

La partie haute du bâti porte un chariot, mobile sur des traverses garnies de rails ; ce chariot est muni de crémaillères commandées par deux roues dentées, recevant par l'arbre d'une manivelle, un mouvement qui sert au démoulage des bougies, par formes de 20.

La machine, chauffée par un courant d'eau tiède, mais seulement dans la partie où sont les moules, acquiert une température de 40 degrés.

Quant à l'opération, voici comment elle se fait : l'acide stéarique est versé dans les moules au moyen de pots en tôle étamée ; lorsqu'ils sont tous remplis, on refroidit l'appareil qui les contient par le passage d'un courant d'eau froide, puis au bout de vingt minutes on démoule les 200 bougies par formes de 20, à l'aide du chariot-treuil, qui les emporte au fur et à mesure, et on recommence un nouveau coulage.

Quoique fort ingénieuse cette machine est dépassée par la machine construite par M. Morane aîné, et à laquelle il a donné le nom de machine parisienne.

Avec elle il n'est pas besoin de pince-mèche, ni de l'équerre qui le porte ; la mèche, tirée par la bougie qu'on démoule, suit naturellement le mouvement et reste forcément au centre du moule, d'autant que la bougie démoulée reste soutenue au-dessus de la machine et n'en est détachée qu'après la solidification de la bougie suivante, qui prendra sa place, et ainsi de suite.

Cette machine ne contient il est vrai que cent moules, mais elle travaille néanmoins plus vite ; car le démoulage des cent bougies se fait d'un seul coup, par l'effet d'un mécanisme ingénieux placé sous l'appareil.

LES MÈCHES

Un mot maintenant des mèches. Nous avons dit déjà que M. Jules de Cambacérès imagina de les tresser pour éviter leur charbonnage, au moins aussi considérable avec la stéarine qu'avec le suif ; ce système est toujours employé, mais complété, au point de vue de la combustion, par un autre, sans lequel il n'était qu'une amélioration à peine sensible et évitant seulement la nécessité de moucher continuellement les bougies, comme on est obligé de le faire pour les chandelles.

Par suite du tressage, la mèche, au fur et à mesure que la bougie se consume, se détourne et se recourbe légèrement de façon que l'extrémité vient achever de se brûler dans le blanc de la flamme ; mais la chaux qui, quoi qu'on fasse, reste toujours dans l'acide gras, engorgeait la mèche et diminuait sa capillarité.

La bougie que fabriqua M. de Cambacérès brûlait à peine. Celles qu'on fit après lui ne furent pas d'un usage beaucoup plus agréable, jusqu'au jour où l'on put remédier à leur inconvénient ; ce que fit M. de Milly dès 1836.

Après de nombreux essais infructueux, il pensa à imprégner la mèche tressée, d'une dissolution d'acide borique, qui en s'unissant aux cendres de la mèche donne naissance à une substance fusible, qui se fixe dans la mèche et qu'on voit briller à son extrémité, après sa complète combustion, sous forme de perle incandescente.

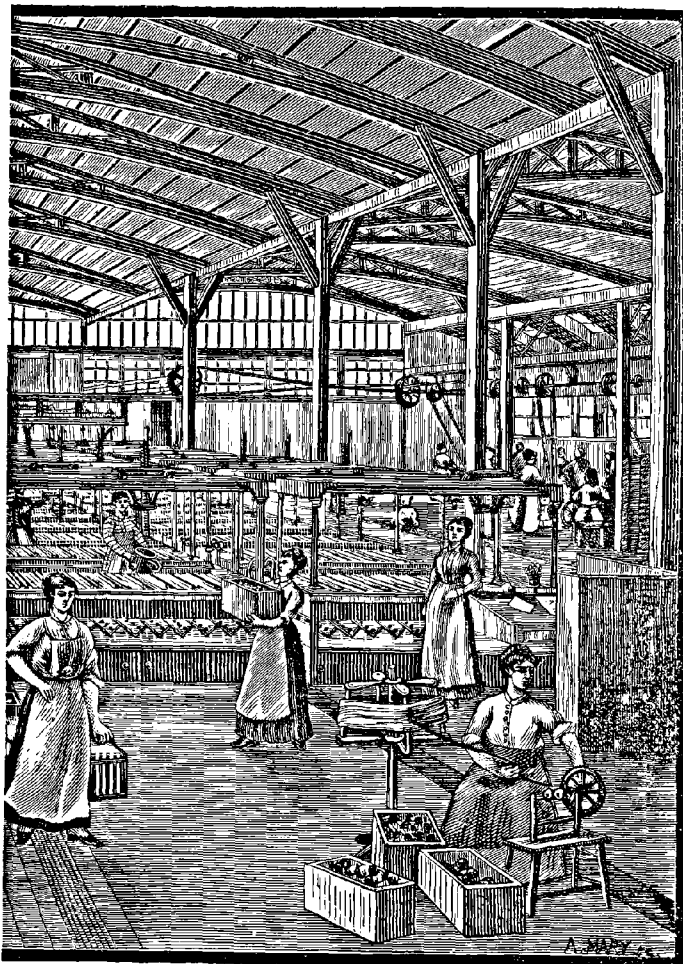
Les mèches sont généralement de 80 à 90 fils de coton, on les tresse, on les grille à la flamme du gaz, pour enlever les filaments nuisibles à la combustion, puis on les immerge pendant 2 ou 3 heures dans une dissolution composée de 1 1/2 0/0 d'acide borique et 1/2 0/0 de sulfate d'ammoniaque ; après quoi on les tord, et on les passe à l'essoreuse avant de les faire sécher complètement en étuve.

C'est alors seulement qu'elles sont dévidées et mises en bobines sur les machines à couler.

10° BLANCHIMENT DES BOUGIES

Retirées des moules les bougies sont

détachées de leurs *masselottes* (on appelle ainsi, comme dans toutes les fontes imaginables, un excédent de leur longueur normale) enfilées dans des grillages portatifs, qui rappellent avec des dimensions moindres, les paniers à bouteilles, et transportées ainsi, par



Moulage et préparation des mèches.

des femmes, à l'étendage où elles perdront la légère teinte jaune qu'elles ont encore, pour devenir d'un beau blanc.

Autrefois on exposait les bougies à l'action de la rosée, puis à celle du soleil, qui les blanchissait fort bien, mais souvent elles se salissaient par la poussière et d'autres

contacts et notamment celui de la suie des cheminées de l'usine, et l'on était presque toujours obligé de les laver, en les plongeant dans une lessive faible de carbonate de soude ou une dissolution alcaline quelconque.

Aujourd'hui, on obtient le même résultat

d'une façon beaucoup plus simple, en étendant les bougies dans de vastes salles complètement vitrées et, comme on n'y fait pas de poussière, elles y prennent leur blanc en quelques heures, sans qu'il soit besoin de les lessiver après.

11. POLISSAGE DES BOUGIES

A l'origine de la fabrication on polissait les bougies sortant de la lessive en les frottant vigoureusement avec un morceau de drap humecté d'alcool ou d'ammoniaque,



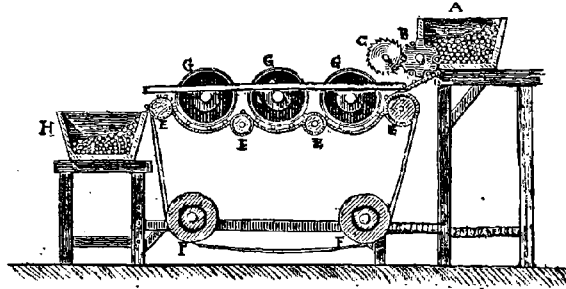
Atelier de la coulerie à l'usine de l'Étoile.

après quoi il fallait les rogner au couteau avant de pouvoir les mettre en paquets; ce qui demandait une certaine habileté pour ne pas causer trop de déchets.

Aujourd'hui ces deux opérations et même celle de l'impression de la marque, se font à la fois, automatiquement, grâce à une ma-

chine fort ingénieuse quoique très simple et dont le fonctionnement se comprendra mieux par l'examen de notre dessin de la page 1146, qui la représente en coupe.

A est une trémie dans laquelle on pose les bougies l'une sur l'autre et toutes dans le même sens.



Machine à polir les bougies.

B est un rouleau cannelé, dont les cavités ont précisément la dimension des bougies. Ce rouleau les prend, une à une, dans la trémie et par sa révolution, autour de son axe, les fait passer sous la scie circulaire C, qui les coupe de longueur.

Elles tombent ensuite sur un drap en étoffe de laine D, tendu en pente, qui les amène sur une chaîne sans fin, également en étoffe de laine, supportée par une série de petits rouleaux EEE et qui passe sous les gros rouleaux inférieurs FF.

En même temps qu'un mouvement de rotation, imprimé à la fois à tous ces rouleaux, fait circuler le drap sans fin, trois autres cylindres GGG, recouverts *en drap ou en feutre*, sont mus en sens contraire par des pignons d'engrenage, qui font tourner autant de vis sans fin enfilées dans un axe commun.

De sorte que les bougies, passant l'une après l'autre sous les gros rouleaux, pendant tout le trajet de la partie supérieure de la chaîne sans fin, arrivent dans le récipient H, parfaitement polies et lustrées.

On a modifié cette machine, en remplaçant la chaîne sans fin par une table, formée de rouleaux en bois tournant dans le même sens, et les gros cylindres par une brosse animée d'un mouvement de va-et-vient. Ce système permet de marquer les bougies en même temps.

A l'extrémité de la table, la marque de fabrique est dessinée en relief sur une estampe ou cachet, chauffé par un jet de vapeur, et chaque bougie qui passe en reçoit l'empreinte en creux, par un mouvement calculé, produit par un excentrique.

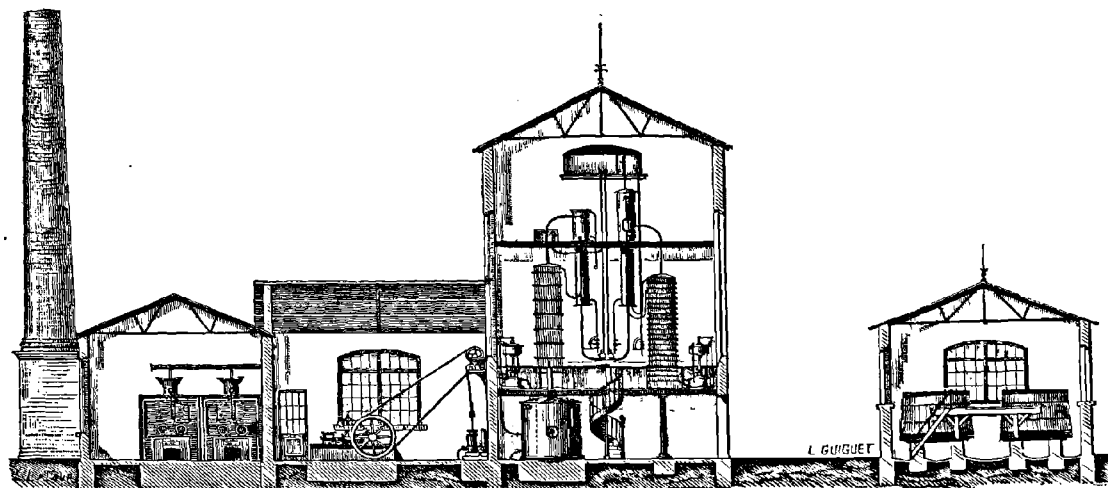
Ce procédé est très simple, mais il n'est pas exclusif; car il est tout aussi facile d'imprimer la marque de fabrique au moulage même; il n'y a qu'à disposer les moules en conséquence.

Le paquetage est la dernière opération que nécessite la fabrication des bougies; mais il n'est pas besoin de la décrire. Nous dirons seulement qu'elle se fait très vite, grâce à la division du travail.

Une ouvrière rassemble les bougies par cinq, par huit ou même par dix, selon leurs dimensions, puisque chaque paquet est censé peser 500 grammes. Une autre les enferme dans un étui en carton, une autre colle sur cet étui une bande de papier indiquant le nom et la marque du fabricant.

Après quoi, ces paquets sont portés au magasin, d'où ils ne sortent pas sans être dûment revêtus de la vignette de la régie, car la bougie est frappée d'un impôt équivalent à 23 pour cent de sa valeur.

Cet impôt est sans doute une nécessité; mais il est au moins bizarre que dans le siècle des lumières ce soit précisément la lumière qui paye le plus.



LES ALCOOLS

DISTILLATION ET RECTIFICATION

L'ALCOOL.

L'alcool a cette particularité, c'est qu'il est à la fois un des produits les plus utiles et certainement le plus discrédité; ce qui ne l'empêche pas, non seulement en France, mais dans toute l'Europe, d'être pour les gouvernements une source féconde de revenus; elle dépasse annuellement deux milliards.

Il est vrai que c'est la conséquence de sa mauvaise réputation qui l'a fait frapper partout d'un impôt triple, quadruple de sa valeur, selon que les divers États ont plus ou moins envie de faire de la moralisation, mais surtout plus ou moins besoin d'argent.

Les médecins, les hygiénistes, en lançant leurs foudres sur l'alcool, n'ont considéré que l'abus et non l'usage; sans doute, l'alcoolisme est un vice déplorable, mais il n'est peut-être pas juste de faire retomber sur lui seul toutes les maladies morales et tous les désordres sociaux.

Du reste, on ne l'a pas enrayé par l'établissement d'un impôt exorbitant; puisque la consommation augmente tous les jours.

Si la maladie a diminué, ce n'est pas qu'on boive moins, c'est que les produits sont meilleurs, grâce aux appareils perfectionnés qui permettent une rectification parfaite.

Ce n'est donc pas contre les alcools, qu'ils appellent dédaigneusement alcools d'industrie, que les hygiénistes devraient tonner, mais bien contre les mauvais matériels de distillerie, qui deviennent de plus en plus rares, il est vrai, mais qui donnent encore des produits défectueux.

La distillation n'est point d'ailleurs une industrie à dédaigner; c'est l'industrie agricole par excellence, comme l'a fort justement dit M. Liebig dans ses *Lettres sur la chimie*.

« On croit, en général, à l'étranger, que les agriculteurs allemands distillent les pommes de terre dans l'unique but de produire de l'alcool, mais c'est là une erreur, ils ne distillent qu'en vue d'engraisser leurs bestiaux avec plus d'économie. »

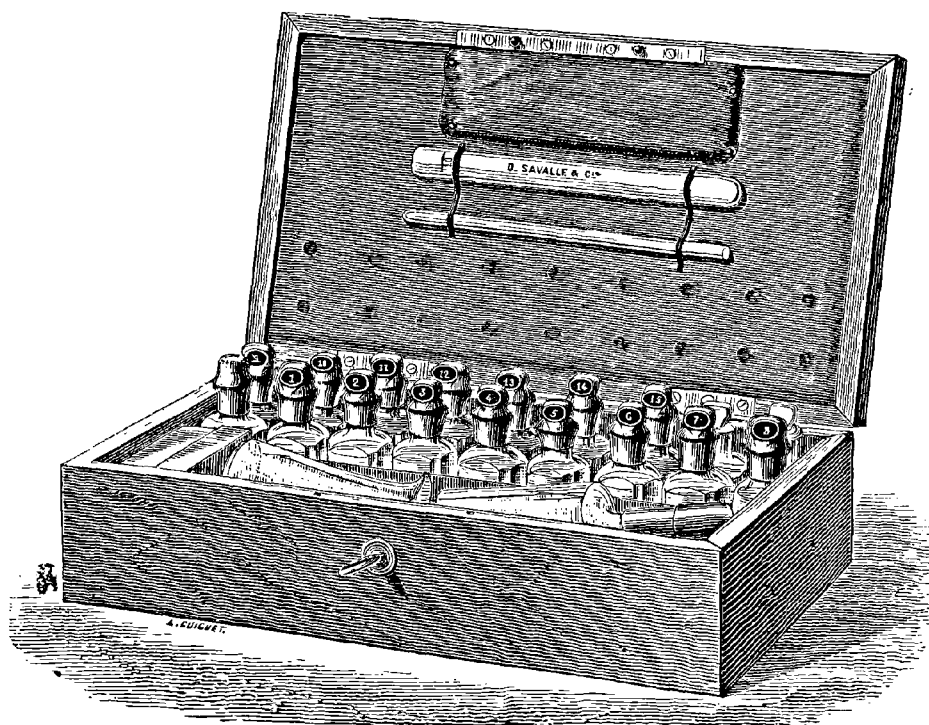
Cette remarque s'applique aussi bien, sinon mieux, à la betterave.

En effet, que la distillation se pratique à la ferme ou qu'elle se fasse au dehors, elle fournit toujours à l'agriculture la nourriture la plus économique et la plus apte à l'engraissement du bétail. Elle produit de la viande à bon marché; elle procure, en outre, à un prix peu élevé et sur une grande échelle, le fumier indispensable à une culture bien entendue et elle restitue à la terre

tous les éléments nécessaires à la conservation de sa fertilité.

La distillerie est l'auxiliaire le plus puissant de l'agriculture; des contrées arides ont été par elle rendues fécondes et florissantes. Les terres donnent, avec son aide, le maximum de production et de revenu.

Quand la mauvaise saison arrive et que les travaux des champs cessent, la distil-



Ensemble du diaphanomètre Savalle.

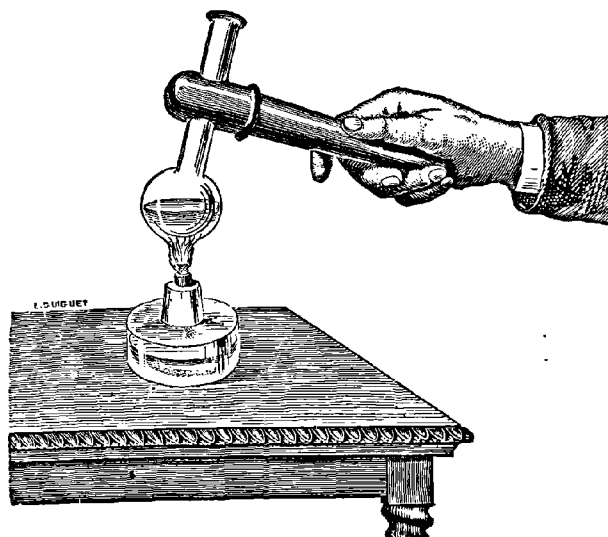
lerie est là qui procure du travail aux ouvriers des campagnes. Les hivers sont, dans certaines contrées, durs et pénibles à traverser pour les pauvres gens sans occupation. Dans les pays où la distillerie existe, l'ouvrier peut gagner honorablement sa vie, car il a du travail comme en été. Nos voisins d'outre-Rhin ont mieux compris que nous l'importance des distilleries; ils en possèdent aujourd'hui près de 16,000, tandis que la France en compte à peine 700.

Il est vrai que les conditions écono-

miques et surtout le morcellement des terres ne sont pas les mêmes dans les deux pays; chez nous les grandes exploitations sont plus rares, la misère bien moins grande qu'en Allemagne; néanmoins, il reste beaucoup à faire dans cette voie; d'autant que, pour l'alcool comme pour bien d'autres produits, l'importation allemande nous envahit. Ainsi, en 1872, elle n'était que de 47,226 hectolitres et, en 1881, de 252,220 hectolitres.

Il est vrai que la fabrication française n'a

pas diminué, elle se tient toujours entre 1,800,000 et 1,900,000 hectolitres d'alcools de diverses natures, mais l'augmentation de la consommation ne lui a point profité. Si la production est toujours la même comme quantité, elle a singulièrement



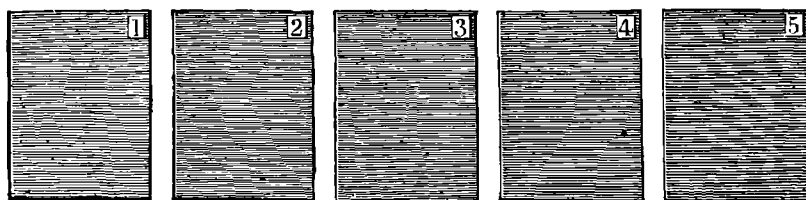
Épreuve par la chaleur.

changé de nature. En 1872, la distillation des vins avait produit 581,374 hectolitres d'alcools, tandis qu'en 1881 elle n'atteint que 61,839 hectolitres; en revanche, la distillation des grains qui ne comptait que pour 79,432 hectolitres monte à 506,273 hectolitres en 1881; il y a augmentation aussi pour la betterave qui produit 563,240 hectolitres; la distillation des mélasses reste dans les mêmes chiffres,

vers 600,000 hectolitres, et l'on compte pour plus de 100,000 hectolitres les substances diverses.

Car on fait de l'alcool à peu près avec toutes sortes de choses: des fruits, des légumes, des graines, des plantes. Ce qui est heureux au point de vue de la production depuis que l'oïdium et, après lui, le phylloxera ont rendu le vin rare.

Du reste, le choix de la matière première



Types nouveaux du diaphanomètre.

n'est que d'une importance secondaire, pour la qualité; sans doute, l'alcool peut être plus ou moins bon, mais ce n'est pas, parce qu'il est fait avec du vin, du riz, des betteraves,

de la mélasse ou des pommes de terre, c'est tout simplement parce qu'il est plus ou moins bien rectifié.

De là, l'importance qu'on attache à la

perfection des appareils rectificateurs, importance d'autant mieux justifiée que les produits les plus purs se vendent avec une majoration de 20 francs par hectolitre sur le cours de la Bourse, ce qui fait déjà de 20 à 25 pour 100 de bénéfices nets.

Les alcools de commerce sont d'ailleurs classés en 9 types, dont 4 se vendent en majoration et 4 en diminution.

Le type n° 4 est le type courant, livré au cours :

Le n° 0	gagne	20 fr.	par hectolitre.
Le n° 1	—	15	—
Le n° 2	—	10	—
Le n° 3	—	5	—
Le n° 5	perd	3	—
Le n° 6	—	6	—
Le n° 7	—	9	—
Le n° 8	—	12	—

Mais, direz-vous, comment reconnaître le degré de pureté, c'est-à-dire la qualité de l'alcool ?

Jusqu'en 1880, on n'avait d'autre méthode que le dédoublement avec de l'eau et l'appréciation dégustative, fournissant par tâtonnements des termes de comparaison approximatifs, soumis à l'erreur et n'ayant aucune sanction scientifique. En effet, le goût et l'odorat ne sont pas développés au même point chez tous les individus et l'on comprend facilement les divergences d'opinion au sujet d'un examen assis sur une base aussi fragile.

M. Désiré Savalle qui s'occupe spécialement de la construction du matériel de distillerie et avec tant de succès qu'il en a quasi le monopole — puisque les 7/8^{es} des alcools français sont fabriqués avec des appareils venant de sa maison — M. Savalle a comblé cette lacune en trouvant le moyen de doser mathématiquement le degré de pureté de l'alcool, par une méthode rationnelle et par un réactif chimique qui décèle les impuretés ; de plus, il a composé un nécessaire d'un usage commode et prompt, destiné à rendre des services

continus à l'industrie, au commerce et à l'hygiène publique. M. Savalle a appelé son appareil *Diaphanomètre*, expression qui indique clairement le mode d'exécution adopté et le but atteint. En effet, c'est par le degré de transparence, la *diaphanéité* conservée par l'alcool soumis à l'action du réactif, qui dénonce, en les colorant, les plus petites parties d'impuretés non éliminées par la fabrication, qu'il indique sans hésiter la qualité du produit.

A l'aide du procédé que nous allons décrire, il n'y a plus de surprises ni de discussions sur le degré de pureté de l'alcool. Le producteur tire son produit et le vend en conséquence. L'acheteur, de son côté, vérifie la valeur de ce qu'on lui fournit, et refuse les alcools impurs qui ne conviennent pas aux préparations délicates. Enfin, la consommation n'a plus à redouter les graves inconvénients résultant de l'assimilation dangereuse de produits impurs, car le raffinage des alcools deviendra forcément de plus en plus parfait, le fabricant devant désormais extraire complètement les éthers et les huiles essentielles, qui sont des poisons pour l'organisme.

L'opération est très simple, à la portée de chacun. Le nécessaire diaphanométrique est renfermé dans une boîte en chêne.

Il consiste en une série de types, au nombre de dix, et qui sont établis avec la plus grande précision. Ces types servent d'étalons pour la comparaison à faire avec le produit soumis à l'essai.

Les numéros de 1 à 10 forment une gamme de teintes progressivement colorées, qui décèlent, par des nuances de plus en plus foncées, la quantité des impuretés. Pour atteindre ce but, ces types sont chargés eux-mêmes de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{10}{10000}$ d'impuretés ; de plus, ils sont mélangés au réactif chimique, qui a la propriété de teindre l'alcool selon la quantité de souillures qu'il contient.

Ces dix flacons sont cachetés et ne doivent jamais être débouchés. Ils constituent

une échelle ascendante de couleurs, qui forment la base des termes de comparaison à faire.

On opère comme il suit pour l'alcool à essayer. Au moyen d'un tube gradué, on mesure dix centimètres cubes de l'alcool à vérifier et on verse dans un matras. On y ajoute une quantité égale du réactif qui se trouve dans un flacon spécial, puis on chauffe le mélange sur la flamme d'une lampe à alcool, en ayant soin de l'agiter constamment. Une minute suffit à porter le liquide à l'ébullition; aussitôt le premier bouillon jeté, on arrête le chauffage, puis on verse le tout dans une des bouteilles vides qui se trouvent dans le nécessaire, afin de pouvoir faire la comparaison de la nuance produite avec celle de l'un des types; celui qui donne l'intensité de la couleur du mélange obtenu indiquera le degré d'impureté.

Ce système a été perfectionné récemment; les flacons servant de types ont été remplacés par des lames en verre établies avec une très grande précision. On procède d'ailleurs de la même façon; car la diaphanéité de chacune de ces lames correspond à celle des types remplacés, et sert à établir le point de comparaison.

Le diaphanomètre s'applique aux alcools du Midi comme à ceux du Nord; il sert encore à connaître le degré de pureté des eaux-de-vie.

En effet, si l'alcool de vin du Midi, sans mélange d'alcool d'industrie, contient $\frac{40}{10,000}$ d'éther et d'huile œnauthique, c'est-à-dire d'essence de vin, il est exempt de mélange d'alcool d'industrie. Mais si l'alcool de vin se trouve additionné de moitié d'alcool d'industrie, qui titre $\frac{2}{10,000}$ d'impuretés, le mélange n'indiquera plus que $\frac{21}{10,000}$ au lieu de $\frac{40}{10,000}$. Si le même produit est additionné des deux tiers d'alcool industriel il n'indiquera plus que $\frac{13}{10,000}$ d'essence de vin. Dans ce cas, il y a, outre la densité de couleur obtenue par le réactif, une autre indication précieuse :

les essences de vin mélangées au réactif produisent une teinte bien définie, toute différente de celle obtenue par l'alcool d'industrie impur.

Il en est de même pour les eaux-de-vie, dont chaque espèce contient assez régulièrement la même quantité d'essence œnauthique. Ce titre varie avec le mode de distillation employé; mais comme les méthodes distillatoires et le degré du produit sont les mêmes pour chaque espèce d'eau-de-vie, il en résulte que les espèces varient peu comme dosage aromatique.

Lorsqu'on opère sur l'alcool de vin qui contient environ $\frac{40}{10,000}$ d'essences, il faut mélanger cet alcool par quart dans de l'alcool d'industrie, qui note blanc à l'essai diaphanométrique, et opérer sur ce mélange. On multipliera alors par quatre le nombre de degrés d'essence indiqués par l'opération.

Pour agir sur des eaux-de-vie, il faudra d'abord en distiller une partie, et opérer cette distillation d'une façon complète, c'est-à-dire ne rien laisser dans la chaudière de l'alambic après la distillation et, pour de l'eau-de-vie à 50 degrés, le coefficient d'essences obtenu sera à multiplier par deux.

Laissons maintenant les chiffres et occupons-nous des différentes espèces d'alcools en suivant leur distillation. Plus tard nous parlerons de la rectification.

On sait déjà, qu'en raison de leur degré, les alcools se subdivisent en esprits et en eaux-de-vie.

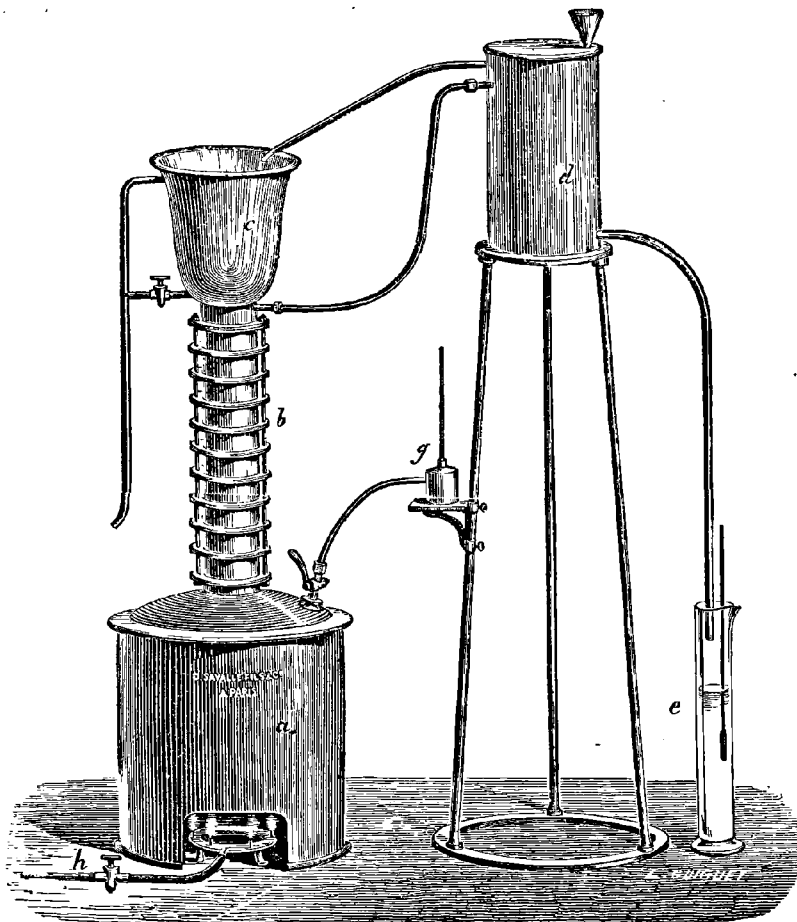
Les alcools de betteraves, mélasses, pommes de terre, qu'on appelle généralement trois-six, se distillent toujours au plus haut degré qu'ils peuvent atteindre, 95 ou 96; pour en faire de l'eau-de-vie commune, on les coupe à 48° avec de l'eau colorée avec du caramel, ou avec une infusion de thé, de capillaire ou de tilleul qui donnent un certain ton à la liqueur.

Les alcools de raisin se distillent soit à 96° comme en Espagne et en Italie pour viner les vins fins d'exportation, soit comme

à Montpellier, Béziers, Cette, à 85° sous le nom d'esprit de vin ou trois-six de vin, qui dédoublé avec de petites eaux, produit de l'eau-de-vie qu'on appelle Montpellier; soit à 54° comme dans les Charentes et dans l'Armagnac, dont les eaux-de-vie hélas! de plus en plus rares, et surtout de plus en plus chères, prennent les noms de

leurs pays de production : Champagne, Cognac, Surgères, Aigrefeuille, la Rochelle, etc.

La distillation des grains ne produit guère dans notre pays que des trois-six, surtout de riz, mais en Angleterre, en Hollande, on fait avec de l'orge, du seigle, et de l'avoine des eaux-de-vie connues



Appareil Savalle pour l'essai des vins.

sous le nom de gin, whisky, genièvre.

Les alcools faits avec des fruits qui ont un goût agréable ou une saveur spéciale ne se préparent généralement qu'à l'état d'eau-de-vie. Celle de cerises s'appelle du Kirsch; celle de prunes que l'on fait surtout en

Hongrie, Slibowitza; celle de pommes, que produit principalement la Normandie, porte le nom d'eau-de-vie de cidre, ou simplement Calvados.

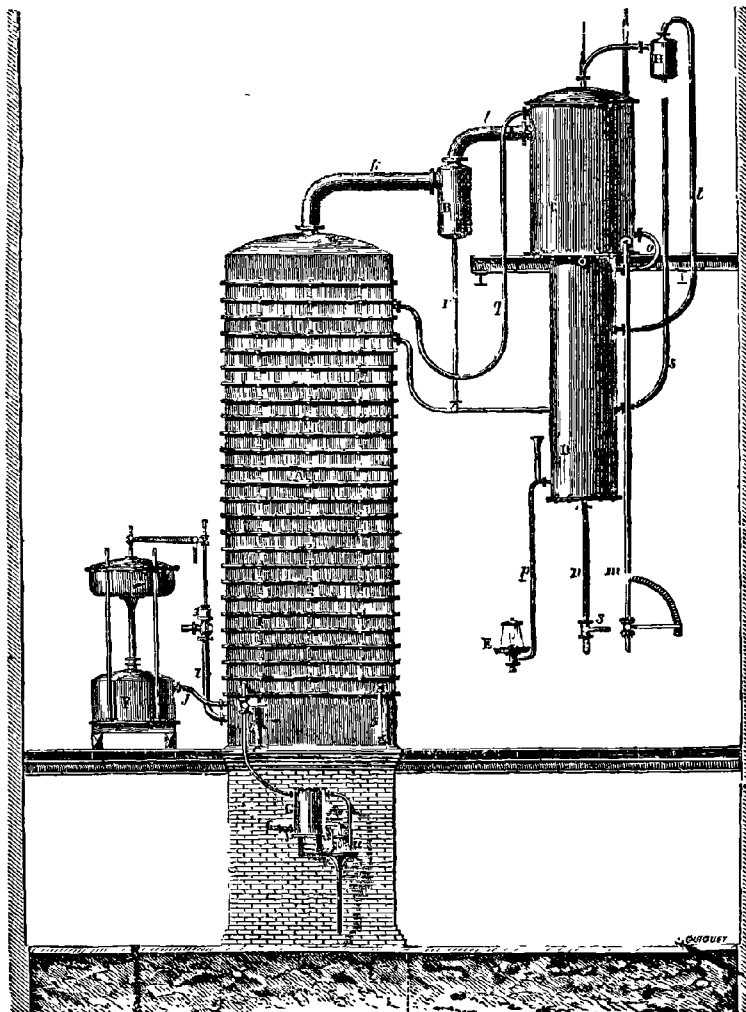
Les sucres végétaux sucrés qui fournissent des alcools à l'état d'eau-de-vie sont assez

nombreux; les résidus de la canne à sucre donnent une liqueur spiritueuse qu'on appelle tafia ou rhum, selon la qualité; le suc de palmier, le lait de coco, donnent de l'arrach; le miel traité de la même façon, produit l'hydromel, etc.

Nous allons étudier chacune de ces fabrications.

ALCOOLS DE VINS

Tous les vins ne sont pas également propres à la distillation et, naturellement, les



Colonne distillatoire rectangulaire de M. Savalle, pour la distillation des betteraves.

résultats qu'ils donnent sont proportionnés à leur richesse alcoolique.

Il est donc important, pour les distillateurs des pays vignobles, de savoir exactement ce que titrent les vins qu'ils achètent, mais jusqu'alors tous les moyens qui leur ont

Liv. 145.

été proposés, pour arriver à ce résultat, ne leur donnent que des appréciations très approximatives, qui s'écartent parfois beaucoup de la réalité et sont la cause de grands mécomptes.

Les petits alambics d'essai, opérant sur

145

un volume de vin trop minime, donnent un produit très faible en alcool, qu'il est difficile de peser exactement à cause de la capillarité qui fausse l'indication de l'alcoomètre dans les faibles degrés, et aussi à cause des acides qui sont entraînés par la distillation et mélangés au produit.

La maison Savalle, que nous aurons toujours à citer dans cette étude quand il s'agira d'un progrès, s'est appliquée à résoudre la question et, à l'aide de nombreuses observations, est arrivée à établir un appareil d'essai, qui fournit un produit à forts degrés, exempt d'acides et facile à titrer comme richesse alcoolique.

Cet appareil, que représente notre gravure de la page 1152, est une petite colonne distillatoire qui opère sur cinq, ou à volonté sur dix litres de vin à la fois, et donne un produit qui pèse en moyenne 60 degrés.

On arrive, par la quantité de ce produit, à reconnaître avec une précision remarquable, l'alcool contenu dans les vins expérimentés.

Pour s'en convaincre on met dans dix litres d'eau, dix centimètres cubes d'alcool. En soumettant ce mélange, qui contient un millième d'alcool, à l'appareil, on retrouve 9 centimètres cubes 8 dixièmes d'alcool dans les 30 premiers centimètres cubes de produit. Aucun appareil d'essai n'a donné jusqu'ici ces résultats.

Il n'a qu'un défaut, c'est de coûter un peu cher, mais les grandes maisons de distillation l'ont bientôt gagné, par les économies qu'il leur fait faire, en supprimant les tâtonnements et les fausses manœuvres.

Ce n'est pas pourtant, il faut bien en convenir, que l'on soit entré bien carrément dans la voie du progrès, dans notre région vinicole, tant s'en faut. La plupart des distilleries de vins, se reposant beaucoup trop sur la nature du produit qu'elles travaillent, n'ont point cherché les perfectionnements. Chaque propriétaire du Midi continue à brûler son vin dans son ancien appareil à

feu nu de Cellier Blumenthal ou de Derosne. Il en résulte que les produits sont restés ce qu'ils étaient il y a soixante ans, et que les alcools, fabriqués en Espagne et en Italie par les appareils perfectionnés, ont sur eux une supériorité notable.

Les inconvénients de la distillation à feu nu sont reconnus de longtemps et M. Basset, dans son *Guide du fabricant d'alcools*, toujours excellent à citer pour la théorie des procédés, les expliquait ainsi :

« L'application directe du calorique présente des inconvénients de plus d'une sorte, sans parler de l'usure plus rapide des appareils exposés au contact du feu, de la difficulté que l'on trouve à régler convenablement le degré de chaleur nécessaire à un bon travail, de l'excès de dépense qui s'en suit. Nous nous bornerons à rendre palpables les objections que soulève l'emploi du feu nu, au point de vue de la qualité des produits.

« Un liquide ou une matière pâteuse semi-fluide, après l'action du ferment, est loin de contenir seulement de l'alcool et de l'eau. On y trouve non seulement des sels, mais encore des matières grasses, des substances azotées, du ferment plus ou moins altéré, des produits dérivés de l'alcool, tels que l'acide acétique, des produits de l'altération du sucre, comme l'acide lactique, l'acide butyrique, du glucose non altéré, des huiles essentielles et même quelquefois de la glycérine, de l'acide succinique, etc.

« Or il est évident que toutes ces matières, éminemment altérables sous l'intervention même d'actions très faibles, ne peuvent supporter sans décomposition l'influence d'une température élevée. L'action d'une chaleur notable déterminera la formation de composés divers, de produits dérivés très variables, d'essences plus ou moins désagréables, dont plusieurs passeront dans les produits et en modifieront complètement l'arôme et le goût. Or, quoi qu'on fasse, les parois métalliques en contact avec le feu,

acquièrent une température très élevée, au moins dans les points qui ne sont pas recouverts de liquide, et cette température amène les modifications les plus complexes dans la nature des matières volatilisables.

« En transmettant, au contraire, le calorique au liquide par de la vapeur circulant dans un serpentin, on limite beaucoup le maximum de température, on diminue la somme de ces décompositions et de ces altérations dans les limites du possible, d'autant plus qu'on n'emploie que la quantité de vapeur strictement nécessaire, qu'on peut la régler à volonté selon les besoins, et que l'on n'a plus à craindre les erreurs dues à la négligence ou à la paresse.

« Pour se convaincre de la réalité de ces différences, il suffit de goûter le produit de la distillation d'un vin donné par un appareil à feu nu et le produit du même vin, obtenu par la distillation à la vapeur, et cette simple vérification suffira pour enlever tous les doutes, s'il est possible d'en conserver. »

Ce n'est pas encore le seul inconvénient. Une distillation, défectueuse, dans des appareils à feu nu, fait encore perdre jusqu'à 10 et 12 pour cent des produits, et au prix où se vendent les eaux-de-vie de Cognac et d'Armagnac, cela vaut la peine d'y réfléchir.

Les appareils les plus perfectionnés et les plus généralement employés, sont ceux de la maison Savalle; ils diffèrent naturellement de formes et de dispositions selon les matières qu'ils doivent traiter, mais partent tous du même principe.

Les organes essentiels sont un bouilleur ou chauffe-vin, une colonne distillatoire quelquefois ronde, mais le plus souvent rectangulaire, d'autant que cette disposition permet un travail mixte, un réfrigérant où les vapeurs provenant de la distillation se condensent, mais surtout un appareil régulateur de chauffage. Car l'alimentation de la vapeur de chauffage est presque toujours défectueuse quand on ne compte que sur la

main de l'homme pour la réaliser; l'attention la plus soutenue n'obtient même pas la régularité de vapeur, requise à un bon travail.

Il résulte de l'irrégularité d'une distillation continue, toujours une perte, soit en charbon, soit en alcool. En effet si la matière à distiller cascade, descend trop vite sur les plateaux de la colonne; cette matière n'est plus en rapport avec la vapeur chargée d'en extraire l'alcool, et cet alcool s'écoule, se perd dans les vinasses qui s'échappent à jet continu. Si la vapeur n'est pas assez alimentée, et la même disproportion existe et la même perte d'alcool se produit.

Nous parlerons plus loin du régulateur automatique que M. Savalle adapte à tous ses appareils. Un mot d'abord de l'ensemble de l'appareil, en suivant les détails de l'opération sur celui que représente notre gravure page 1153 et qui peut être employé indifféremment à la distillation des betteraves et à celle du vin.

C'est d'ailleurs le plus récent et naturellement le plus perfectionné.

A est la colonne distillatoire rectangulaire, en fonte de fer; elle se compose d'un soubassement, d'une série plus ou moins nombreuse de tronçons, munis de regards qui permettent de suivre les progrès de l'opération, et de la couverture ou calotte; le tout formant un ensemble, maintenu par dix boulons à chaque joint.

B est un brise-mousses, renvoyant à la colonne distillatoire les mousses et les matières susceptibles d'être entraînées par le courant de vapeur, se rendant par la colonne au chauffe-vins.

C est le chauffe-vins tubulaire.

D est un réfrigérant, également tubulaire et à compartiments intérieurs.

E est l'éprouvette graduée pour l'écoulement des flegmes, par le petit conduit *p*.

F est le régulateur de chauffage de l'appareil.

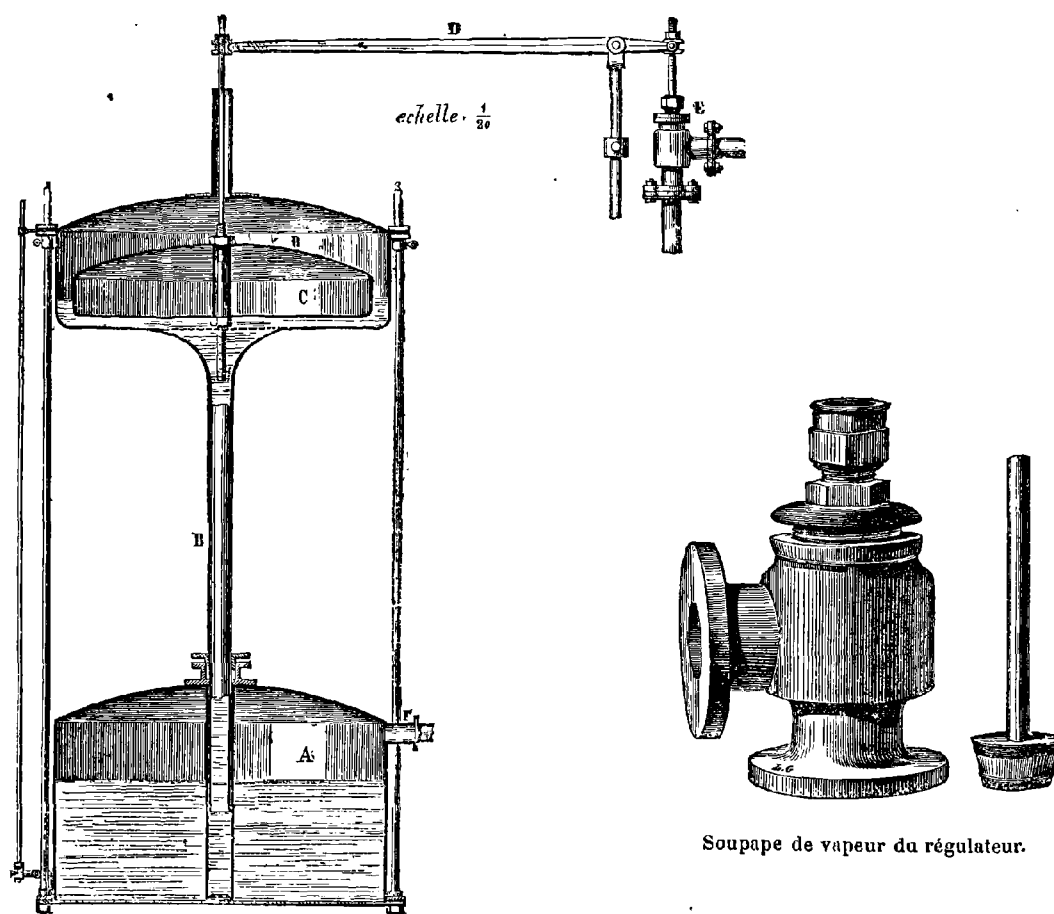
G est un serpentin d'épreuve.

H est un second brise-mousses, où passent les vapeurs sortant du chauffe-vins après l'épuisement de la colonne; les mousses entraînées retournent à la colonne par le tuyau *s*, et les vapeurs d'alcool se rendent au réfrigérant par le tube *t*.

i est le tuyau conduisant les vapeurs du chauffage de la soupape du régulateur à l'appareil.

j est le tuyau de pression de la colonne au régulateur.

k, l est le tuyau conduisant les vapeurs



Soupape de vapeur du régulateur.

Coupe du régulateur automatique Savalle.

alcooliques de la colonne aux brise-mousses et au chauffe-vins.

m est le tuyau qui sert à l'alimentation du chauffe-vins en jus fermentés.

n est le tuyau par où passe l'eau froide pour l'alimentation du réfrigérant.

Le chiffre 1 désigne la soupape de vapeur de chauffage.

Le chiffre 2 désigne le robinet des jus fermentés.

Le chiffre 3 désigne le robinet d'eau froide.

Le chiffre 4 désigne le robinet des vapeurs sortant des vinasses, pour se rendre au serpentin d'épreuve.

Le chiffre 5 désigne le niveau du sou-

bassement de la colonne distillatoire.

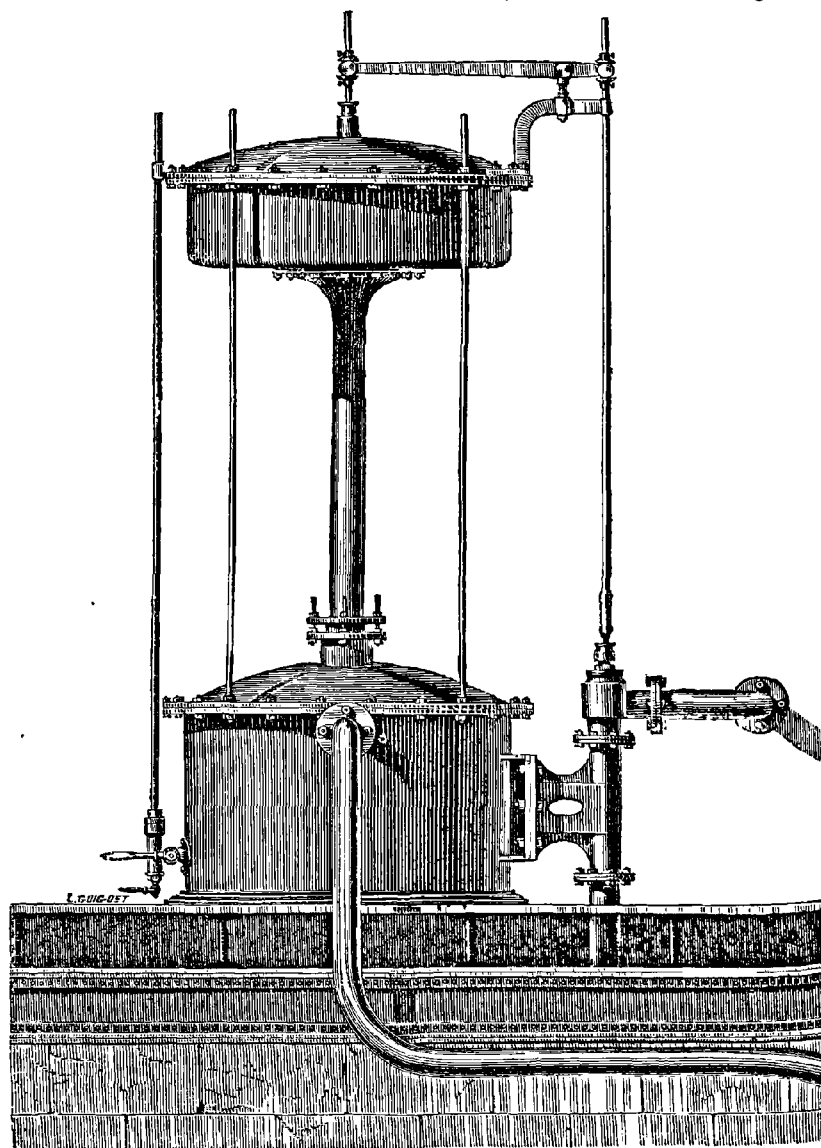
Le chiffre 6 désigne le robinet d'eau froide servant le réfrigérant du serpentin d'épreuve.

Ceci posé il est facile de suivre l'opération.

Les matières à distiller sont élevées au

moyen d'une pompe, dans un réservoir situé au-dessus de l'appareil. Elles entrent en travail par un robinet de distribution qui vient s'adapter dans le montage.

En passant dans le réfrigérant, elles ont



Ensemble du régulateur automatique Savalle.

pour effet de refroidir les alcools bruts produits : plus loin, dans le chauffe-vins, elles ont pour effet de condenser les vapeurs alcooliques, et en même temps qu'elles

opèrent cette condensation, elles entraînent avec elles, et rendent à la colonne, toute la chaleur emportée de celle-ci par la vapeur d'alcool.

Arrivées dans la colonne, les matières sont soumises à la distillation et parcourent un système particulier de plateaux, dont le nombre varie, d'après le travail auquel on les applique.

Dans ces plateaux, qu'elles suivent en descendant, elles trouvent à leur rencontre, partant du bas de la colonne, la vapeur d'eau d'abord, puis des vapeurs de plus en plus riches d'alcool, à mesure qu'elles s'élèvent et traversent les couches de matières des plateaux supérieurs.

Cette vapeur enlève tout l'alcool contenu dans la matière fermentée, qui sort alors de l'appareil à l'état de vinasses, par le robinet de vidange.

Nous avons laissé les vapeurs alcooliques au haut de la colonne : elles sortent de celle-ci par le col de cygne, pour aller dans le brise-mousses se purger des parcelles de matières, qu'elles entraînent parfois mécaniquement.

Purgées, elles se rendent dans le chauffe-vins, où elles se condensent en rendant leur calorique à une autre quantité de jus à distiller. Puis cet alcool passe par un conduit pour se rendre au réfrigérant, d'où il sort finalement par l'éprouvette.

Telle est toute la théorie de la distillation proprement dite. Quant à la pratique elle est à peu près passive. L'alimentation de la force, qui agit dans l'opération de la distillation par l'effet de la vapeur introduite dans la colonne, s'effectue avec une précision mathématique et proportionnelle aux besoins de l'opération. Le régulateur maintient l'équilibre des forces et assure la régularité des fonctions. Aussi voit-on la distillation s'effectuer sans secousses, sans soubresauts et fournir régulièrement un jet d'alcool, continu, volumineux, à un degré élevé et peu variable.

Parlons maintenant de ce régulateur, pièce capitale, si l'on en juge par ce qu'en a dit M. Pezeyre dans un rapport à la chambre syndicale des distillateurs de Paris.

« Le régulateur est une application des

lois de l'hydraulique, essentiellement nouvelle, introduite par M. Savalle dans les appareils de distillation. Il a pour objet de régulariser l'emploi de toutes les forces et de toutes les fonctions, et de maintenir les phénomènes, qui s'accomplissent dans tous les organes de l'appareil, dans des conditions de température et de pression constantes et indispensables à l'homogénéité, à la bonté du produit et à la vitesse de son écoulement. On évite ainsi de troubler l'opération par des coups de feu violents, dont on n'est jamais maître avec les appareils ordinaires. *Un appareil de distillation privé de régulateur est comme un navire sans boussole, exposé à toutes les chances d'erreurs et d'accidents.* »

C'est, en effet, le guide indispensable des appareils Savalle, en ce sens qu'il maintient efficacement la pression, la température de la vitesse de circulation des liquides, dans les limites les plus favorables au dégagement de l'alcool et à l'élimination des éléments étrangers qui le souillent.

Il a pour organe principal un flotteur C, qui a pour fonction d'ouvrir ou de fermer un robinet de vapeur adapté sur la conduite de chauffage, et dont la puissance, augmentée par l'intermédiaire du levier D, atteint 400 kilogrammes, de sorte que ni la poussière, ni l'usure du robinet de vapeur ne puissent empêcher son action.

On verse de l'eau froide dans la chaudière inférieure A, jusqu'au niveau de la tubulure F, par laquelle la pression de vapeur dans l'appareil à régler se transmet au régulateur, par laquelle aussi s'échappe le trop-plein d'eau de la bêche inférieure.

Afin d'assurer toute sécurité au régulateur, l'inventeur a ménagé en A, une chambre d'air qui forme matelas entre la vapeur de pression et la couche d'eau ; sous cette pression, l'eau monte par le tube d'ascension B dans la bêche supérieure, soulève à un moment donné le flotteur C, et met en jeu le levier qui ouvre ou ferme la soupape

de distribution. Ajoutons que la soupape est d'une construction toute spéciale; l'ensemble y est ménagé de telle sorte que la pression se fait équilibre à elle-même, dans une certaine proportion.

Ainsi la soupape, qui a, dans les grands appareils, 6 centimètres de diamètre, ou une surface de 28 centimètres carrés, ne supporte en réalité que sur 2 centimètres carrés la pression de la vapeur, et peut être facilement soulevée par le flotteur. La pratique de chaque jour prouve que ce mécanisme très simple règle la pression à un centimètre d'eau près (*soit à une précision d'un millième d'atmosphère*). Les appareils qui en sont munis, au nombre de plus de 700, et qui fonctionnent avec une régularité parfaite, produisent un jet continu et abondant d'alcool, à un titre toujours élevé et sensiblement constant; ils dispensent, pour la conduite des appareils, d'hommes spéciaux, toujours difficiles à rencontrer dans les campagnes.

Les seuls appareils que livre M. Savalle sans régulateur, sont des appareils portatifs et naturellement de petites dimensions pour la fabrication des eaux-de-vie de vin ou de cidre, car, du moment où l'on distille un liquide, l'opération est toujours la même.

Il n'en ont pas besoin, du reste, puisqu'ils ne sont pas chauffés par la vapeur, et c'est en cela qu'ils sont utiles surtout aux bouilleurs de cru, aux vigneron qui, brûlant eux-mêmes leurs eaux-de-vie, ne peuvent pas avoir de générateurs de vapeur à leur disposition.

Dans cet appareil, toute la question était de combiner d'une façon pratique l'emploi des colonnes distillatoires les plus perfectionnées, avec le chauffage obtenu par un foyer analogue à celui des alambics.

Le problème a été parfaitement résolu, ainsi qu'on peut le voir par notre dessin de la page 1160.

A est la colonne distillatoire rectangulaire, composée d'un certain nombre de pla-

teaux, superposés comme dans les appareils ordinaires.

B est le chauffe-vins, qui sert en même temps de réfrigérant; ce qui est une économie de temps d'abord, et, pour certaines contrées, où il est assez difficile de se procurer de l'eau pour l'alimentation du réfrigérant, une nécessité.

C est le foyer, en tôle sur notre dessin, mais que l'on peut facilement remplacer par un foyer en briques, si l'appareil est installé à demeure; au-dessus de ce foyer est une surface de chauffe proportionnée à la hauteur de la colonne distillatoire.

D est la cheminée du foyer, par laquelle s'échappent les gaz de la combustion, après leur circulation dans la surface de chauffe.

E est le récipient, dans lequel s'écoulent les vinasses épuisées.

F est l'éprouvette recevant l'eau-de-vie, distillée à 60 degrés.

G est le robinet, qui sert à régler l'alimentation du vin.

H et I sont les manomètres.

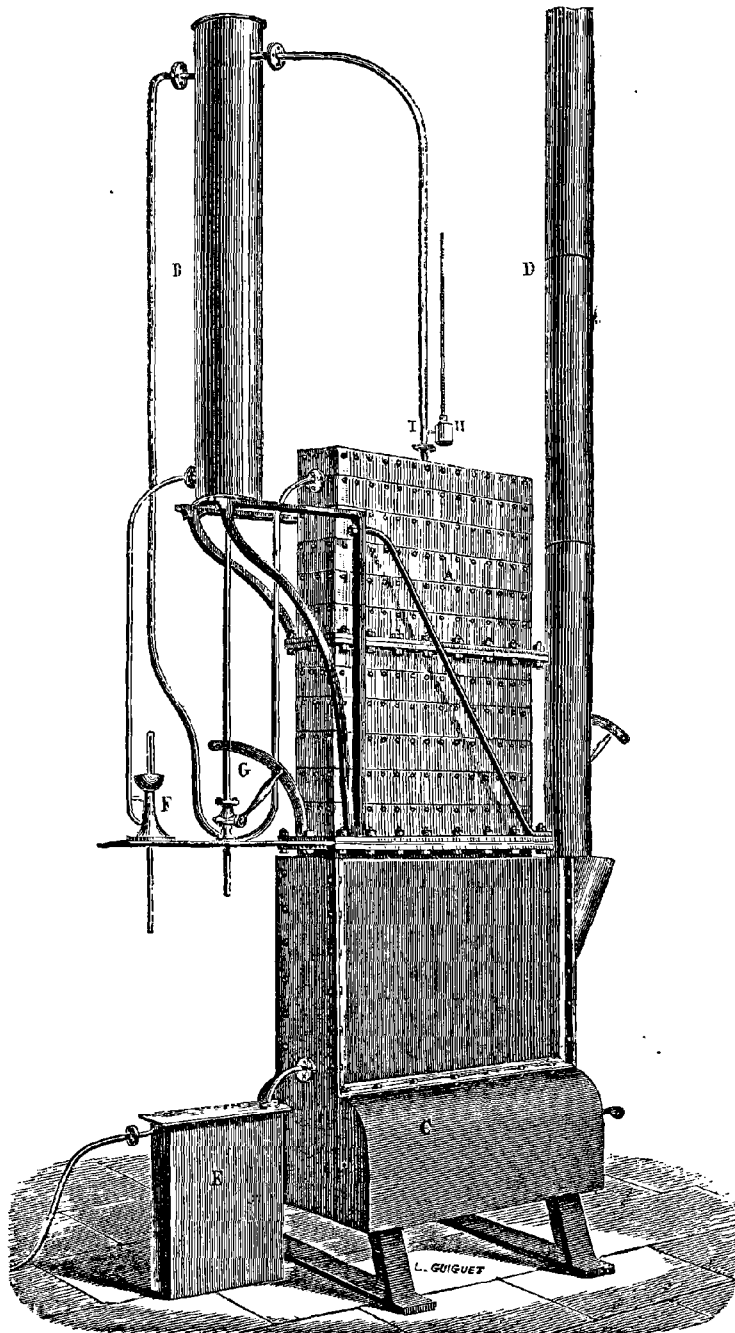
L'opération se fait comme dans les appareils ordinaires, puisque ce sont les mêmes organes ou des organes analogues qui fonctionnent, et l'on obtient très vite des eaux-de-vie de qualité supérieure, soit qu'on distille du vin, des cidres ou des poirés, titrant au moins 8 degrés d'alcool.

La production, avec cet appareil de dimension restreinte et facilement transportable, est de 28 à 30 litres d'eau-de-vie à 60 degrés par heure, soit plus de 4 hectolitres dans une journée de travail.

Il va sans dire que M. Savalle construit des appareils susceptibles d'un plus grand travail; il a notamment son appareil locomobile destiné à remplacer, dans un temps donné, tous les anciens alambics chauffés à feu nu, qui donnent un travail défectueux avec une dépense de combustible exagérée.

Cet appareil a cela de commode qu'il peut desservir toute une région et se trans-

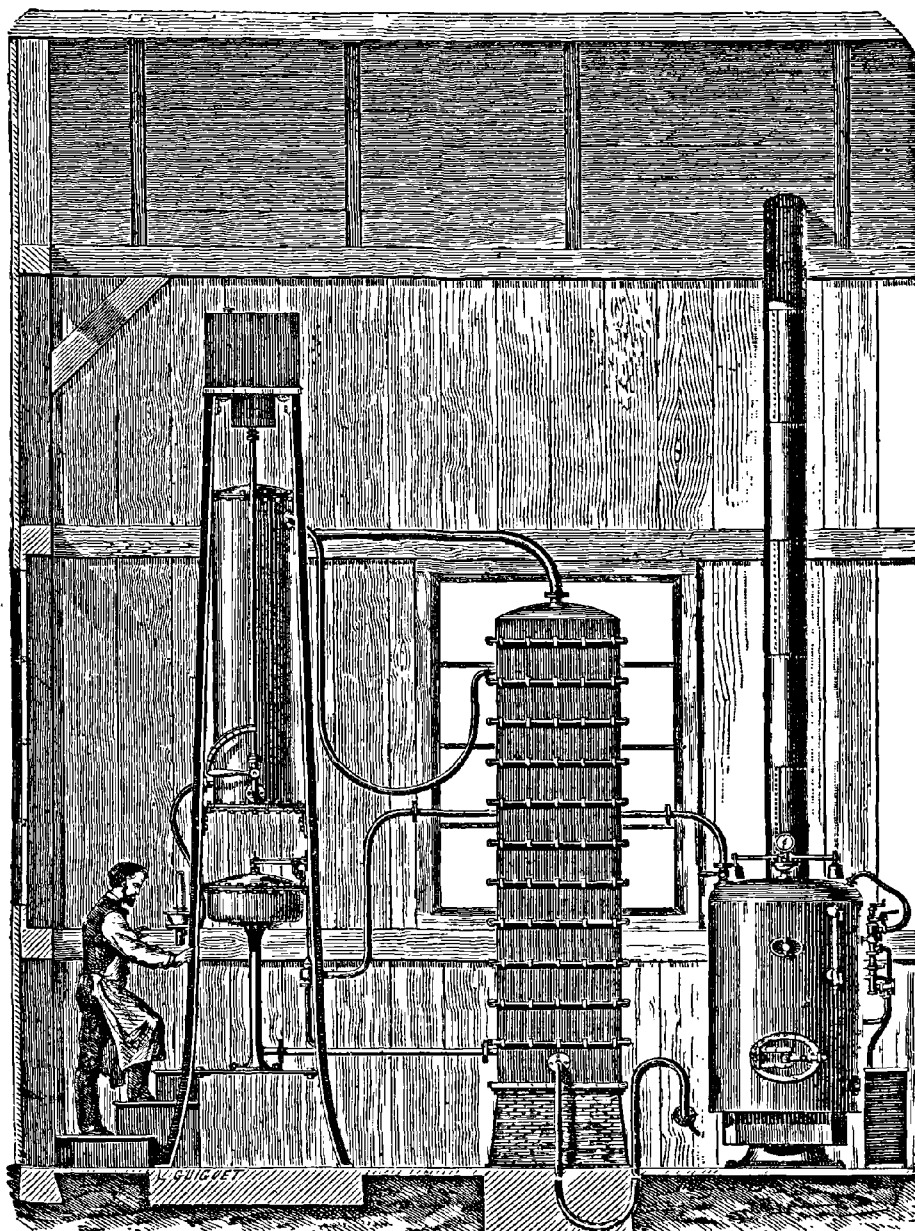
porter successivement chez tous les vigneron, comme on le fait pour les grandes machines à battre qu'on installe de ferme en ferme.



Appareil portatif Savalle pour la fabrication continue des eaux-de-vie.

Il se compose de deux chariots : l'un | destiné au chauffage de l'appareil propre-
qui porte un petit générateur tubulaire | ment dit, installé sur la seconde voiture,

comme on le peut voir dans notre gravure | rectangulaire A, du système que nous
de la page 1164, c'est-à-dire : une colonne | avons déjà décrit, mais modifié pour être



Appareil transportable pour la distillation des eaux-de-vie d'Armagnac.

moins encombrant; un condenseur chauffe- | dessus de l'ensemble de l'appareil, sur des
vins B; un réservoir à vins L, installé au- | montants qui partent du chariot, et muni
Liv. 146.

d'un régulateur d'alimentation dont le robinet est indiqué par le chiffre 2 ; enfin un régulateur de vapeur D, pourvu de tous les organes des régulateurs automatiques ordinaires et relié avec le générateur par un tuyau de prise de vapeur.

On peut faire la distillation sans décharger le chariot : il suffit de rapprocher à l'avant le générateur roulant et de placer à l'arrière un fût destiné à recevoir les produits.

Cet appareil, économique en ce sens qu'il ne dépense pas 2 kilogrammes de houille par hectolitre de vin distillé, tandis que les anciens en consomment au moins 5, a encore sur eux cet avantage que l'épuisement du vin y est complet et qu'il ne reste plus dans les vinasses, de quantité d'alcool appréciable.

Quant à la qualité du produit, elle est incomparablement supérieure et cela se comprend facilement ; car, chauffé par la vapeur régulièrement distribuée, le vin n'ayant besoin de séjourner que cinq minutes dans l'appareil, il en résulte que les produits de la distillation sont exempts de coups de feu et présentent une qualité qui dépend naturellement de celle de la matière première, mais qui est exceptionnellement suivie.

La rapidité de l'opération permet à un appareil de dimensions assez restreintes, de traiter 150 hectolitres de vin par journée de travail.

Il y en a qui, sans être moitié plus grands, donnent le double en produit ; mais, bien que facilement transportables, ils ne fonctionnent pas à l'état ambulant ; on les installe à demeure, comme on le voit dans notre gravure de la page 1161, qui n'a pas besoin d'explication, car il est facile de reconnaître les organes principaux de l'appareil.

La fabrication des trois-six à 85 degrés dits de Montpellier et des trois-six à plus forts degrés, que produit surtout l'Espagne

pour le vinage de ses vins d'exportation, demande des appareils spéciaux ; car le peu d'élévation de la colonne de ceux dont nous venons de parler ne permettrait pas d'obtenir de premier jet des alcools à degré suffisant.

Le midi de la France, dont la production a été enrayée tout d'un coup par l'apparition du phylloxera, ne s'est pas montré très soucieux de perfectionner ses alcools ; comme on y distille presque partout avec des appareils d'ancien système, généralement à feu nu, on n'y produit en somme que des alcools bruts, qui ont besoin d'être rectifiés pour pouvoir être employés au vinage, et l'on emploie de préférence les trois-six du Nord, qui sont moins chers et d'une qualité infiniment supérieure pour cet usage ; il en résulte que la production diminue d'année en année, et il n'en pourra être autrement tant qu'on persistera dans les anciens errements.

Le grand défaut des alcools du Midi provient de la disposition des appareils qui servent à les produire.

Ces appareils, dont le travail est continu, fonctionnent toujours à la même température, qui est supérieure à 86 degrés. Chaque fois qu'on les alimente d'une quantité nouvelle de matières à distiller, les alcools étherés contenus dans ces matières, passent à la distillation et gâtent le produit.

En Espagne, au contraire, où l'on a besoin d'alcools très nets pour viner les vins fins de Xérès, et de Malaga notamment, de façon qu'ils puissent supporter le transport ; on s'attache à produire des alcools au plus haut degré possible, que l'on rectifie ensuite ou en même temps que la distillation, car il y a deux sortes d'appareils : l'un, qui produit directement de l'alcool à 93 ou 94 degrés, l'autre mixte, composé d'une colonne distillatoire et d'un appareil rectificateur.

Le premier, représenté par notre gravure de la page 1165, peut être utilisé pour

la distillation de toutes sortes de matières alcoolisables, sauf l'addition de quelques accessoires, mais, pour les vins, il fonctionne avec les organes indiqués dans notre gravure, c'est-à-dire tenant en somme très peu de place.

A est le fourneau, surmonté du générateur de vapeur, dont le robinet de prise est désigné par le chiffre 1.

B est la colonne distillatoire, C le régulateur automatique, D le chauffe-vins, E le réfrigérant, F l'éprouvette, H I les réservoirs à vins, etc.

Cet appareil, sur lequel nous entrerons dans de plus grands détails, quand nous parlerons de son application à la distillation des grains, permet d'obtenir du premier jet des alcools à forts degrés avec des matières fermentées faibles en alcools. Son fonctionnement, réglé par le régulateur à vapeur, donne l'assurance de l'épuisement complet des liquides soumis à la distillation.

Il s'applique aussi tout spécialement au traitement des marcs, soumis à un lavage méthodique, ou traités par une sorte de distillation préalable à l'aide de trois cylindres verticaux qui tiennent lieu du réservoir à vins.

Ces cylindres, placés l'un près de l'autre, sont reliés entre eux par des tuyaux et le premier est en communication avec le générateur de vapeur. On les charge de marc avant de commencer l'opération, puis on ouvre le robinet de vapeur dont le jet met en ébullition les marcs du premier cylindre qui commencent à se distiller. Les vapeurs de cette distillation passent dans le second cylindre, y produisent le même effet que dans le premier, et ainsi de suite dans le troisième d'où elles se rendent dans la colonne, mais ceci, en somme, est plutôt une rectification qu'une distillation et ce système est surtout employé avec l'appareil mixte, représenté page 1168.

Cet appareil qui fonctionne principalement dans le midi de l'Espagne, où M. Savalle

a monté quatorze grandes distilleries produisant ensemble 38,100 litres d'alcool par jour, est la réunion de deux appareils :

L'appareil distillatoire que nous connaissons déjà et dont on reconnaîtra en A la colonne, en B le brise-mousses, en C le chauffe-vins, en D le réfrigérant, et en E le régulateur ; et un appareil rectificateur que nous allons décrire, parce qu'il ne fait point double emploi avec ceux d'un autre genre, dont nous aurons occasion de parler dans le chapitre spécial que nous consacrerons à la rectification.

G est une chaudière, où se chargent les flegmes ou les alcools bruts à rectifier.

H est la colonne, composée d'un certain nombre de plateaux perforés, qui épure les alcools par la séparation des produits.

T est un condenseur analyseur tubulaire, agissant avec puissance par sa disposition toute spéciale.

Jest le réfrigérant qui ramène les vapeurs alcooliques à l'état liquide.

L est le régulateur automatique de vapeur, indispensable à tous les appareils.

Tels sont les organes principaux qui suffiront à faire comprendre le fonctionnement de l'appareil.

Le compartiment inférieur de la chaudière étant rempli des produits de la distillation, on les porte à l'ébullition au moyen d'un jet de vapeur, emprunté au générateur et qui pénètre dans le serpentín du chauffage. Les vapeurs alcooliques traversent le double fond, remplissent la partie supérieure de la chaudière et s'en échappent pour monter à travers les plateaux de la colonne et de là dans le condenseur, dont on a ouvert le robinet d'eau froide; elles s'y condensent et reviennent à l'état liquide dans la colonne, dont elles descendent successivement tous les plateaux.

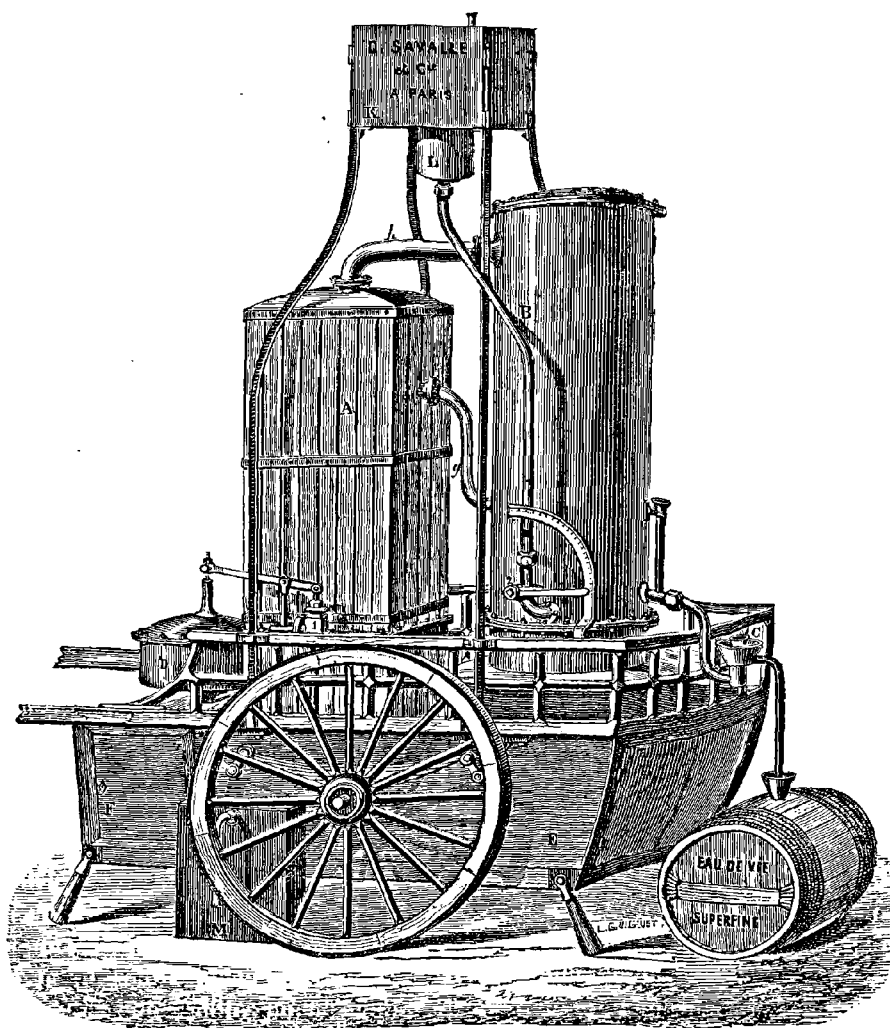
Ceux-ci se trouvant chargés d'alcool, on diminue l'alimentation du condenseur, de façon à ne plus liquéfier que les deux tiers des vapeurs alcooliques qui y arrivent. Cette

portion, devenue liquide, retourne dans la colonne, en parcourt successivement tous les plateaux et descend, par un tuyau muni d'un robinet, charger le compartiment supérieur de la chaudière.

Les vapeurs, sortant de la partie inférieure

de la chaudière, se trouvent ainsi purifiées dans le deuxième compartiment, avant de monter dans la colonne.

Quant aux vapeurs non condensées dans le condenseur elles se rendent dans l'analyseur où elles laissent leurs parties



Appareil locomobile pour la production des eaux-de-vie.

aqueuses avant de passer dans le réfrigérant.

Les premiers produits de la rectification sont étheriques et naturellement de mauvais goût, mais ils sont dirigés vers un récipient

spécial, et ceux qui suivent sont de l'alcool parfait, pesant quelquefois jusqu'à 97 degrés mais le plus communément 96 ou 94.

Nous reviendrons, du reste, sur cette opération, qui est la plus importante de toutes,

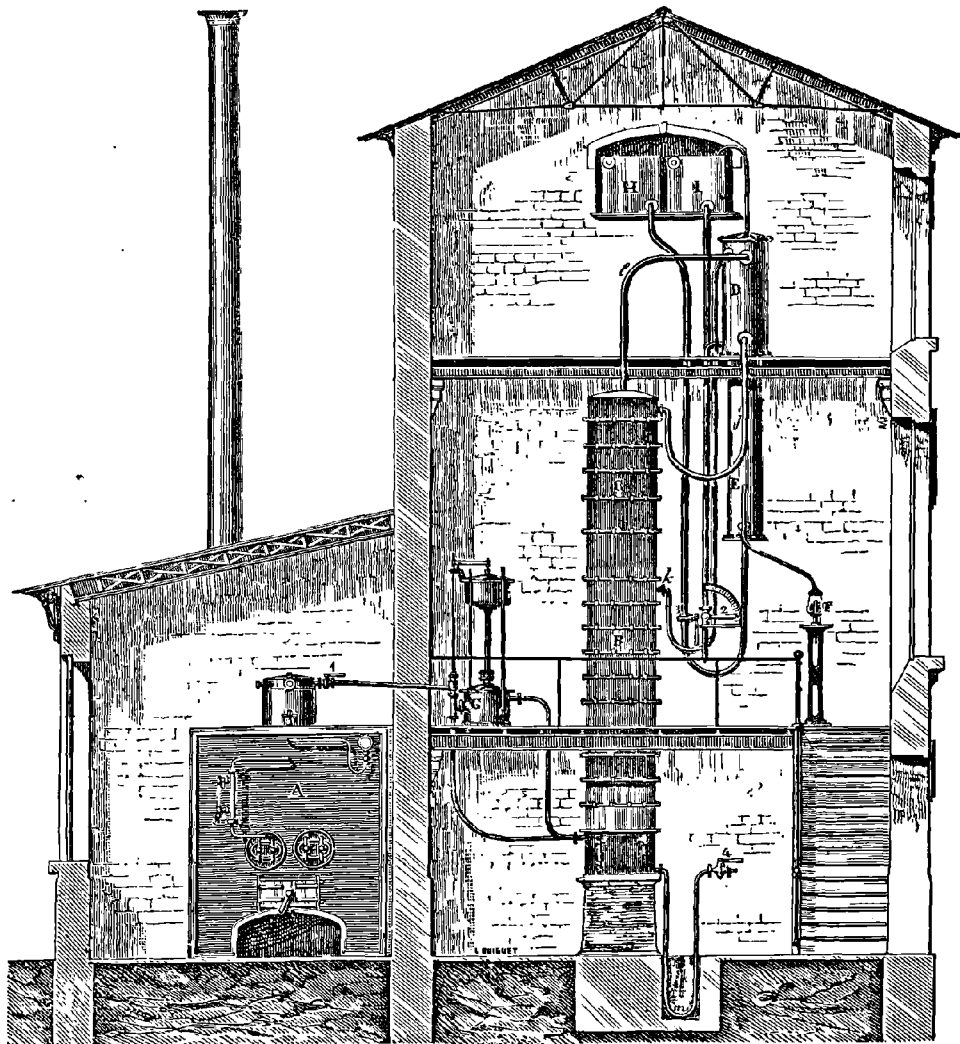
puisque c'est elle qui donne la qualité au produit; passons maintenant en revue les autres espèces de distillation.

ALCOOLS DE BETTERAVES

La distillation des vins est fort simple;

celle des betteraves, en tant que distillation, n'est pas plus difficile, mais il faut que les matières premières subissent un certain nombre d'opérations avant d'arriver à pouvoir donner de l'alcool.

Ces opérations varient, en ce sens qu'il



Appareil produisant, du premier jet, de l'alcool de vins à 94°.

y a deux procédés : le procédé par macération qui a été le seul connu jusqu'en 1866 et la méthode par les presses continues, appliquée d'abord par M. Collette et préconisée par M. Savalle, du moins pour les

distilleries dont le travail journalier arrive à 40,000 kilogr. de betteraves.

Pour celles qui ne traitent que de 20 à 30,000 kilogr. de betteraves le travail de macération est préférable, surtout si les

pulpes doivent être consommées sur place dans la ferme.

Pour les distilleries non agricoles qui vendent leurs pulpes, quelquefois au loin, le travail des presses vaut mieux ; car la pulpe des presses, étant moins chargée d'eau, économise beaucoup les charrois.

En principe, pour qu'une distillerie agricole soit dans de bonnes conditions de production, c'est-à-dire outillée d'appareils perfectionnés, il faut que son travail soit d'une certaine importance, c'est-à-dire pas moindre de 20,000 kilogrammes par jour, de façon que les frais généraux soient très réduits, et c'est ce qui explique que sur plus de 500 distilleries agricoles de betteraves, qui se sont établies en France depuis 1853, il y en a aujourd'hui tout au plus la moitié qui fonctionnent.

Il est vrai qu'elles produisent plus et que leurs trois-six sont incomparablement meilleurs.

Nous allons étudier les deux méthodes.

TRAITEMENT DES BETTERAVES PAR MACÉRATION

Pour être vraiment pratiques dans les exploitations agricoles, les procédés d'alcoolisation doivent n'exiger qu'un matériel relativement peu considérable, et facile à conduire, et surtout laisser des résidus convenables pour la nourriture du bétail.

Le procédé de M. Champonnois réalise bien ces diverses conditions ; il comprend quatre opérations : le lavage, le coupage, la macération de la betterave, coupée dans la vinasse (résidu d'une distillation précédente), et la fermentation du liquide obtenu par la macération.

Lavage. — Le lavage s'opère dans un cylindre à claire-voie, plongeant à moitié dans une cuve remplie d'eau. Les betteraves, jetées dans une trémie, placée à l'une des extrémités de ce laveur mécanique, animé d'un mouvement de rotation de 15 à 20 tours par minute, s'y introduisent, et le

parcourent dans toute sa longueur, qui varie entre 2^m,50 et 3^m,50, en se frottant les unes contre les autres et se débarrassant ainsi de la terre adhérente à leur surface.

A l'extrémité inférieure du cylindre, elles tombent sur un plan incliné, également à claire-voie, où l'on prend celles qui ont des parties atteintes de pourriture, pour les épilucher. De là, quelquefois, une surface hélicoïdale, animée d'un mouvement ascensionnel, les élève sur le plancher où est installé le coupe-racines.

Coupage. — Sortant du lavage, les betteraves sont jetées dans un coupe-racines, disposé de façon à en faire des tranches ou des rubans qu'on appelle *cossettes*, larges de cinq millimètres, épaisses de trois, et dont la longueur dépend de celle de la betterave.

Cette machine, qui a subi de nombreux perfectionnements, se compose aujourd'hui d'un vase en fonte, en forme de cône tronqué, monté sur un arbre vertical susceptible de faire de 200 à 400 tours par minute, et percé de huit ouvertures étroites dirigées suivant les arêtes du tronc de cône. Chacune de ces ouvertures est garnie intérieurement d'un couteau à dents.

Les betteraves, jetées dans le coupe-racines, s'appuient sur les deux faces d'une forte plaque de tôle, fixée au support de l'instrument et qui laisse entre ses bords et le jeu des couteaux, un espace de quatre à cinq millimètres, qui détermine la largeur des cossettes ; lesquelles sortent ensuite du tronc de cône, par les huit ouvertures déjà indiquées, et tombent sur un plan incliné, qui les dirige sur le plancher des cuves de macération.

Macération. — La macération, dans le système Champonnois, se faisait dans une série de trois cuves munies d'un double fond, percé de trous comme une écumoire. Les cossettes mises dans la première, on versait dessus de l'eau bouillante, ou mieux de la vinasse provenant d'une distillation

précédente. Au bout d'une heure, lorsque la macération s'était opérée dans cette cuve, on soutirait le liquide que l'on versait dans une seconde cuve, pleine de cossettes, et on le remplaçait par une nouvelle charge de vinasse sur les matières épuisées. On faisait pour la seconde cuve ce qu'on avait fait pour la première, en versant jus et vinnasses sur la troisième; de laquelle on les soutirait ensuite pour les porter à la fermentation.

Fermentation. — La fermentation se fait dans deux grandes cuves; on remplit d'abord la première avec les jus provenant de la macération, qui entre presque aussitôt en fermentation, grâce à l'addition d'une certaine quantité de levûre de bière, bien délayée dans quelques litres d'eau ordinaire.

Au bout de vingt-quatre heures on transvase environ la moitié de la capacité de la première cuve dans une seconde, et on les remplit toutes les deux avec du jus, pris dans les cuves de macération. La fermentation se continue et quand on la juge terminée, on laisse les cuves se refroidir avant de les soumettre à la distillation.

Dans les usines montées par M. Savalle, ces quatre opérations préliminaires sont rendues plus faciles et surtout plus économiques au point de vue de la main-d'œuvre, par une disposition particulière des ateliers que fera bien comprendre notre gravure de la page 1169 et par la combinaison d'un montage très simple, par lequel la betterave se rend mécaniquement dans le coupe-racines et tombe de là, naturellement, dans chaque macérateur.

La betterave, lavée au rez-de-chaussée dans le magasin à betteraves, à l'extrême droite de notre dessin, est élevée au moyen d'une courroie en caoutchouc, dans une rigole qui communique à l'entonnoir du coupe-racines, placé sur le palier du premier étage.

Une fois réduite en cossettes, elle tombe naturellement dans la rigole de distribution

et cette dernière, en tournant sur un pivot central et en s'appuyant sur le rail, posé sur les cuves à macération, distribue la cossette alternativement dans chacune de ces cuves.

On ne pouvait remplacer par un mécanisme plus simple, le travail des hommes employés dans les distilleries à mettre la betterave dans le coupe-racines, et à élever ensuite les cossettes pour les jeter à la pelle dans les macérateurs. Outre l'économie de main-d'œuvre, il y a perfection dans le travail, parce qu'elles sont déposées dans les macérateurs avec une légèreté et une régularité que l'ouvrier le plus habile ne saurait atteindre, et que les cossettes restent moins de temps exposées à l'action de l'air. On évite, par l'emploi de ce distributeur, les pelottes de cossettes compactes que la macération n'attaque pas et qui sont perdues pour la distillerie.

La distribution d'acide sulfurique, étendu d'eau, qu'il est d'usage de verser dans les cuves, pour activer la macération, se fait par un conduit en caoutchouc qui se rend directement dans la rigole de distribution des cossettes, ce qui est encore une simplification; car dans l'ancien système il faut un tube et un robinet distributeur à chaque macérateur.

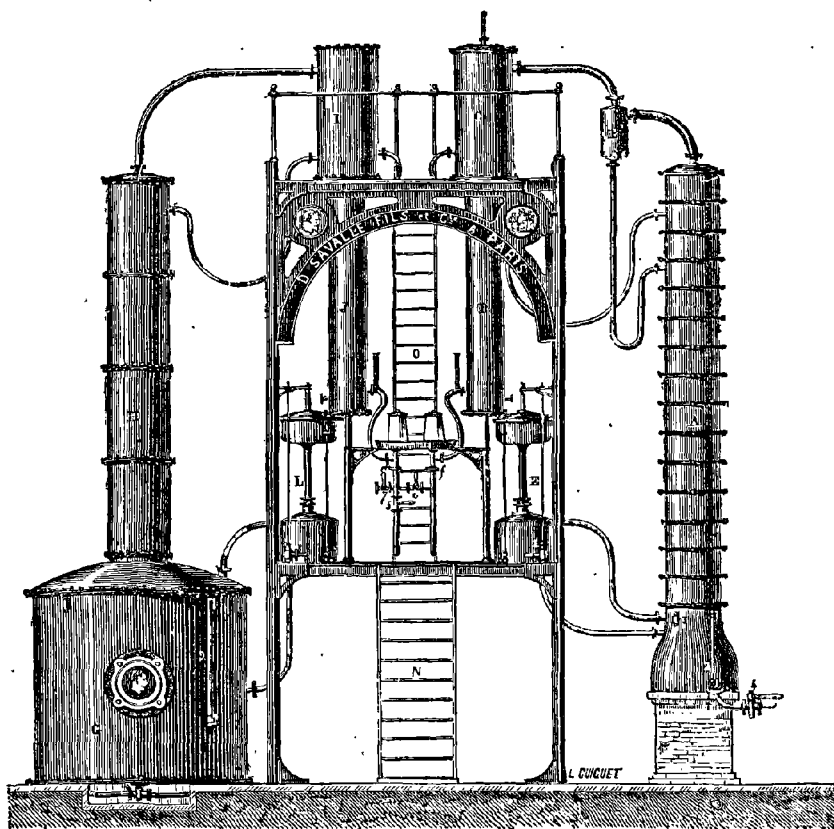
Voici maintenant comment se fait l'opération avec l'outillage Savalle, qui comprend 6 ou 8 cuves de macération, disposées en demi-cercle au-dessous de la rigole de distribution.

Il est très essentiel, d'ailleurs, pour obtenir un bon travail, d'avoir un nombre de macérateurs assez grand, de manière à pouvoir envoyer à la fermentation constamment une moyenne de jus qui ne soit ni trop faible et trop chaude, ni trop riche et trop froide, ce qui arrive toujours lorsqu'on n'emploie que trois macérateurs. Il est important aussi de surveiller la dimension des cossettes de betteraves fournies par le coupe-racines, et qui ne doivent pas avoir plus de deux millimètres d'épaisseur.

Les macérateurs sont remplis alternativement de betteraves; la cossettes'y trouve maintenue entre deux faux fonds en tôle percés de trous. On commence, après avoir chargé, un macérateur, à l'emplir de jus faibles, provenant d'une précédente opération, ou d'eau chaude; si l'on est au début du travail de la distillerie; on abandonne alors ce premier macérateur au repos pendant

deux à trois heures, pour laisser au liquide le temps de faire la pénétration des cellules de la betterave et de dissoudre le sucre qui y est contenu. Une heure et demie après avoir empli le premier macérateur, on charge de cossettes le second, et ainsi de suite se charge toute la série.

Quand le premier macérateur a eu ses deux, ou à volonté trois heures de macéra-



Ensemble d'appareils pour la distillation des vins avec rectificateur.

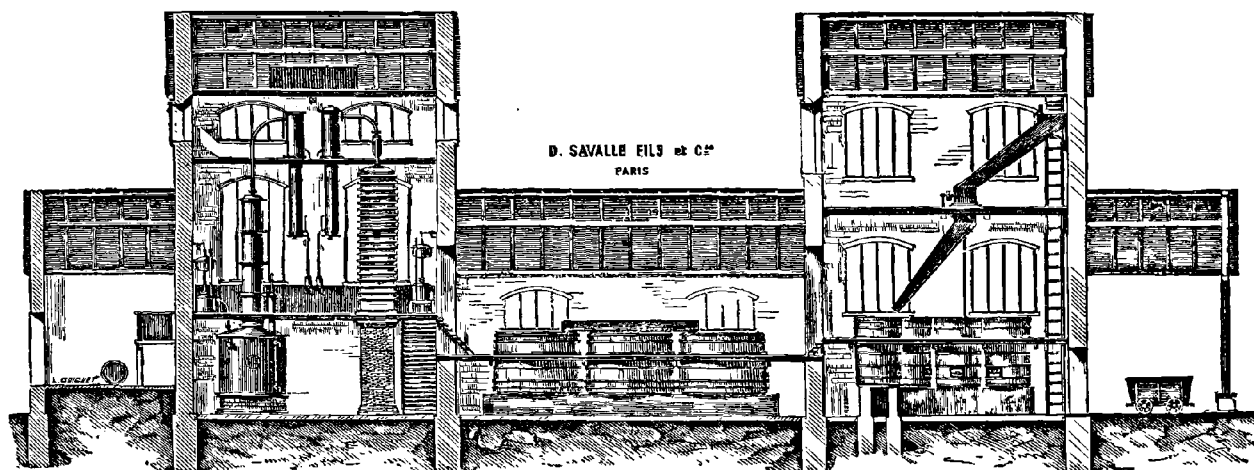
tion, on alimente du jus faible à sa partie supérieure et le jus à fort degré sort à la partie inférieure du macérateur pour se rendre, par trop plein, aux cuves de fermentation; on alimente ainsi de 4 litres 1/2 à 5 litres de liquide par minute, pour chaque 1,000 kilogrammes de betteraves contenues dans le macérateur.

Ce travail dure environ quatre heures et demie, et varie suivant la richesse de betteraves. Pendant ce laps de temps, le degré des jus sortant du macérateur, fort au début, a diminué progressivement et n'est plus que de 1 ou d'une fraction de degré supérieure au degré des sels contenus dans les vinasses: on en est prévenu, en plongeant

un densimètre dans un système d'éprouvette ajouté aux montages de chaque macérateur. A ce moment, on met le macérateur en communication avec la pompe à jus faibles et on coule sur le macérateur, de la vinasse, en ayant soin de le maintenir toujours plein; au bout d'une demi-heure de ce coulage, les cossettes sont complètement épuisées. On arrête alors l'alimentation des vinasses sur le macérateur, et on épuise par la pompe tout le liquide qu'il contient, pour pouvoir ouvrir le trou d'homme en fonte et en extraire

les cossettes épuisées, ou pulpes de betteraves, qui sont dirigées vers les étales ou dans les silos. La pompe à jus faible, en fonctionnant, élève ces jus dans un réservoir, d'où ils sont envoyés au macérateur suivant.

Dans beaucoup d'usines, on envoie les jus faibles sortant d'un macérateur, directement sur les cossettes d'un macérateur suivant, et cette méthode est excellente, car elle diminue le travail de la pompe à jus faible.



Ensemble d'une distillerie de betteraves, fonctionnant par la macération.

Quant à la fermentation, elle s'opère à continu dans les cuves, alimentées par des jus à la température de 18 à 22 degrés centigrades, et dosés à 3 millièmes d'acide sulfurique pour une richesse de 3 degrés au densimètre; c'est-à-dire qu'on met en fermentation une première cuve au moyen de la levure de bière, et que pour les suivantes on prend toujours du liquide d'une cuve en fermentation (soit la moitié ou le tiers de cette cuve) que l'on fait passer dans la cuve à emplir, puis on alimente à continu sur cette cuve, et également sur celle dont on a pris une partie, avec les jus venant de la macération.

Toutes les cuves se font ainsi à la suite,
Liv. 147.

en empruntant du liquide en fermentation de la précédente, et le travail s'exécute pendant des mois, sans employer de levure de bière.

TRAITEMENT DES BETTERAVES PAR LES RAPES ET LES PRESSES CONTINUES

Les distilleries, qui opèrent en grand et emploient au moins 40,000 kilogrammes de betteraves par jour (il y en a qui en dépensent jusqu'à 200,000), ne peuvent adopter la méthode d'extraction des jus par la macération, qui est longue et peut devenir coûteuse s'il faut transporter les pulpes; elles trouvent un moyen d'action beaucoup plus expéditif par l'emploi des presses con-

tinues inventées par M. Collette, fabricant de sucre et distillateur à Seclin.

Cette machine permet d'obtenir des résultats très remarquables, en épuisant d'une façon absolue, la partie sucrée contenue dans la betterave, à l'aide d'une macération à la vinasse chaude entre deux pressions énergiques.

Par les procédés ordinaires, les cossettes de betteraves restent de six à huit heures à macérer, tandis que par la presse Collette l'extraction des jus prend à peine dix minutes.

Cette rapidité de travail procure des fermentations supérieures et un rendement alcoolique plus élevé. On sait aussi que les pulpes, provenant de la macération, contiennent une énorme quantité d'eau, ce qui fait qu'elles s'altèrent promptement, et rend leur transport très coûteux. Celles de la presse Collette sont infiniment plus légères et peuvent se conserver intactes pendant plusieurs années.

Voici la manière d'opérer pour obtenir ces résultats.

Les betteraves sont râpées; la pulpe tombant de la râpe est aspirée, au fur et à mesure de sa production, par une pompe foulante qui l'injecte sous une pression de une et demie à deux atmosphères, dans les presses continues, à l'action des cylindres perméables. Sous l'influence de ce double système, le jus se sépare de la pulpe en passant à travers les cylindres, s'écoule dans un tamiseur circulaire mécanique et, de là, est dirigé, dans un état d'épuration parfaite, dans les cuves de fermentation.

La pulpe, soumise à deux laminages successifs dans la même presse, s'échappe des cylindres parfaitement pressée, à raison de 20 à 25 0/0 du poids des betteraves, selon leur nature plus ou moins ligneuse, et tombe à l'une des extrémités du délayeur-macérateur, où elle se trouve immédiatement en contact avec la vinasse chaude, venant des colonnes à distiller.

Cette pulpe, dans sa circulation d'une extrémité à l'autre du délayeur-macérateur à palettes, subit, par le mouvement et la division des molécules, une macération tout à fait complète. Elle est alors aspirée de nouveau par une dernière pompe, qui la foule dans d'autres presses semblables aux premières, où elle subit une pression aussi énergique que la première fois, et de là est dirigée, par un conduit, directement à l'extérieur des bâtiments, dans les wagons ou les magasins. Le jus faible provenant de cette deuxième pression, additionné alors de la quantité d'acide nécessaire, s'écoule directement et en totalité sur la râpe, pour en faciliter les fonctions, en remplacement de l'eau employée habituellement.

De cette manière, la densité du jus de première pression mis en fermentation, au lieu d'être affaiblie, se trouve au contraire augmentée et peut être amenée de 3 1/2 à 4 1/2, à la volonté du distillateur et selon les lois qui régissent les matières à fermenter.

La pulpe, dans son passage dans le macérateur à la vinasse, absorbe en abondance les matières azotées, qui ont été coagulées par la chaleur, dans les colonnes distillatoires, et les conserve en grande partie après la pression; c'est ce qui explique sa qualité exceptionnelle et sa supériorité pour la nutrition des bestiaux, sur toutes les pulpes connues jusqu'à ce jour. Sa conservation est d'autant plus facile et de plus longue durée, qu'elle se prête mieux que toute autre au tassement dans les silos, où elle ne forme plus qu'un bloc solide et entièrement privé d'air.

L'extraction du jus de la betterave, par ce procédé, se fait pour ainsi dire à la minute et d'une façon tellement rapide qu'il ne peut y avoir nulle part aucune cause d'altération. Aussi les jus conservent-ils leur couleur primitive; ils sont blancs ou roses, selon la nuance de la betterave râpée, et la pulpe est toujours d'une blan-

cheur et d'une propreté remarquables, puisqu'elle ne peut, en aucun cas, contenir aucune impureté, même de la terre provenant du lavage incomplet des betteraves. C'est aussi à cette rapidité dans le travail d'extraction du jus, qu'il faut attribuer la beauté et la facilité des fermentations, et par suite, la qualité exceptionnelle des produits.

Tous ces avantages expliquent l'adoption des presses Collette par toutes les grandes distilleries, aussi bien que par les fabriques de sucre, et leur introduction dans l'outillage perfectionné par M. Savalle, pour les distilleries agricoles d'une production importante.

Cet outillage est représenté par notre gravure de la page 1172, qui permet de tout voir, excepté les générateurs installés derrière la pièce où se trouvent les appareils distillatoires.

B est le local qui renferme la machine et les pompes à eau et à jus fermenté. — A côté, à droite, est le magasin aux betteraves où l'on voit un laveur mécanique.

D est celui où sont installées trois presses continues au-dessous desquelles se voient les tuyaux qui en amènent les jus dans les cuves de fermentation.

E est le local des cuves de fermentation.

F celui des appareils de distillation et de rectification des alcools.

En G on voit les réservoirs en tôle destinés au logement des alcools fins rectifiés à 96 degrés.

SYSTEME LEPLAY

A ces deux méthodes de traitement des betteraves il faut ajouter le système Leplay, bien qu'il ne soit plus guère usité, si même il l'est encore, parce qu'il repose sur un autre ordre d'idées que l'inventeur a exposées ainsi lui-même :

« Quand on plonge des morceaux de bet-

teraves, d'une forme déterminée, dans du jus de betteraves fermenté, en y ajoutant une certaine quantité d'acide sulfurique, à la température de 18 à 25 degrés centigrades, la fermentation alcoolique se déclare rapidement au sein du mélange; au bout de dix-huit heures elle est terminée. Le sucre contenu dans les morceaux de betterave se trouve transformé en alcool, qui reste dans les morceaux et s'y substitue au sucre, dans la cellule même.

« Les morceaux de betterave ainsi fermentés n'ont point changé de forme; ils sont un peu moins rigides qu'avant la fermentation; ils ont perdu de leur poids primitif, une quantité correspondante à l'acide carbonique dégagé. Le volume du jus, primitivement fermenté, n'a point changé et de nouveaux morceaux de betterave, plongés dans le même jus, avec addition d'une nouvelle dose d'acide, subissent la même fermentation alcoolique que les premiers. Le même jus de betterave peut servir indéfiniment à cette transformation. »

Partant de ce principe M. Leplay coupait les betteraves en cossettes, comme dans le système Champonnois, les arrosait de 3 à 4 pour cent d'acide sulfurique, et les plongeait, renfermées dans une enveloppe convenable, dans une cuve en fermentation, qui servait à un nombre indéfini de séries de cossettes.

Quand celles-ci étaient suffisamment fermentées, c'est-à-dire lorsque le sucre était transformé en alcool dans les cellules mêmes de la betterave, on extrayait cet alcool en distillant les cossettes dans un appareil fort simple, inventé aussi par M. Leplay.

Cet appareil consiste en un cylindre vertical d'une certaine élévation et partagé par des diaphragmes, percés de trous, sur lesquels on dispose les cossettes, puis on chauffe la colonne, par de la vapeur introduite par le soubassement, et la distillation s'opère.

Ce système ne manque pas d'ingéniosité, mais il n'est guère pratique dans les gran-

des distilleries où, seuls, les appareils Savalle peuvent donner des résultats économiques.

DISTILLATION

Les appareils employés pour la distillation de la betterave diffèrent peu de ceux que nous avons déjà décrits; aussi ne nous attarderons-nous pas à en indiquer les organes; nous suivrons seulement sur notre gravure de la page 1176 — bien que l'appareil qui y est représenté soit plus spécialement destiné à la distillation des résidus de canne à sucre — les détails des opérations

de mise en train et d'arrêt de travail, puisque nous savons déjà comment l'appareil fonctionne.

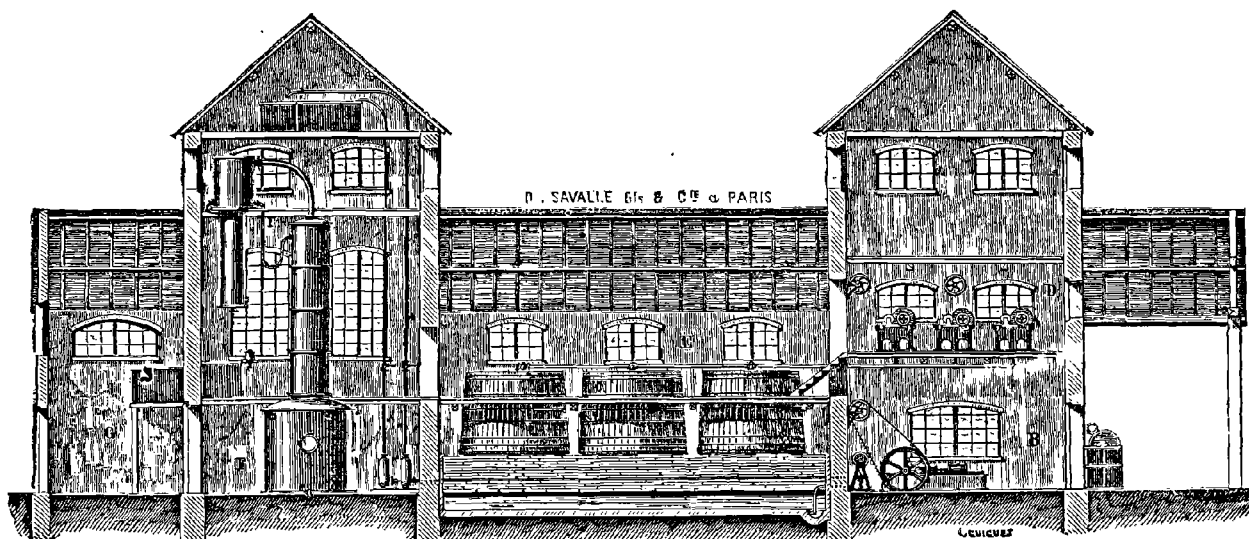
Pour commencer la distillation il faut :
Mettre en mouvement la pompe à jus fermentés et celle à eau froide, pour remplir les réservoirs supérieurs G H;

Emplir d'eau froide le réfrigérant D;

Emplir de jus fermentés le chauffe-vins C et tous les plateaux de la colonne A;

Fermer les robinets d'alimentation d'eau 3 et de jus fermentés 2;

Mettre la vapeur pour chauffer graduel-



Ensemble d'une distillerie agricole travaillant les betteraves par le système des presses continues.

lement tous les plateaux de la colonne, et pour chasser sans secousses, l'air contenu dans le chauffe-vins et dans le réfrigérant.

Lorsque l'alcool brut coule à l'éprouvette E, il faut ouvrir le robinet d'eau 3 du réfrigérant;

Puis ouvrir, petit à petit, le robinet d'alimentation des jus fermentés 2.

Ici se présente une difficulté : il faut, à la mise en train de l'appareil, chercher le point d'alimentation convenable des jus fermentés, pour que d'une part il ne soit pas trop fort et n'arrête pas la production des alcools à l'éprouvette, et pour que, d'autre part,

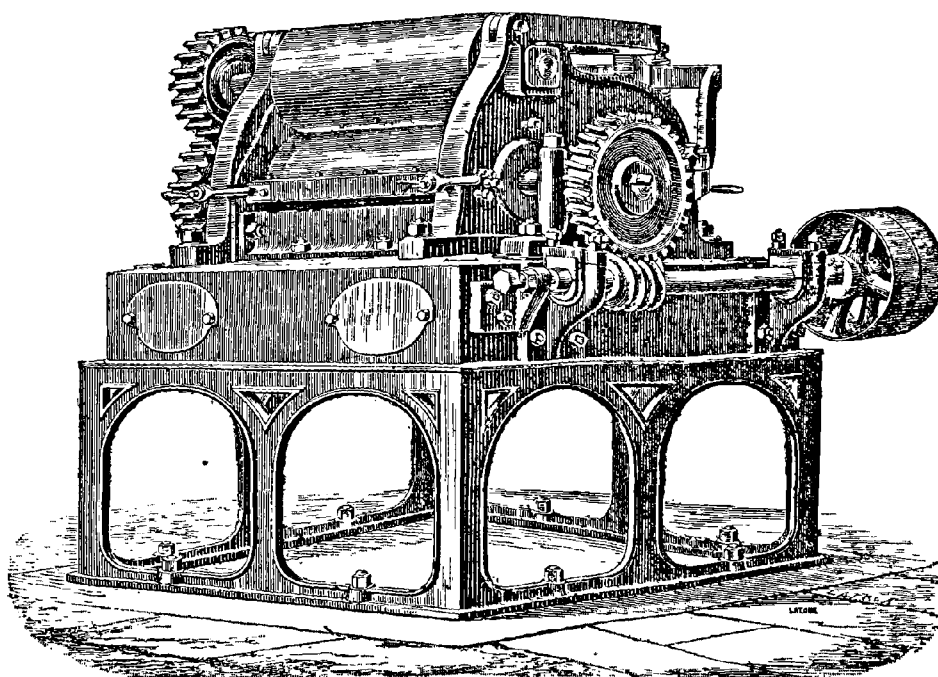
l'alimentation de ces jus soit assez forte pour maintenir au produit le degré alcoolique convenable. C'est un point d'alimentation à déterminer, une fois pour toutes, au moyen du robinet d'alimentation 2 et du cadran indicateur qui y est fixé.

Pour pouvoir bien déterminer ce point d'alimentation, il est indispensable que le réservoir à jus fermentés soit constamment plein au même niveau. Il faut, par conséquent, que la pompe alimente ce réservoir constamment et que le trop plein de jus fonctionne toujours, en retournant à l'aspiration de la pompe.

Pour ce qui est de la vapeur de chauffage, il est utile de la donner modérément en commençant le travail et jusqu'à ce que les alcools arrivent la première fois à l'éprouvette; ensuite le régulateur de vapeur fonctionne, et l'on n'a plus à s'en préoccuper. Il faut alors appliquer son attention seulement à la matière fermentée.

Naturellement, il faut, pour que l'opération se poursuive dans de bonnes conditions, que l'appareil ait toujours assez de vapeur pour que le régulateur fonctionne.

Pour terminer le travail, on arrête d'abord l'alimentation des matières fermentées, en fermant le robinet 2; puis, quelques instants après, on arrête la vapeur de



Presse continue de M. Collette, pour l'extraction des jus de betteraves

chauffage; la colonne reste ainsi garnie de matières pour recommencer le travail le jour suivant.

Si cependant on arrête le samedi pour ne reprendre que le lundi, il est préférable de laisser la vapeur chauffer la colonne plus longtemps, sans alimenter de jus, pour faire venir à l'éprouvette tout l'alcool contenu dans le plateau de la colonne.

Il va sans dire que cette première opération ne donne que des alcools bruts, qui sont ensuite rectifiés, soit dans des usines spéciales, soit plus communément, depuis

qu'on en a reconnu les avantages, dans les distilleries mêmes et sitôt après le premier travail, au moyen d'appareils mixtes analogues à ceux dont nous avons déjà parlé pour les alcools de vins, mais qui en diffèrent cependant assez pour mériter une description nouvelle. Nous le ferons plus loin en montrant un appareil qui peut travailler les betteraves, mais qui est surtout monté pour la distillation des grains et des pommes de terre.

ALCOOLS DE MÉLASSE

On sait que la mélasse est une matière sirupeuse fournie par le résidu de la fabrication du sucre, et contenant par conséquent une certaine quantité d'alcool.

Comme il y a deux sortes de sucres, il y a naturellement deux espèces de mélasses.

Les mélasses exotiques, provenant de la canne à sucre et avec lesquelles les sucriers font généralement des rhums et des tafias.

Et les mélasses indigènes, provenant de la betterave, et qu'on classe en deux qualités, selon qu'elles sortent de la fabrique de sucre ou de la raffinerie.

Les mélasses de cannes sont de beaucoup les meilleures, parce qu'elles contiennent encore près de 60 pour cent de sucre; mais, précisément parce qu'elles sont employées aux colonies, elles arrivent peu sur nos marchés, où elles ont d'ailleurs une supériorité de prix qui rendrait les mélasses indigènes préférables pour la distillation, où, grâce à la rectification, elles donnent des produits tout aussi neutres, bien qu'elles aient une amertume et une âcreté assez prononcées et qu'elles soient salées, en raison des sels de potasse qu'elles contiennent.

Aussi, après avoir passé à la distillation qui en a retiré tout l'alcool, servent-elles encore à la fabrication de la potasse.

Théoriquement, 100 kilogrammes de mélasse doivent produire de 28 à 30 litres d'alcool à 90° et 10 à 12 kilogrammes de potasse.

Comme pour faire de bons produits il faut, non seulement de bons instruments, mais encore de bonnes matières premières, le distillateur, qui achète des mélasses, les choisit d'un beau blanc et sans ce goût de brûlé qu'elles acquièrent souvent par des cuites mal conduites; les meilleures sont celles qui renferment encore quelques parcelles de sucre cristallisé.

La seule opération préparatoire qu'on

leur fasse subir est la fermentation. On délaye les mélasses avec quatre ou cinq fois leur poids d'eau, dans une grande cuve de mélange, dont on porte la température de 24 à 26 degrés, et l'on obtient un moût dont la densité varie entre 7 et 8 degrés de l'aréomètre de Beaumé, et auquel on ajoute la quantité d'acide sulfurique nécessaire à la fermentation. Le dosage de cet acide diffère suivant le degré d'alcalinité des mélasses.

Le moût est alors décanté dans un certain nombre de cuves de fermentation, où on le verse avec de la levure bien fraîche, préalablement délayée dans de l'eau tiède, à raison de 15 grammes de levure par 10 litres de moût.

On voit que la fermentation s'établit, parce que le liquide se couvre à la surface d'une écume blanche, que l'on fait disparaître en jetant dessus, soit un peu de dégras ou de savon vert, dissous dans de l'eau bouillante.

L'opération se fait quelquefois en 24 heures, quelquefois elle dure trois jours; mais on reconnaît que la fermentation est terminée lorsque le liquide ne marque plus qu'un degré à l'aréomètre de Beaumé.

Alors on neutralise les acides, que renferme le liquide fermenté, avec un peu de chaux, réduite en lait très clair dans une suffisante quantité d'eau.

Cette saturation faite, on couvre hermétiquement les cuves de fermentation et on laisse déposer le jus fermenté pendant 12 ou 15 heures, afin qu'il puisse s'éclaircir et s'épurer; après quoi il est conduit par des tuyaux, soit directement dans le réservoir d'alimentation de la colonne distillatoire, soit dans un autre réservoir plus grand, en communication avec celui-ci par une pompe ou monte-jus.

Quant à la distillation, elle se fait exactement comme celle des jus fermentés de betteraves. Seulement les appareils ont de plus un système de chauffage tubulaire, quo

l'on peut voir dans notre gravure de la page 1177.

Cette espèce de chaudière verticale, en communication avec le régulateur de vapeur, qui est toujours la cheville ouvrière de l'opération, est une innovation de M. Savalle.

Ce n'est pas la seule, d'ailleurs, qu'il ait apportée dans le traitement des mélasses.

D'abord, il diminue la dépense considérable de levure nécessaire à la fermentation par un traitement mixte, soit des mélasses avec des grains saccharifiés par l'acide, ce qui supprime la dépense en acide sulfurique; soit des mélasses mélangées avec une certaine quantité de betteraves.

Il a trouvé un moyen plus pratique encore et nous le laisserons l'expliquer lui-même.

« La distillation des mélasses nécessite la dépense de quantités considérables de levure pour la fermentation et de combustible pour l'évaporation des vinasses; ces distilleries offrent, en outre, le grave inconvénient de livrer au commerce, comme produits chimiques, tous les salins qui devraient retourner à la terre comme engrais.

« Nous proposons, comme moyen d'obvier à ces inconvénients, d'annexer aux distilleries de mélasses la macération des betteraves par les vinasses de mélasses. Nous obtenons par ce travail :

« 1° La suppression d'une partie de la levure pour les fermentations : ces dernières s'opèrent par le ferment contenu dans les betteraves;

« 2° La suppression d'une part de la dépense du combustible : les sels contenus dans les vinasses se rendent dans les cossettes de betteraves pour y déplacer le sucre, et augmentent la valeur nutritive de ces cossettes;

« 3° Enfin, nous rendons à l'agriculture des pulpes de betteraves excellentes, contenant tous les sels qui lui sont enlevés aujourd'hui.

« La dépense de matériel pour ce travail mixte est peu importante; elle se réduit à l'acquisition d'un laveur de betteraves, d'un coupe-racines et de quelques macérateurs. Aussi engageons-nous beaucoup messieurs les distillateurs de mélasses à appliquer ce nouveau système de fabrication.

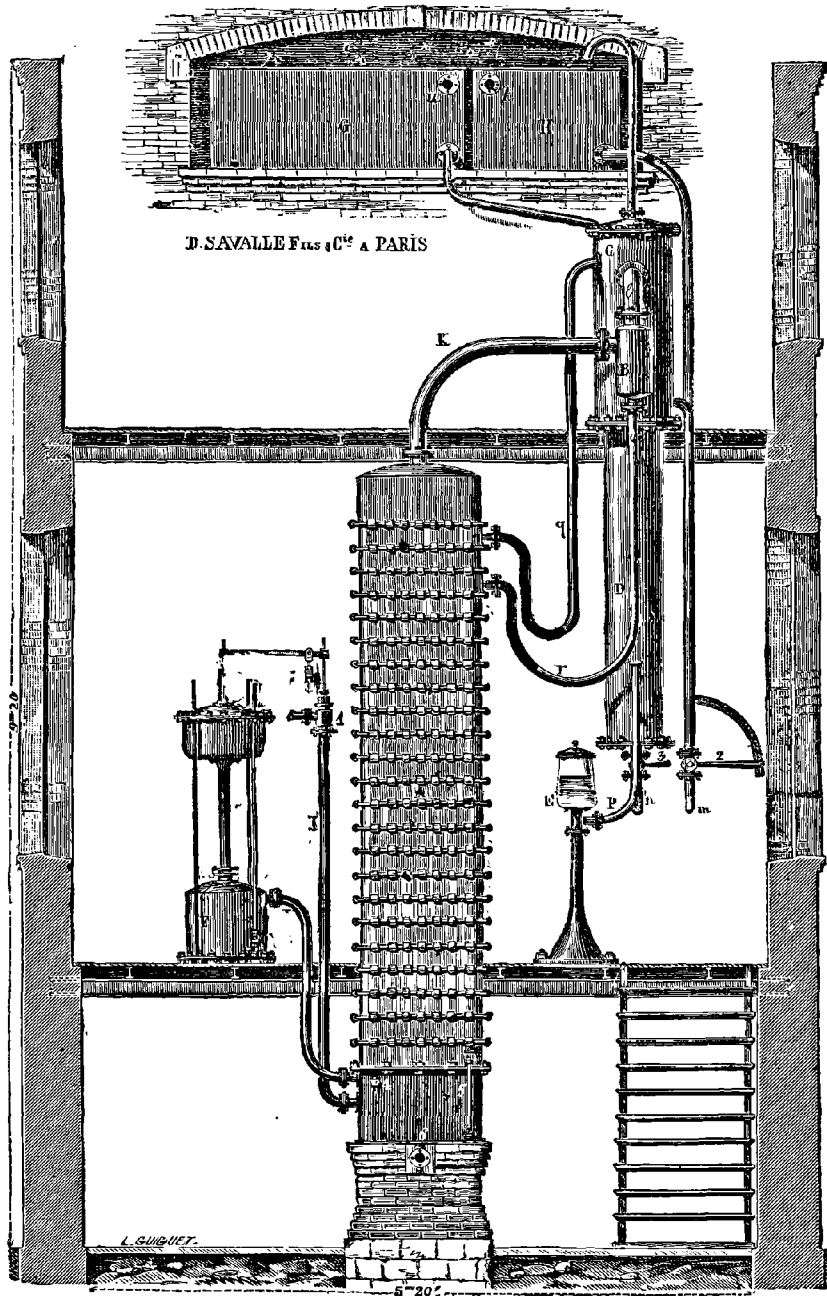
« Si les distillateurs de mélasses n'étaient pas agriculteurs et s'ils tenaient à vendre, d'une part, les pulpes de betteraves, et d'autre part, les sels de potasse contenus dans leurs mélasses, il faudrait qu'ils se servissent, pour extraire le jus des betteraves, de la presse continue du système de M. Collette. Ils auront ainsi des pulpes excellentes et des jus de betteraves parfaits à introduire dans leurs fermentations de mélasses. »

Il nous reste à parler maintenant de l'extraction de la potasse, qui bien qu'opération accessoire, n'en doit pas moins avoir sa place ici, puisqu'il s'agit de l'utilisation des résidus de la matière première.

La vinasse ou mélasse fermentée, qui a donné tout son alcool, est concentrée dans une série de chaudières en cuivre, superposées de façon que le trop plein de l'une se déverse dans l'autre et ainsi de suite.

Ces chaudières sont chauffées par le même foyer, de manière que lorsque les vinasses de la première sont concentrées à 28 ou 30 degrés, elles sont remplacées par les vinasses de la chaudière suivante et toujours ainsi. Les vinasses déposent dans les chaudières où elles passent une notable quantité de leur sulfate de chaux et les liquides sont évaporés par calcination dans un four spécial.

Le plus moderne est celui qu'a inventé M. Eugène Porion, un de nos grands industriels du Nord. Dans ce four, les vinasses à évaporer sont réduites en pluie fine, en poussière humide, et cette pluie y est traversée par un courant d'air chaud, provenant presque complètement de la chaleur perdue de l'incinération de la potasse elle-même. Il résulte de cette heureuse disposition, une économie d'environ 30 pour cent de com-



Appareil distillatoire pour les sucreries de cannes.

bustible et les produits, qui restent sur la sole du four en matière blanchâtre et bien granulée, sont plus abondants.

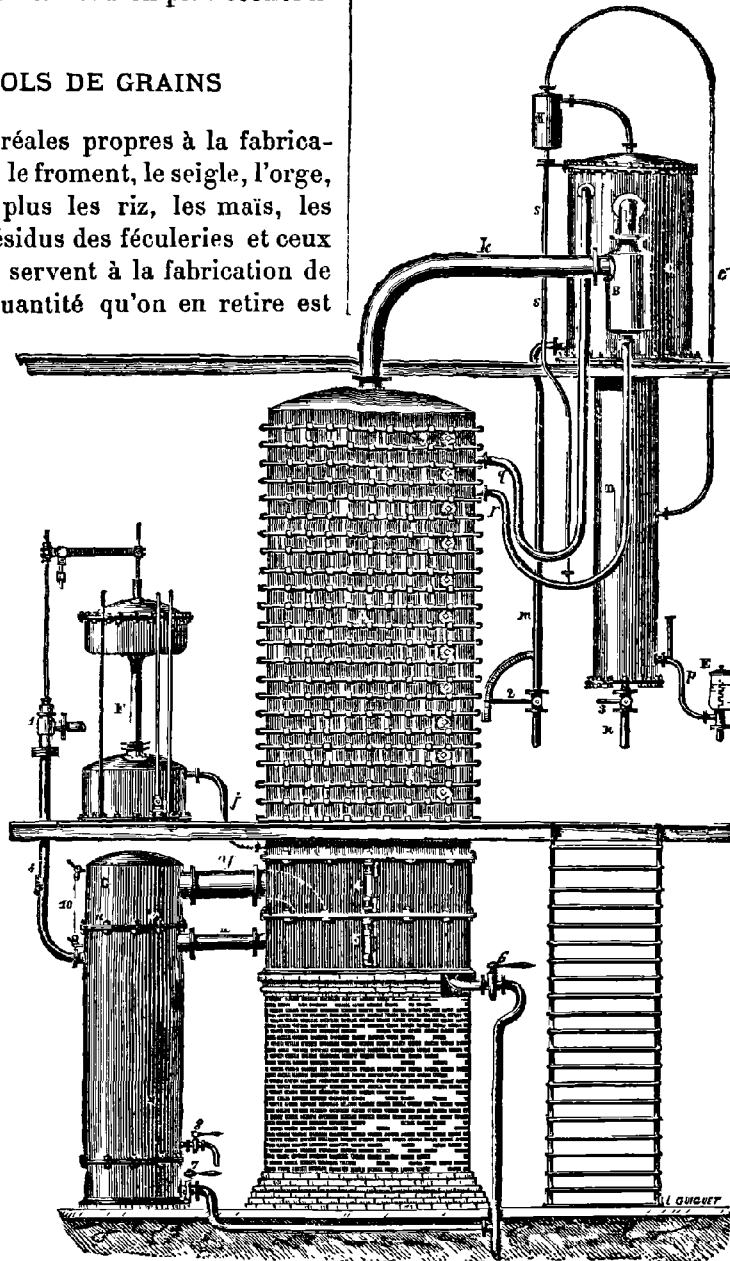
Dans les grandes distilleries les chaudières

à feu nu et superposées dont nous venons de parler sont remplacées par des chaudières cylindriques plates et peu profondes, munies d'un serpentin plat, dans lequel on fait cir-

culer la vapeur qui assèche les vinasses bien plus rapidement et bien plus économiquement.

ALCOOLS DE GRAINS

Toutes les céréales propres à la fabrication de la bière, le froment, le seigle, l'orge, l'avoine et de plus les riz, les maïs, les caroubes, les résidus des féculeries et ceux des minoteries, servent à la fabrication de l'alcool et la quantité qu'on en retire est



Appareil pour la distillation des mélasses de sucreries de betteraves.

proportionnelle à celle de l'amidon qu'elles contiennent.

La distillation des grains offre de précieuses ressources à l'agriculture ; elle forme

Lrv. 148.

le travail complémentaire des distilleries de betteraves. En effet, une campagne de betteraves ne dure guère plus de quatre mois ; il faudrait donc que le matériel de la distil-

148

lerie chômât, plus des deux tiers du temps. On obvie à cet inconvénient en continuant le travail par la distillation des grains. On se procure ainsi l'été des résidus excellents pour le bétail, et qui remplacent à bon marché les fourrages, souvent chers et rares à cause de la sécheresse.

La distillation des grains achetés au dehors apporte à la ferme, outre le bénéfice résultant de la production de l'alcool et les résidus qui servent à la nourriture des bestiaux, une quantité considérable d'engrais empruntés à la terre qui a fourni le grain.

C'est donc une très productive opération agricole, dont l'application tend à se généraliser soit dans les distilleries à betteraves, soit dans les distilleries à mélasse. Car il y a deux façons d'opérer : soit par le malt, soit par la saccharification acide. La première méthode convient mieux aux exploitations agricoles, qui ont l'emploi des résidus et des engrais; la seconde est plus généralement adoptée par les usines proprement dites, qui vendent tous leurs résidus comme engrais.

Étudions chacune de ces méthodes de saccharification.

SACCHARIFICATION PAR LE MALT

La préparation du malt pour la distillation est la même que pour la fabrication de la bière, du moins dans les trois premières opérations; car la dernière diffère en ce sens qu'au lieu de se contenter de concasser les grains on les broye en farine.

Ces opérations sont : le mouillage, la germination, la dessiccation et le broyage.

MOUILLAGE

Le mouillage a pour objet de préparer le grain à la germination et de produire, artificiellement, le même effet que l'humidité de la terre détermine, naturellement, sur le grain qu'on a semé.

Il se fait dans de grandes cuves en bois ou dans des citernes en maçonnerie, que l'on

remplit d'eau et de grain de façon que celui-ci soit toujours recouvert d'une couche de 2 décimètres d'eau.

On remue le tout, avec des râteaux en bois ou des agitateurs mécaniques, pour faire monter à la surface le grain mauvais, qu'on enlève avec une écumoire, car sa présence dans le malt influerait sur la qualité du produit.

Lorsque l'eau acquiert une teinte jaunâtre et une certaine odeur de paille, on la renouvelle : ce qui arrive deux ou trois fois pendant la durée de l'opération, qui varie, selon les températures et la dureté des matières, de 40 à 60 heures.

On reconnaît qu'elle est terminée lorsque le grain, bien enflé de partout et ayant absorbé à peu près la moitié de son poids d'eau, est facilement transperçable avec une aiguille, ou plus simplement lorsqu'il commence à s'écraser au contact des doigts.

Le grain, suffisamment gonflé, est lavé sous un courant d'eau froide, qu'on fait écouler immédiatement; on le laisse égoutter pendant huit ou dix heures, puis on le retire par une trappe adaptée au fond de la cuve et on le porte à la germination.

GERMINATION

Le germoir est une grande pièce, dont le sol est en matériaux imperméables. Il importe que par sa disposition il soit à l'abri des changements de température : c'est pourquoi on l'installe généralement au-dessous du niveau du sol.

Le grain y est disposé en couches de 30 à 40 centimètres d'épaisseur, où on le laisse pendant 24 heures; la température s'élève alors peu à peu dans l'intérieur du tas et la germination commence, pour s'accentuer si vite qu'il faut diminuer d'épaisseur les couches de grain, au fur et à mesure que l'opération marche, pour que tous les grains se trouvent à peu près dans le même état; ce qui est indispensable, car autrement on obtiendrait des déchets considérables.

La durée de la germination est nécessairement variable, selon la position du germe et la température extérieure. En France elle dure de 10 à 12 jours, en Angleterre de 14 à 15 et en Écosse quelquefois jusqu'à 21 jours.

Pendant tout ce temps, il faut que les grains soient pelletés deux et trois fois par jour, de façon que chacun à leur tour, ils occupent le centre ou les surfaces des couches.

Cette opération produit un changement remarquable dans la composition des grains. Le gluten a presque complètement disparu dans les radicules, qui s'épanouiraient en feuilles vertes si l'on n'arrêtait la germination à temps, et la diastase, qui s'est développée, a transformé près de la moitié de l'amidon du grain en sucre ou en dextrine. Ce qu'il en reste sera saccharifié plus tard par l'hydratation.

DESSICCATION

La dessiccation a pour objet d'arrêter la germination au moment où elle est arrivée aux limites convenables, en tuant le germe, par une température progressivement élevée.

Cette opération se fait dans des appareils nommés *tourailles*.

Les grains sont d'abord déposés en couches d'un décimètre d'épaisseur, sur le sol du grenier bien aéré, situé au-dessus du germe, de façon à pouvoir les y transporter par des appareils élévatoires; on les y laisse pendant quelques heures, jusqu'à ce qu'ils ne mouillent plus les mains au toucher.

Ils passent ensuite sur l'aire de la touraille, qui se compose ordinairement d'une plate-forme carrée formée de plaques en tôle, percées de nombreux orifices, ou de toiles métalliques, qui laissent passer la chaleur plus uniformément.

Ce plancher métallique est, d'une façon comme de l'autre, appuyé sur les barres de fer engagées dans les murailles du bâtiment et forme le sommet d'une pyramide rectan-

gulaire renversée, d'une hauteur de 4 à 6 mètres, dont la petite base est un foyer recouvert d'une voûte, qui en s'échauffant au rouge, brûle la fumée développée par la combustion.

Cette voûte est percée d'orifices, de façon que les gaz chauds pénétrant dans l'intérieur de la touraille et assèchent les grains.

Au moment où l'on commence la dessiccation il ne faut pas porter la chaleur à plus de 50 degrés; autrement l'amidon que contient le grain formerait un empois, qui résisterait plus tard à l'action dissolvante de la diastase; mais, lorsque la plus grande partie de l'eau est évaporée on peut pousser la température à 80 et 85 degrés, plus même si l'on veut, mais pourtant sans jamais dépasser 100 degrés, car à cette température la diastase serait détruite.

L'important, d'ailleurs, est de faire une bonne dessiccation; on s'aperçoit que l'opération a été bien conduite quand le grain est arrondi et plein, s'ouvre facilement sous la dent, et a une saveur sucrée.

BROYAGE

Sortant de la touraille, mais refroidi préalablement, le grain est passé dans un tarare à crible, qui enlève toutes les radicules produites par la germination et qui ne sont plus maintenant que des liges mortes; il ne s'agit plus que de le broyer, soit avec des moulins ordinaires, soit avec des appareils spéciaux qui sont, en somme, toujours des meules ou des cylindres; les meules cependant paraissent préférables.

Après quoi, on étend la farine avec de l'eau, dans des cuves chauffées au degré convenable pour que la saccharification se complète, puis on met en fermentation dans des cuves analogues aux cuves de fermentation employées pour le jus de betteraves, où l'opération est d'ailleurs conduite de la même manière: d'abord avec de la levure en quantité suffisante, puis à continu on transvasant, par moitié ou par tiers, le

contenu de cuves, déjà en fermentation, dans celles où il n'y a encore que du moût.

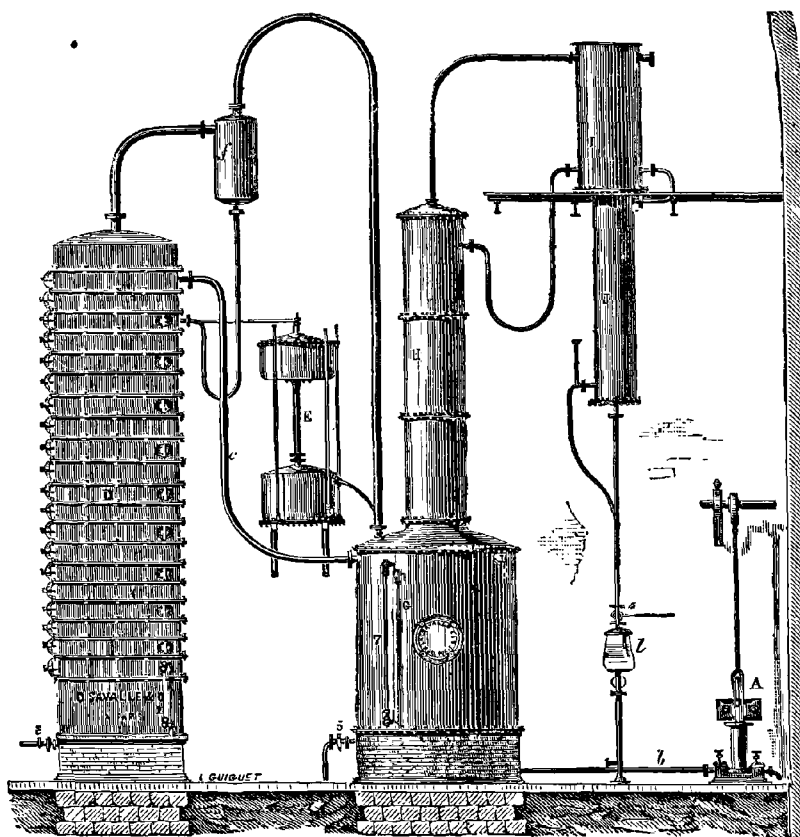
SACCHARIFICATION PAR LES ACIDES

La saccharification par les acides est une méthode beaucoup plus expéditive, mais qui n'offre réellement d'avantages que pour les matières dures, difficilement attaquables

par le malt, telles que les riz, les maïs, les caroubes, les résidus de féculeries et de minoteries.

Toutes les opérations de la trempe, du maltage, du touraillage se trouvent supprimées : le broyage lui-même peut être remplacé par un simple concassement.

Les grains, concassés ou broyés, sont



Appareil continu de distillation pour grains et pommes de terre.

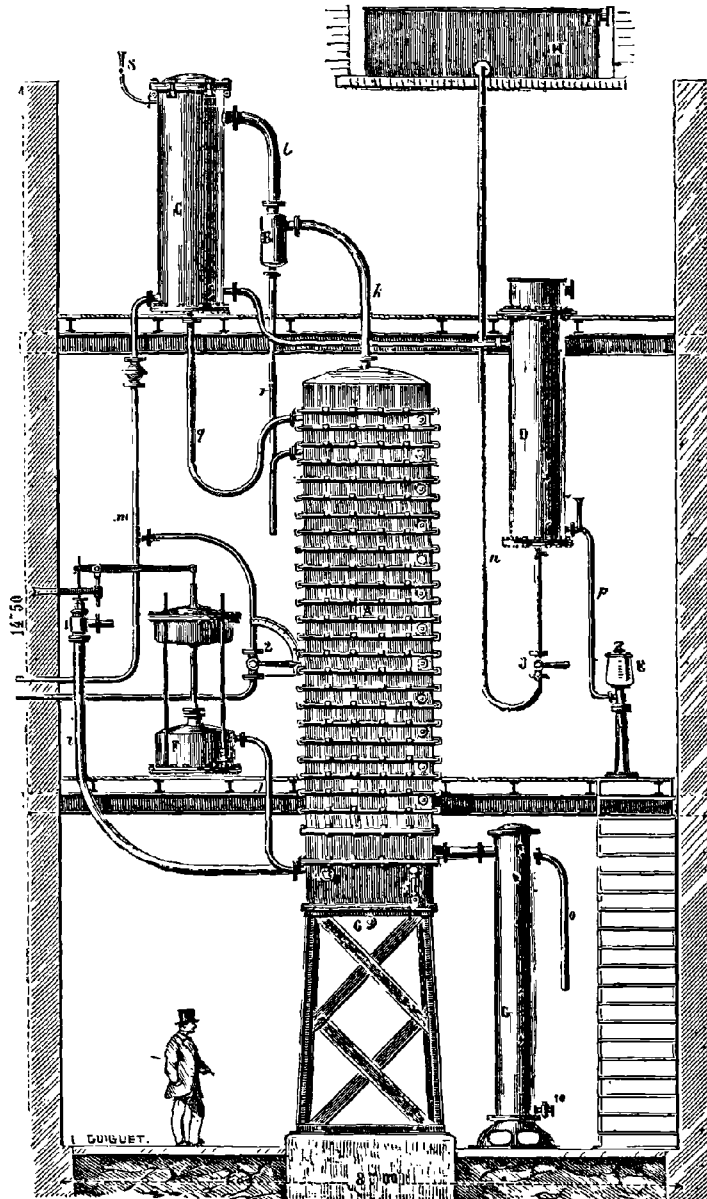
versés dans des cuves de saccharification où ils sont soumis à l'ébullition dans de l'eau convenablement étendue d'acide sulfurique ou muriatique ; les matières sortent de ces cuves à l'état de sirops, que l'on décante dans de nouvelles cuves, dites de saturation, parce qu'en effet on y neutralise la plus grande portion de l'acide qu'ils contiennent, et qui serait en trop pour la fermentation.

Cette saturation s'opère au moyen de

carbonate de chaux, ou de blanc de Meudon préalablement délayé dans de l'eau.

De là, les sirops, mis, au moyen d'un réfrigérant, à la température nécessaire à la fermentation, sont transvasés dans les cuves, où la fermentation s'opère d'abord avec un peu de levure, puis à continu, en coupant les cuves comme on le fait pour le jus de betteraves.

Comme on le voit, ce procédé est plus



Appareil Savalle pour la distillation des grains.

économique comme main-d'œuvre que celui du maltage : il est vrai qu'il ne donne pas des résidus aussi utilisables dans les exploitations agricoles, mais grâce à un procédé inventé par M. Tilloy Delaune, distillateur de Courrières (Nord), ces résidus deviennent d'une vente très facile, comme engrais.

Ce procédé consiste à recueillir les matières azotées, que renferment les vinasses de distillation de grains préparés par l'acide, en faisant couler ces vinasses dans des citernes et en les y laissant reposer quelques jours. La majeure partie des substances azotées se précipite, et quand le liquide su-

périeur s'est éclairci, on le fait décanter.

Le dépôt égoutté à l'air d'abord, est deséché ensuite à l'aide de la chaleur; il se présente sous forme d'une matière pulvérulente de couleur gris noirâtre, presque sèche, et dont le transport est conséquemment très facile.

Quant à la distillation des matières fermentées elle se fait, comme celle des mélasses, avec des appareils pourvus d'une colonne de chauffage tubulaire, qui augmente la vapeur fournie directement par le régulateur.

Nous reparlerons de ce système de chauffage très économique, et que M. Savalle a adapté à ses appareils de rectification.

ALCOOLS DE POMMES DE TERRE

L'alcool de pommes de terre, qui se fabrique surtout en Allemagne, est une opération très avantageuse en raison du bas prix de la matière première, et de sa richesse en fécule, qui atteint jusqu'à 22 pour cent de son poids.

Les pommes de terre sont d'abord soumises à un lavage, identique à celui qu'on fait subir aux betteraves et qui se fait dans les mêmes laveurs mécaniques; mais, au lieu de les employer crues, on les cuit à la vapeur dans des cuves à double fond.

Lorsqu'elles sont cuites on les réduit en pâte, en les faisant passer encore chaudes dans un appareil qui ressemble à un laminoir, puisqu'il est composé de deux cylindres tournant en sens inverse. Au-dessus de cet appareil se trouve une trémie dans laquelle on verse les pommes de terre, qui après leur écrasement, qui en fait une pâte épaisse mais homogène, tombent dans la cuve à saccharification.

Dans cette cuve on ajoute du malt concassé ou même complètement broyé, dans la proportion du vingtième du poids des pommes de terre, et de l'eau en quantité suffisante pour ramener la température du

mélange à 75 degrés. On brasse le tout pendant deux heures, au moyen d'agitateurs mécaniques ou à bras d'homme, selon l'outillage de l'usine; puis on ajoute de l'eau froide jusqu'à ce que la température du mélange soit descendue à 25 degrés, après quoi on le transvase dans les cuves à fermentation, en ayant soin de le filtrer à travers des tamis qui retiennent les parties insolubles.

On n'a plus qu'à mettre en fermentation par l'addition de 3 ou 4 pour cent de levure. cette opération marche très rapidement et produit beaucoup de levure.

Les matières fermentées sont ensuite distillées par les procédés ordinaires, soit avec des appareils munis du système de chauffage tubulaire, nécessaire à la distillation des mélasses et surtout des matières pâteuses, soit, selon l'importance de la fabrication, avec les nouveaux appareils Savalle produisant du premier jet des alcools tout rectifiés à 94 et 95 degrés.

Cet appareil a été établi surtout en vue des grandes distilleries d'Allemagne et d'Autriche, qui opèrent sur des quantités considérables (il y en a qui produisent jusqu'à 800 hectolitres par jour) et qui par cela même ont besoin de colonnes distillatoires qui épuisent bien la matière fermentée, fournissent de l'alcool brut à degrés élevés et cela, en dépensant le moins possible de combustible. De plus, comme les droits s'y payent sur la contenance des cuves, les fermentations de grains ou de pomme de terre y sont très épaisses et réclament des appareils d'un nettoyage facile.

Tous ces avantages sont réunis dans l'installation que représente notre gravure de la page 1180, et dont voici la description et le fonctionnement.

A est la pompe à matières fermentées; b, c, les conduits qui portent cette matière dans la colonne distillatoire. D est cette colonne rectangulaire, en fonte de fer, composée de vingt tronçons; elle ne diffère des autres que

parce qu'elle porte des trous de bras qui permettent de la visiter en tous sens, et de la nettoyer quand besoin est. La matière à distiller y est très divisée ; elle parcourt un ruban très long, dont la trame représente la vapeur destinée à dépouiller l'alcool.

Un instrument de précision, qui est la propriété de la maison Savalle, indique la présence de un dix-millième d'alcool dans les vinasses, et prouve que ces colonnes épuisent parfaitement l'alcool contenu dans la matière à distiller, tandis que les anciens appareils perdent dans les vinasses de 2 à 3 pour cent des produits. Cette perfection de travail est due au système spécial intérieur de cette colonne distillatoire rectangulaire. Les matières fermentées qui, pour être distillées, séjournent pendant des heures dans les anciens appareils, sont ici soumises à la distillation pendant six minutes seulement, et sortent à jet continu de la colonne par le robinet n° 3. La vapeur, pour chauffer l'appareil, arrive par la soupape 1, et est réglée par le régulateur de vapeur E. Ce régulateur est d'une grande importance pour la perfection du travail et pour l'économie du combustible ; il facilite aussi beaucoup la conduite de l'appareil qui, par lui, devient des plus simples et peut être confiée à un distillateur peu expérimenté. Les vapeurs se rendent de la colonne dans le brise-mousses *f*, et de là dans la chaudière de rectification G.

Le chauffage de cette seconde partie de l'appareil se trouve réglé par le courant régulier des vapeurs sortant de la colonne D et la concentration de l'alcool s'obtient par la colonne II et le condenseur I ; l'alcool brut à 95 et 96 degrés passe par le réfrigérant J, et vient couler par l'éprouvette L.

4 est le robinet d'eau de réfrigération et de condensation ; 5 est le robinet pour décharger les produits de la rétrogradation qui se réunissent à la matière brute et sont renvoyés à la colonne rectangulaire D.

L'ensemble de cet appareil est très

simple ; tous les organes considérés isolément en sont bien étudiés et les résultats obtenus dépassent de beaucoup ceux des appareils anciens.

ÉPROUVETTE-JAUGE

Nous avons souvent parlé de l'éprouvette, dont toutes les colonnes distillatoires — aussi bien que les appareils de rectification — sont munies, sans trouver l'occasion d'expliquer son usage. Elle a du reste une importance si capitale qu'elle mérite un chapitre à part.

C'est une des innovations les plus ingénieuses de M. Savalle.

Par sa disposition, elle indique d'une manière exacte la quantité d'alcool que, par heure, peut produire l'appareil, si le travail est fait avec régularité, avantage très important pour les chefs d'usines qui, de cette manière, contrôlent facilement l'ouvrier chargé de cette opération.

Le principe de sa construction est basé sur l'écoulement différentiel des liquides par un orifice donné, soumis à des pressions différentes ; cette éprouvette a son importance : car elle ajoute aux appareils, déjà si dociles à conduire, un nouveau perfectionnement qui simplifie encore leur surveillance.

Notre gravure de la page 1189 représente cette éprouvette ; voici la légende des lettres indicatrices :

B. Tuyau des alcools arrivant du réfrigérant.

C. Tubulure en cuivre, munie d'un robinet de dégustation.

D. Robinet de dégustation.

E. Éprouvette en cristal, munie de son tube gradué.

F. Orifice d'écoulement des alcools.

G. Réservoir de distribution.

K. Robinet d'écoulement des alcools mauvais goût, adapté à la partie inférieure du réservoir G.

I. Robinet des alcools secondaires.

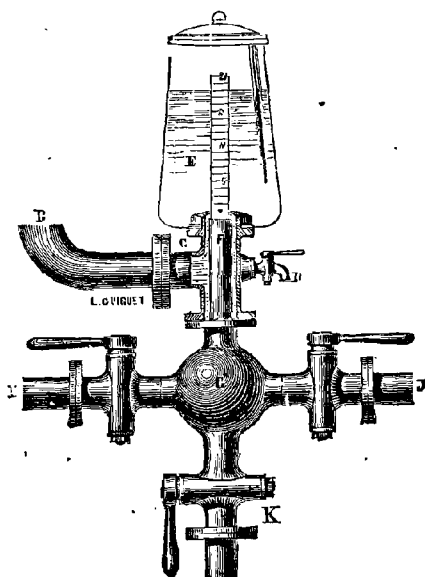
J. Robinet des alcools de bon goût.

Étudions maintenant son fonctionnement.

L'alcool arrivant du réfrigérant, par le tube B, emplit d'abord la tubulure G, autour du tube gradué F, baigne le petit robinet de dégustation D et monte, pour se déverser graduellement par l'orifice d'écoulement pratiqué en F, sur le tube gradué. Cet orifice est fixe et se trouve, une fois pour toutes, réglé à la mise en train de l'appareil. N'ayant qu'une section d'ouverture restreinte, le jet d'alcool ne peut y passer en entier sans qu'une pression l'y oblige.

Le niveau du liquide s'élève alors dans l'éprouvette, jusqu'au point où la pression qu'il opère sur l'orifice d'écoulement devient assez forte pour faire débiter à l'orifice, le volume d'alcool qui arrive. La nappe du liquide dans l'éprouvette subit ainsi des variations de niveau constatées par une graduation, dont chaque division correspond à un volume différent et indique la quantité de liquide écoulée par heure.

Les alcools se rendent de l'éprouvette dans un réservoir de distribution G, muni de trois robinets. Le robinet K communique au



Éprouvette-jauge, système Savalle.

réservoir qui doit contenir les alcools mauvais goût; le robinet I sert d'écoulement au réservoir des alcools secondaires; le robinet J donne accès aux alcools bon goût. L'on remarquera que ces trois robinets sont disposés de telle sorte que, s'il s'échappait la plus petite quantité d'alcool mauvais goût à la fin d'une opération, elle irait tomber au fond de la boule G, pour se rendre de là par le robinet K au réservoir mauvais goût.

Les perfectionnements apportés au travail par cette éprouvette sont réels.

Un seul point reste à indiquer aux distillateurs et rectificateurs qui voudront eux-mêmes régler leur éprouvette. Ce point est le mode de détermination de l'ouverture qu'il faut donner à l'orifice d'écoulement F, pour chaque appareil différent recevant l'application de cette éprouvette.

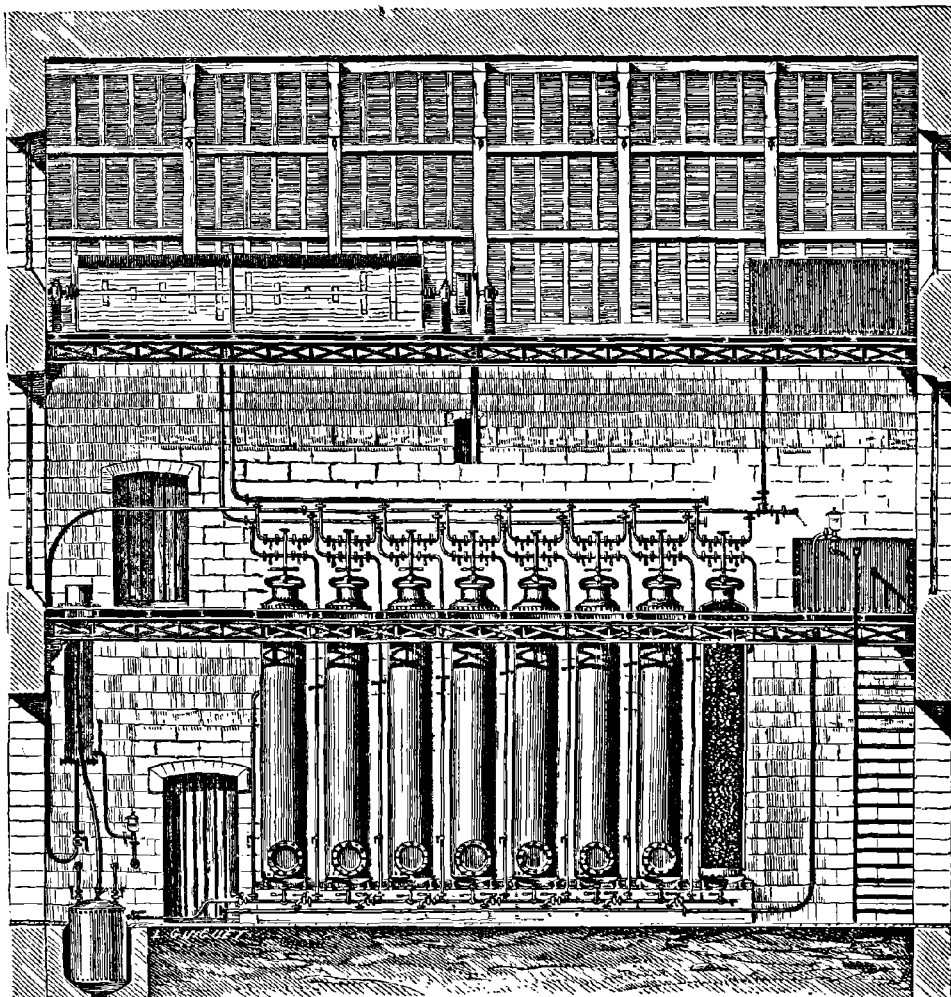
L'observation indique que pour un débit de 100 litres à l'heure, en admettant la nappe du liquide dans l'éprouvette à la graduation 15 et que l'écoulement se fasse librement, l'orifice de sortie sur le tube gradué représente 28 millimètres carrés; on

calculera facilement, d'après cette donnée, l'ouverture d'écoulement à fixer pour chacun des appareils auxquels on appliquera l'éprouvette.

Cependant, cette proportion ne peut servir que d'approximation, par la difficulté qui

existe à établir avec précision des orifices d'une si faible dimension.

Il faut donc établir le trou rond dans le tube F, d'une section inférieure à cette proportion ; il faut l'agrandir petit à petit pour arriver à la section voulue, sans la dépasser,



Batterie de filtration des alcools.

car ce serait un travail à recommencer.

L'éprouvette ainsi réglée, on voit immédiatement si l'appareil s'emporte ou ralentit ; dans le premier cas, le niveau du liquide montera en débordant par le haut du tube F ; dans le second, la nappe du

Liv. 149.

liquide descendra d'un ou plusieurs chiffres de la graduation.

Pour régler l'éprouvette, il faut tenir compte de deux conditions essentielles. La première exige que le réservoir d'eau de condensation soit toujours plein, et son

149

niveau maintenu constant par un tube trop plein, qui fonctionne sans interruption, et cela, afin d'avoir une condensation toujours égale.

La seconde condition demande que le distillateur ouvre le robinet d'eau de condensation, exactement au point requis pour le bon fonctionnement de l'appareil.

Nous ferons observer que les effets produits par l'agrandissement de la section d'écoulement de l'alcool ne sont pas immédiats; qu'il faut quelques minutes pour en observer le résultat. Par conséquent, il faut agir petit à petit, et rester au moins 20 minutes à chercher le point de régularité demandé, de manière à se rendre compte des effets de chaque agrandissement de l'ouverture d'écoulement, sans cela on dépasserait le point voulu, cas dans lequel on se verrait forcé de recommencer le travail, en bouchant partiellement l'ouverture d'écoulement pratiquée en F.

Nous ferons encore remarquer que la moindre fluctuation qui aurait lieu dans l'alimentation d'eau de condensation s'aperçoit immédiatement; quand elle ne durerait qu'un instant, l'éprouvette l'indique et permet aussitôt de porter remède à ce mal passager.

La maison Savalle a fait construire depuis peu, par un habile fabricant d'instruments de précision, un nouvel alcoomètre, dont la tige restreinte s'adapte avec aisance à la nouvelle éprouvette. Les degrés de son échelle commencent à 70° pour finir à 100, et ces degrés sont indiqués de manière à pouvoir être reconnus très facilement. Ce nouvel alcoomètre est d'une longueur d'environ 14 centimètres, tient peu de place et est moins susceptible de se briser.

RECTIFICATION

La rectification est le complément obligé de la distillation qui ne donne que des produits bruts, soit en alcools à plus ou

moins haut degré, soit, et le plus souvent, en flegmes à 60 degrés.

Mais c'est l'opération capitale; car elle a pour but de séparer l'alcool de tous les corps qui lui sont intimement unis par les lois de l'affinité chimique, ou associés à titre de simple mélange.

Une croyance généralement répandue, et qu'on ne saurait trop combattre, soutient que les alcools industriels, provenant de la distillation des grains et des racines, ne sauraient jamais valoir les alcools provenant de la distillation du vin. Cette prétention était exacte avant l'emploi des appareils Savalle, mais aujourd'hui ce n'est plus le cas, nous en avons la preuve dans ce fait que souvent on préfère les trois-six du Nord, bien rectifiés, aux trois-six du Midi qui ne subissent qu'une simple distillation toute primitive. Il est, d'ailleurs, parfaitement bien reconnu par le monde scientifique que tous les alcools, de quelque provenance qu'ils soient, sont identiques lorsqu'ils sont parfaitement rectifiés.

Les appareils Savalle sont appliqués à la rectification des alcools de toute nature; ils rendent un grand service à l'hygiène publique, en séparant de l'alcool les éthers et les alcools amyliques, qui infectent l'alcool brut et en rendent la consommation malsaine et dangereuse. En effet, des expériences médicales ont constaté que l'alcool étherique agit sur le cerveau, et que l'alcool amylique a en outre une action violente sur l'estomac. Ces deux causes de malaise et de maladies se trouvent aujourd'hui écartées, et la consommation des eaux-de-vie et des liqueurs, fabriquées avec de l'alcool bien rectifié, est utile à la digestion et à la santé, lorsqu'on en fait un usage modéré.

Nous avons déjà parlé des appareils rectificateurs de M. Savalle, associés avec des colonnes distillatoires; mais ce ne sont déjà plus ceux qu'il fabrique aujourd'hui, spécialement pour la rectification, car l'expérience acquise par l'installation de plus

de trois cents grands appareils rectificateurs lui a permis de faire mieux encore.

Non que l'appareil à colonne ronde ne donnât pas des produits de qualité supérieure, mais on lui reprochait de dépenser trop d'eau et trop de combustible.

Le nouveau système à colonne rectangulaire, économise, par un nouveau mode de chauffage, utilisant toutes les vapeurs perdues d'échappement des machines, 473 kilogrammes de vapeur, ou si l'on aime mieux, environ 95 kilogr. de houille par hectalitre d'alcool fin produit.

Quant à l'eau, il peut en supprimer complètement l'emploi; car il est loisible de le monter pour le fonctionnement sans eau, en faisant opérer par l'air la condensation et la réfrigération des vapeurs alcooliques.

De là, deux sortes d'appareils que nous étudierons tout à l'heure, quand nous aurons parlé des opérations préliminaires à la rectification, c'est-à-dire la filtration et la saturation des flegmes.

FILTRATION

La méthode la plus ancienne de purification de l'alcool est celle qui consiste à le filtrer sur des charbons de bois; elle se pratiqua d'abord en Suède, puis en Allemagne; les Suédois la pratiquent encore d'une manière très primitive; ils emploient tout simplement des fûts en bois munis d'un double fond perforé. Ces filtres en bois se chargent d'une couche de charbon d'environ un mètre; ils contiennent ainsi 150 kilos de charbon pulvérisé. Un filtre de ce genre sert à filtrer, par 24 heures, 65 litres d'alcool à 50 degrés; on peut passer sur chaque filtre jusqu'à 2,000 litres d'alcool.

Mais outre le nombre considérable de fûts en bois que nécessiterait l'application de cette méthode en grand, outre la main-d'œuvre qu'elle exigerait, il se produit une

grande déperdition d'alcool; c'est pourquoi on y a renoncé et aujourd'hui, dans les grandes usines de rectification, on a remplacé cette installation primitive et défectueuse par des batteries de filtration en tôle solidement établies.

Notre gravure de la page 1185, qui représente ces batteries en élévation, donnera une idée de leur fonctionnement, d'ailleurs élémentaire.

On n'y voit que huit cylindres de filtration; mais il va de soi que le nombre et la dimension de ces cylindres varient selon l'importance des travaux à effectuer, et il est essentiel de bien établir cette proportion, sans laquelle on n'obtient aucun résultat.

Car ces batteries, dont l'emploi paraît si simple, exigent pour leur construction et une mise en train convenable, la connaissance d'une foule de détails desquels dépend la réussite du procédé.

Les deux conditions capitales sont: la qualité du charbon, et la pureté de l'eau; car, pour que le charbon servant au filtrage puisse rendre les services qu'on en attend, c'est-à-dire qu'il absorbe les produits étrangers contenus dans l'alcool, et afin qu'il puisse, en outre, filtrer la plus grande quantité possible, on doit employer une eau pure, les impuretés soit organiques, soit minérales absorbant une partie considérable de la force du charbon, qui les attire peut-être encore plus énergiquement que l'huile essentielle; en conséquence, dans la filtration en grand, l'on doit attacher la plus grande importance à la pureté de l'eau, afin de ne pas rendre tout le travail illusoire.

Quant au charbon, il faut qu'il ait subi une calcination complète, soit en perches dans des fours maçonnés, soit en morceaux de la grandeur d'une noix dans des cylindres en terre réfractaire, qui ont d'ordinaire une ouverture de 18 à 20 centimètres et une longueur de 2 à 3 mètres et dont 10 à 20 sont posés verticalement dans un four. Le charbon est maintenu à l'état ardent.

jusqu'à ce que la flamme bleu clair disparaisse et qu'il ne reste plus que la flamme bleuâtre de l'oxyde de carbone. Il est considéré comme propre au filtrage, dès que la flamme éclairant de jaune a disparu. Le charbon est versé ensuite dans des caissons dont les couvercles sont bien fermés au moyen d'argile, et on l'y laisse se refroidir.

Puis on le pulvérise dans des moulins à double paire de roues, dont la paire supérieure est destinée à le briser, tandis que la paire inférieure le pulvérise au degré voulu.

Avec 100 kilos de charbon convenablement préparé, on peut filtrer de 2,000 à 2,400 litres d'alcool à 100 degrés, selon la qualité de l'alcool sur lequel on opère.

Mais le charbon n'est pas perdu et peut servir encore, après une revivification dans un four à calciner, à cylindres en fer, ce qui réduit assez notablement la dépense. Le procédé de revivification inventé par M. Hoper jeune de Hambourg, et dont M. Savalle exploite le brevet pour la France, est le plus économique de tous.

SATURATION

Tous les alcools bruts sont plus ou moins chargés d'acides, qu'il faut faire disparaître avant la rectification et le saturant le plus employé est la *potasse perlasse*, mais on peut la remplacer par le carbonate de chaux, le blanc d'Espagne bien lavé, la soude et autres substances. L'essentiel est de n'en ajouter aux flegmes que la quantité nécessaire à la saturation exacte des acides.

Toute la difficulté est là; car, si l'on emploie à l'excès les bases alcalines, on détruit bien les acides, mais on donne naissance à de nouveaux produits odorants qui infectent l'alcool.

M. Savalle, qui emploie la potasse perlasse depuis longtemps et qui s'est convaincu qu'on ne pouvait opérer par tâtonnements, par la raison que les quantités d'acides sont à ce point variables que dans une même usine, opérant sur le même produit et fer-

mentant de la même manière, elles diffèrent d'un jour à l'autre dans de grandes proportions, -- M. Savalle a vaincu cette difficulté en créant une nouvelle méthode, dont il s'est réservé la propriété par un brevet, pour pouvoir l'enseigner seulement à ses clients, à l'aide de laquelle on peut juger, en se servant d'instruments fort simples et d'un prix peu élevé, de la quantité d'acides contenue dans les flegmes à rectifier et par conséquent des doses de potasse perlasse à employer pour les saturer à point.

Nous ne connaissons pas ces instruments, mais nous pouvons indiquer, d'après leur inventeur, quelle est la quantité de perlasse nécessaire à saturer les acides contenus généralement dans les alcools de diverses provenances, savoir :

Alcool de mélasses à 60 degrés. . .	43 gr. par hectol.
— garance à 75 — . . .	6 — —
— grains à 55 degrés. . .	95 — —
— raisin marc à 86 degrés. . .	20 — —
— féculs de pommes de terre à 50 degrés. . .	86 — —
— maïs à 60 degrés. . . .	75 — —
— betteraves à 50 degrés. .	48 — —
— genièvre de Schiedam . . .	85 — —
— eau-de-vie de cidre. . . .	155 — —
— 3/6 Montpellier (non rectifié) à 86 degrés. . . .	41 — —
— lichen de Norvège. . . .	22 — —
— eau-de-vie de la Rochelle. .	56 — —

Quelques distillateurs négligent la saturation, qu'ils ne considèrent pas comme une opération indispensable, parce qu'elle constitue une dépense; c'est vrai, mais elle est largement compensée, d'abord par la qualité supérieure de l'alcool obtenu, ensuite par l'économie de combustible qu'on réalise ainsi, puisqu'on produit une quantité moins grande d'alcools inférieurs, qu'on serait obligé de travailler de nouveau.

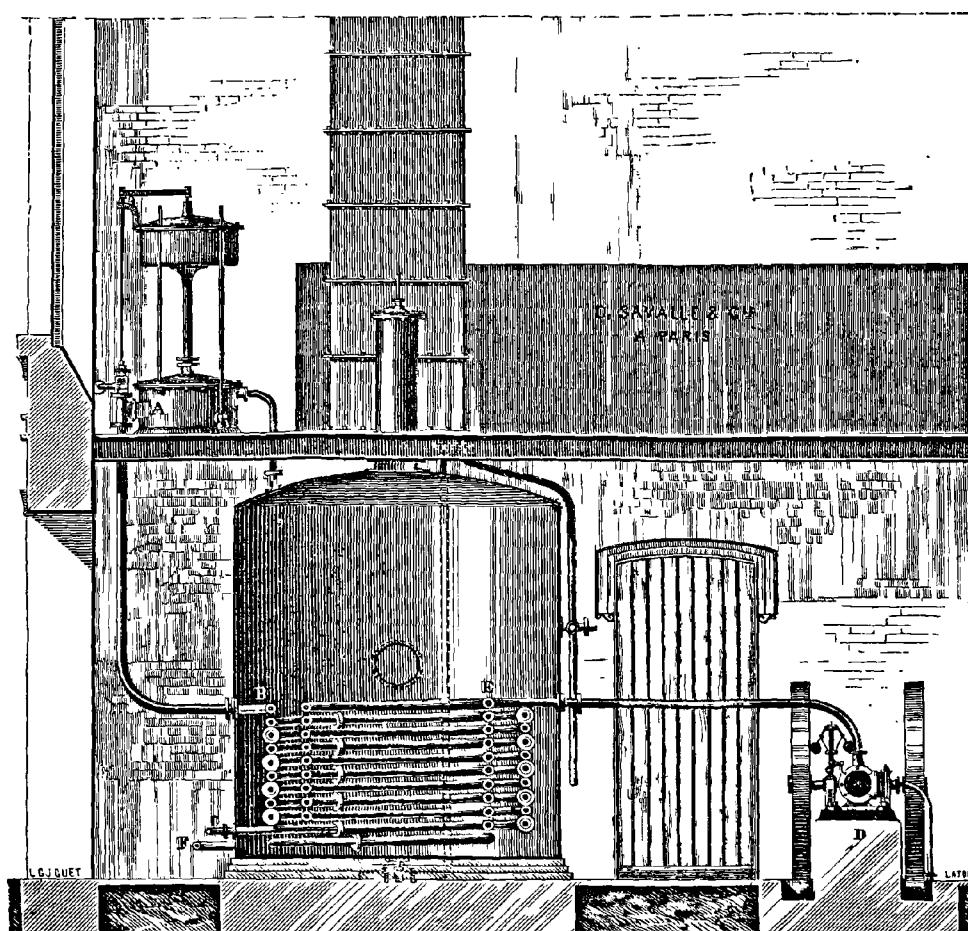
APPAREILS RECTIFICATEURS

Nous avons dit que les nouveaux appareils de M. Savalle étaient montés de deux façons: l'une pour fonctionner avec de l'eau pour les condensateurs et le réfrigérant, l'autre

pour fonctionner avec des courants d'air. A cela près ils se ressemblent entre eux, mais ce qui les distingue des anciens, c'est leur mode de chauffage, qui permet de réaliser une économie considérable en combustible en utilisant complètement les vapeurs d'échappement de la machine motrice.

Evidemment ces vapeurs sont insuffisantes, mais le supplément de vapeur directe nécessaire à la marche de l'appareil vient du régulateur et agit dans le second serpentín de chauffe.

Il y a donc deux serpentins dans la partie inférieure de la chaudière (voir notre gra-



Chauffage tubulaire, système Savalle.

vure ci-après). On aurait pu n'en mettre qu'un seul et envoyer dedans la vapeur d'échappement et la vapeur directe ; mais il en résulterait, dans certaines phases de l'opération, une forte contre-pression sur le piston de la machine.

Cet inconvénient, qui ne serait pas sans

gravité, est évité par la disposition adoptée par M. Savalle et que notre dessin fait bien comprendre.

A est le régulateur de vapeur.

B et C sont les deux extrémités du serpentín de chauffe, qui reçoit la vapeur directe par un tuyau qui l'amène du régulateur.

D est la machine à vapeur.

E, F les deux extrémités du grand serpentín de chauffe spécial, où se condense la vapeur d'échappement.

Étudions maintenant l'ensemble de l'appareil. Celui que représente notre gravure de la page 1192 est de dimensions considérables; il peut produire 200,000 litres d'alcool par jour, et il les produit; car il fonctionne dans la grande usine de M. Hoper de Hambourg.

Ce système des grands appareils est d'ailleurs économique; car, dans toutes les opérations industrielles, en général, il est plus avantageux d'opérer par grandes masses que par petites quantités, en rectification d'alcool surtout. La production en grand donne des résultats supérieurs au travail fractionné.

Employer un seul grand appareil au lieu d'en avoir quatre ou cinq, comme cela existe encore dans certaines grandes distilleries, c'est un avantage signalé; car le travail d'un seul grand appareil se contrôle aisément, tandis que, par l'emploi de cinq appareils, on risque dix fois par jour d'altérer plus ou moins le travail de la journée. Enfin, il est parfaitement reconnu que les alcools provenant de grands appareils sont toujours supérieurs à ceux produits, dans des conditions égales, par des appareils plus petits. Ceci soit dit, surtout comme principe; car il est bien évident que les distilleries moyennes ne se pourvoieraient pas d'appareils trop grands pour leurs besoins.

On en fait, du reste, de toutes dimensions et dont le fonctionnement peut être tout aussi satisfaisant, pour peu que l'opérateur apporte un peu d'attention; nous disons un peu, car grâce au régulateur de vapeur, à l'éprouvette-jauge, il n'est plus besoin de cette surveillance de chaque instant qui fatiguait beaucoup l'ouvrier, et compromettait souvent le résultat de l'opération. Car une minute d'inattention, au moment opportun, pouvait gâter toute une venue d'alcool

rectifié, par une addition d'alcool mauvais goût des fins d'opération.

En effet, la rectification des alcools comprend trois périodes bien distinctes.

Le début de l'opération a lieu de 80 à 85 degrés de température; durant ce temps, l'appareil produit les alcools éthérés. Le milieu de l'opération a lieu de 86 à 100 degrés de température; c'est la période pendant laquelle se forment les alcools bon goût. La fin du travail a lieu de 101 à 102 degrés. C'est alors qu'on expulse de l'appareil les alcools amyliques, qu'il faut bien éviter de laisser mélanger avec les rectifiés.

Voici d'ailleurs la conduite de l'opération.

On charge la chaudière A, dont la contenance varie, suivant les dimensions des appareils, entre 40 et 700 hectolitres, des *legmes* de 40 à 50°, et l'on fait arriver la vapeur dans le serpentín. Le liquide s'échauffant peu à peu, les premières vapeurs montent, se condensent en chauffant la colonne B, puis finissent par arriver dans le condensateur tubulaire C; à ce moment, on ouvre le robinet 4, afin d'établir l'alimentation d'eau froide; les vapeurs sont alors en partie condensées et retournent dans la colonne, par le tuyau H de rétrogradation garni successivement tous les plateaux.

Dès que tous les plateaux sont garnis d'alcool, on diminue l'arrivée de l'eau froide dans le condensateur C, de manière à ne plus condenser que les $\frac{2}{3}$ de la vapeur arrivant dans le condensateur; l'autre tiers se rend dans le réfrigérant D, et de là dans l'éprouvette F.

Les premiers produits à 94° très éthériques, d'une odeur âcre et forte, sont envoyés au réservoir à mauvais goût; ensuite l'alcool s'épure graduellement, il est d'une qualité supérieure au premier et se mélange aux alcools bruts de l'opération du lendemain; après commence, par le fractionnement, le $\frac{3}{6}$ bon goût qui se reconnaît par sa neutralité, sa douceur et sa limpidité; il se con-

tinue presque jusqu'à la fin de l'opération.

En admettant, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que la chaudière soit chargée de flegmes à 50°, l'opération commence dès que le liquide atteint 85°, et elle est terminée dès que la température s'élève à 102°, c'est-à-dire qu'il ne reste plus d'alcool dans l'eau contenue dans la chaudière. Ces constatations se font au moyen d'un instrument spécial, construit pour les appareils Savalle.

On ferme alors le robinet d'amenée de vapeur qui chauffait l'appareil, et comme il n'y a plus de pression dans la colonne B, les plateaux se vident successivement, de haut en bas, sur le plateau inférieur qui communique au réservoir à mauvais goût par un robinet à trois eaux ; à cette période de l'opération, les plateaux de la colonne ne contiennent plus que des huiles essentielles et de l'alcool mauvais goût ; on les envoie dans le réservoir où l'on a logé les produits étherés, au début de l'opération.

Par ce système de déchargement des plateaux de colonne, les huiles essentielles ne viennent jamais salir le condenseur ni le réfrigérant de l'appareil ; elles restent dans les plateaux inférieurs de l'appareil, et ces derniers se trouvent nettoyés par le peu d'alcool, à fort degré, qui tombe des plateaux supérieurs.

Pendant que la colonne se vide, on ouvre le robinet de vidange de la chaudière ; puis on la remplit de nouveaux flegmes, et on recommence l'opération.

Cet appareil produit des alcools ne pesant pas moins de 94 à 97 degrés. Le régulateur de vapeur, qui est une de ses parties essentielles, en rend la marche parfaitement régulière et facile à surveiller, et il contribue ainsi à la bonne qualité des produits.

L'éprouvette, qui est munie d'un thermomètre et d'un aréomètre, indique en même temps au distillateur la température, le degré, la vitesse d'écoulement de l'alcool rectifié et elle le prévient du moment où il doit goûter afin d'en opérer le fractionnement.

*
*
*

L'appareil de rectification fonctionnant sans eau, et qui a été adopté d'abord dans la distillerie de mélasses de M. Paul Delcourt, à Aubervilliers, offre de grands avantages ; car outre la suppression de l'eau qui, dans certains cas, fait complètement défaut, il en résulte que les surfaces des condenseurs et celles des réfrigérants ne sont plus entartrées ni couvertes de limon, et que la qualité et le degré de l'alcool ne sont plus dépréciés par l'atténuation de l'effet utile de ces parties de l'appareil ; on évite aussi la main-d'œuvre de l'homme employé à nettoyer chaque jour les condenseurs et les réfrigérants. On évite encore de briser les parties tubulaires et de perdre souvent beaucoup d'alcool avant de s'en apercevoir.

On évite enfin la dépense nécessitée tous les quatre ans pour remplacer les condenseurs dont les surfaces sont usées par les nettoyages fréquents au racloir et à l'acide.

Cet appareil représenté par notre gravure de la page 1193, se décompose ainsi :

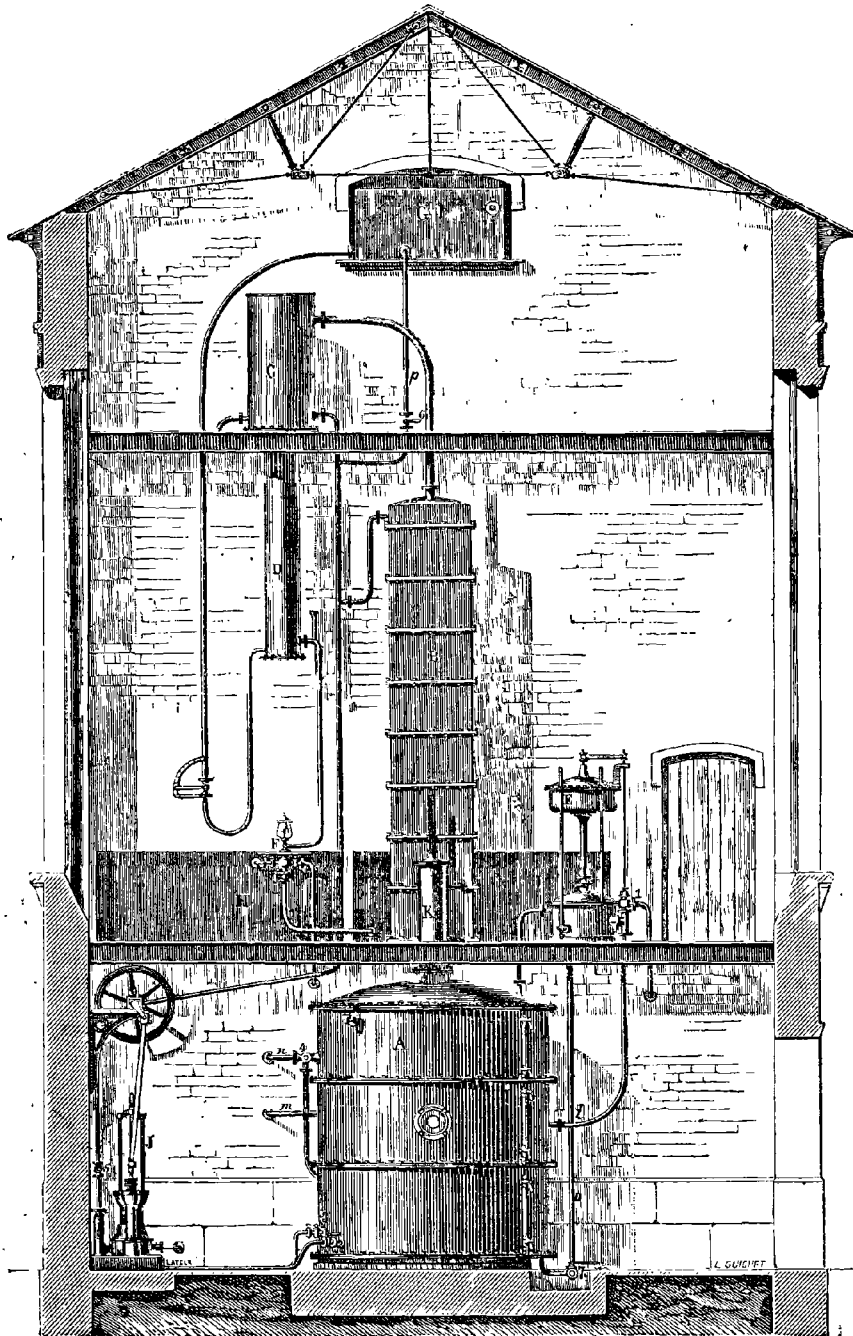
A, chaudière en cuivre ou en tôle recevant l'alcool à rectifier. Cet alcool y est ramené, par une addition d'eau, à 40 ou 45 degrés centésimaux, afin de faciliter la séparation des huiles essentielles infectes. — La chaudière contient intérieurement un serpentín chauffeur, dont la disposition nouvelle facilite la sortie des vapeurs condensées, et donne une résistance plus grande à cette partie de l'appareil.

B, colonne rectangulaire où s'effectuent les distillations multiples.

C, condenseur analyseur tubulaire, dont la fonction est de retourner à l'état liquide vers la colonne A, une partie des vapeurs alcooliques qu'on lui soumet à analyser, et à laisser passer l'autre partie de ces vapeurs (dont le degré alcoolique est élevé) au réfrigérant.

D, réfrigérant qui liquéfie et refroidit l'alcool rectifié.

E, régulateur automatique réglant le



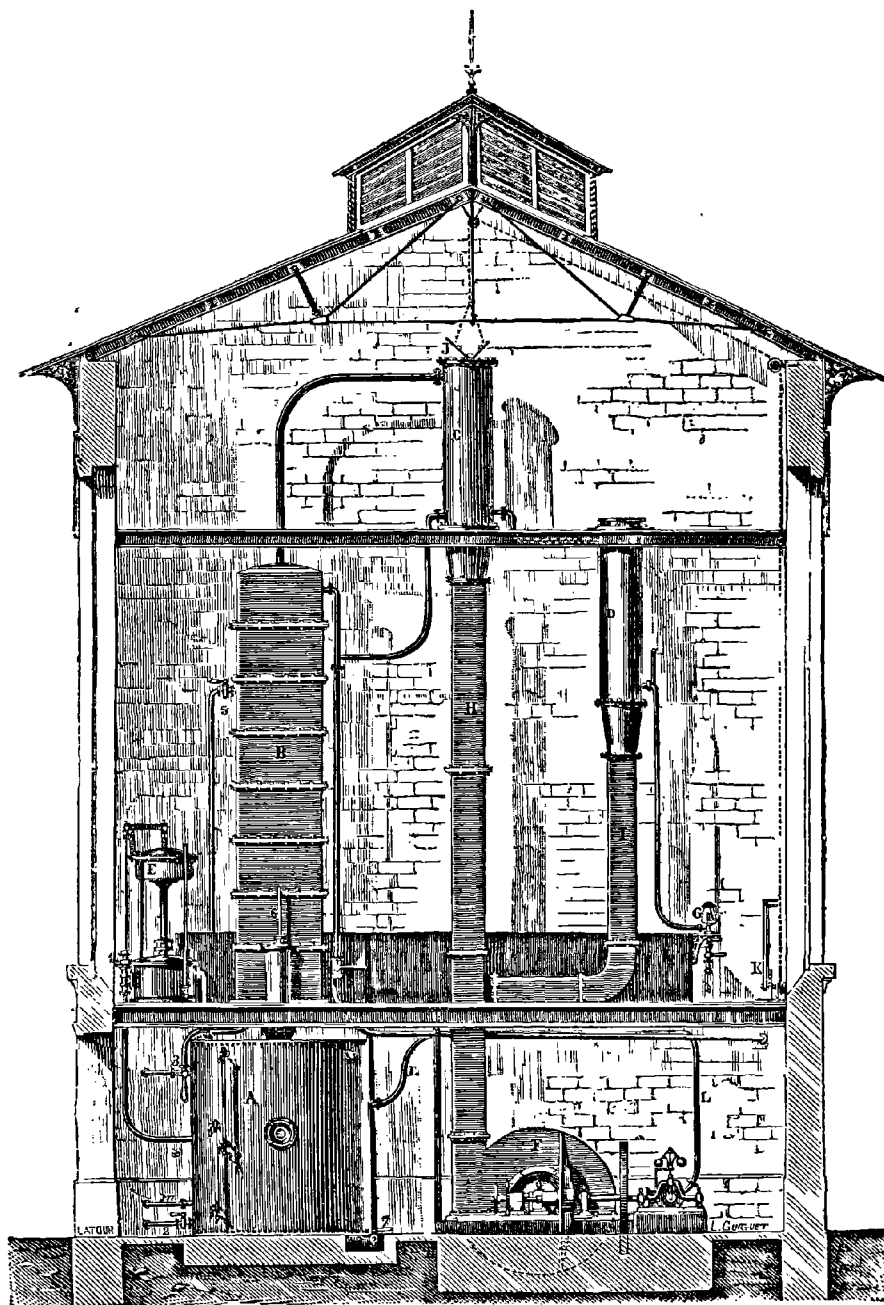
Rectificateur méthodique de M. Savalle.

chauffage de l'appareil et la production des vapeurs alcooliques avec la précision d'un millième d'atmosphère.

F, ventilateur.

G, éprouvette pour l'écoulement du 3/6 rectifié, indiquant le volume de produit écoulé par heure.

H, conduite d'air pour le condenseur.



Appareil de rectification fonctionnant sans eau (système Savalle).

I, conduite d'air pour le réfrigérant.

J, registre pour régler la quantité d'air à employer au condenseur.

Liv. 150.

K, levier gradué pour l'ouverture du registre J.

L, machine à vapeur actionnant le ventilateur.

150

1, robinet spécial au régulateur de vapeur.

2, sortie des eaux de condensation de vapeur de chauffage.

3, robinet de vidange de la colonne.

4, robinet de nettoyage et de chargement de la colonne.

5, robinet de vidange de la partie supérieure de la colonne.

6, thermomètre spécial aux appareils Savalle, indiquant les différentes phases de l'opération et le moment où il faut la terminer, en soutirant les huiles lourdes et infectes, séparées par le travail.

7, robinet double servant à emplir et à vider la chaudière.

Voici maintenant comment se fait l'opération.

On prépare l'appareil au travail, en chargeant dans la chaudière A les alcools bruts à rectifier, et en refoulant sur les plateaux de la colonne B, par le robinet n° 4, les alcools secondaires d'une opération précédente.

La colonne se trouve ainsi lavée et débarrassée des huiles essentielles du travail précédent, de plus ses plateaux se trouvent chargés d'alcool à fort degré pour reprendre le travail. Il résulte de cette nouvelle disposition que l'appareil se trouve parfaitement propre et épargne la dépense de charbon nécessitée par les anciens appareils, où l'on passe une heure et plus à envoyer des vapeurs d'alcool dans le condenseur pour les y condenser et garnir par rétrogradation les plateaux de la colonne : opération que l'on appelle techniquement *faire les plateaux*.

L'appareil ainsi préparé, on chauffe le contenu de la chaudière A, en introduisant la vapeur directe par le régulateur D, et

aussi en y envoyant la vapeur d'échappement de la machine actionnant le ventilateur ; celle-ci passe dans un serpentin de chauffe spécial.

Les vapeurs alcooliques sortent de la chaudière A et vont chauffer successivement les couches d'alcool, retenues sur les plateaux de la colonne B. De la colonne, les vapeurs d'alcool se rendent au condenseur, où elles occupent la partie extérieure des tubes, tandis qu'un courant d'air froid passe dans la série des tubes. La condensation se règle par l'ouverture du registre S, de manière à condenser et à faire revenir à l'état liquide, vers la colonne, les vapeurs d'alcool aqueuses et de laisser s'échapper à l'état de vapeurs, vers le réfrigérant D, les vapeurs d'alcool les plus concentrées. Un courant d'air passe dans les tubes du réfrigérant D, et sous son influence, les vapeurs d'alcool se condensent d'abord et se refroidissent ensuite à la température de l'air ambiant, pour s'écouler finalement à l'éprouvette G, où a lieu le fractionnement des produits bon goût et mauvais goût.

Nous terminerons notre étude avec la description de cet appareil, qui est le plus perfectionné que l'on connaisse...

Jusqu'au jour, prochain peut-être, où l'on aura trouvé autre chose.

Car il est de la nature de la science, qui recule constamment les limites du connu, de ne jamais s'arrêter dans ses applications.

Et c'est surtout en industrie qu'il ne faut pas se contenter de faire bien, il faut faire mieux.

De la lumière ! Toujours de la lumière ! C'est le cri des générations actuelles.

Puissent-elles ne jamais pousser que celui-là !

FIN

TABLE DES MATIÈRES

L'ARTILLERIE MODERNE		MÉTALLURGIE	
L'art de tuer	4	Généralités	561
Matières premières	8	Métallurgie de l'argent	587
La fonderie	15	— de l'or	608
Le forgeage	27	— du fer	611
La forerie	34	— du plomb	630
Le tournage	37	— de l'étain	635
Le frettage	38	— du cuivre	636
Forage de la culasse	46	— du zinc	644
Le rayage	54	— de l'antimoine	646
Les affûts	58	— du mercure	648
Les projectiles	63	— du platine	650
Les mitrailleuses	76	— de l'aluminium	651
LA MARINE DE GUERRE		— du nickel	653
Les navires cuirassés	85	LES CANAUX	
Les torpilles	174	Construction d'un canal	656
LES BALLONS		Canaux latéraux	661
Les précurseurs de Montgolfier	189	— à point de partage	662
Les premiers ballons	194	— maritimes	663
Fabrication du ballon	201	Canalisation des rivières	671
Les agrès	205	Bassins	671
Le gonflement	207	Jetées et môles	673
Les montgolfières	211	Travaux d'art	674
L'ascension	212	LES AIGUILLES	
La descente	215	Le laminage	679
Direction des ballons	216	La fonderie	681
Utilité des ballons	246	La tréfilerie	682
Les ballons célèbres	252	Le façonnage	685
Les victimes de l'aérostation	261	Le trempage	699
LES CHEMINS DE FER		Le polissage	703
Établissement de la voie	270	Le triage	707
Les tranchées et les remblais	286	L'affinage	708
Les tunnels	298	L'IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE	
Les ponts et les viaducs	314	Origines de l'imprimerie	712
Les gares	342	Origines de la gravure	722
Accessoires des gares	346	Les caractères	726
Les signaux	350	La composition	731
Signaux télégraphiques	355	Les épreuves	738
Les billets 3.5.9	357	La correction	741
La locomotive	363	La mise en pages	743
Variétés de locomotives	375	L'imposition	746
Matériel roulant	381	Le clichage	750
Chemins de fer divers	391	La galvanoplastie	754
Chemins de fer urbains	402	La mise en train	755
Chemins de fer à voie étroite	407	Le papier	756
LES MINES ET LES CARRIÈRES		Le glaçage	763
Les gisements	413	Le tirage	765
Recherche des gîtes	422	Machines à pédale	768
Exploitation	466	Machines à la main	771
Transport des matériaux	490	Grandes presses mécaniques	773
Extraction des minerais	524	Tirage en couleurs	787
Circulation des ouvriers	538	Le satinage	790
Épuisement des eaux	540	Le brochage et la reliure	791
Eclairage	547	LITHOGRAPHIE ET TAILLE-DOUCE	
Aérage des mines	554	Origine de la lithographie	797
		Origines de la taille-douce	802

Gravure au burin	803
— à l'eau-forte	807
— au pointillé	810
— à la manière noire	810
Aquatinte	811
Gravure au lavis	815
— en touches	816
— au vernis mou	818
— imitant le crayon	819
— géographique	819
— de la musique	820
— héliographique	822
— mécanique	827
Tirage en taille-douce	829
Lithographie	830
Gravure sur pierre	834
— sur verre	834
Le tirage	836
Les reports	839
Lithotypographie	842
Chromolithographie	843
Photolithographie	844
Phototypie	846
Photoglyptie	846
Autographie	847
Zincographie	850

LA CÉRAMIQUE

Généralités	852
Terres cuites	858
Matériaux de construction	859
Tuiles	871
Poteries mates	873
Plastique	887
Porcelaine dure	891
— de Saxe	910
— de Sèvres	911
Fabrication	946
Poteries lustrées	950
Poteries vernissées	963
Poteries émaillées	974
Faïences de Perse	975
Faïences arabes	975
— hispano-mauresques	977
— allemandes	979
— italiennes	980
— hollandaises	987
— françaises	990
Procédés de fabrication	1015
Faïences fines (Oiron)	1020
— anglaises	1023
Porcelaines tendres	1026
— françaises	1027
— anglaises	1032
— italiennes	1034
Parian	1035
Boutons céramiques	1037
Grès cérames	1040

ÉTOFFES DE SOIE

La soie	1045
Filage	1046
Tirage	1046
Moulinage	1050

Blanchiment	1058
Mettage en mains	1060
Bobinage	1062
Ourdissage	1063
Pliage	1063
Cannetage	1065
Les métiers	1067
Tissage des étoffes unies	1071
— du velours	1074
Tissus façonnés	1076
Métier à la Jacquard	1078
Le dessin	1080
Mise en carte	1081
Le lissage	1082
Le piquage	1083
Enlçage	1084
Métiers à cylindres	1085
Tissage des étoffes façonnées	1086
Battant brocheur	1086
Blanchiment des tissus	1087
L'apprêt	1090

TAPISSERIES. — TAPIS

Tapisserie à l'aiguille	1094
Tapisseries tissées	1100
Métiers à basses lisses	1102
Métiers à hautes lisses	1103

TRICOT — BONNETERIE

Tricot à l'aiguille	1110
Tricot au rateau	1114
Tricot mécanique	1116
Métiers rectilignes	1118
Tricot à côtes	1119
Métiers circulaires	1121
Métiers rectilignes à divisions multiples	1122
Machines automatiques	1124

BOUGIES STÉARIQUES

Matières premières	1130
Fabrication	1130
Saponification	1132
Distillation	1136
Preseage à froid et à chaud	1139
Moulage des bougies	1142
Blanchiment des bougies	1144
Polissage des bougies	1145

ALCOOLS — DISTILLATION ET RECTIFICATION

L'alcool	1147
Alcools de vins	1153
Alcools de betteraves	1165
Alcools de mélasses	1174
Alcools de grains	1177
Alcools de pommes de terre	1182
Rectification	1186
Appareils rectificateurs	1188

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

Sceaux. — Imprimerie Charaire et fils.