

# LE MÉCANICIEN

**ANGLAIS.**

IMPRIMERIE DE J. BELIN-LEPRIEUR FILS,  
Rue de la Monnaie, 11.

LE  
**MÉCANICIEN ANGLAIS**

OU

DESCRIPTION PRATIQUE DES ARTS MÉCANIQUES  
DE LA GRANDE BRETAGNE

**PAR J. NICHOLSON**  
Ingénieur civil

**NOUVELLE ÉDITION**

ACCOMPAGNÉE DE CENT PLANCHES GRAVÉES

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE D'UN APPENDICE SUR

LES CHEMINS DE FER ET LES MACHINES A VAPEUR

**PAR FÉLIX ET PROSPER TOURNEUX**  
Anciens élèves de l'École polytechnique

**TOME SECOND**

**PARIS**

**LEDENTU LIBRAIRE-ÉDITEUR**

31, QUAI DES AUGUSTINS

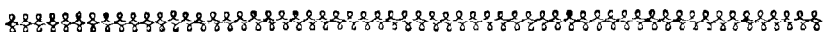
—  
1842





# LE MÉCANICIEN

## ANGLAIS.



### MANUFACTURE DE SOIE.

La soie est un fil très délié et très beau, produit par un petit insecte nommé *bombyx*, ou ver à soie, qui n'est pas moins curieux sous le rapport des métamorphoses qu'il subit que précieux par la belle soie qu'il nous donne.

L'œuf ne réclame pas les soins de l'incubation maternelle; une forte chaleur le fait éclore; ver à soie, il se nourrit des feuilles du mûrier blanc jusqu'à l'époque où il commence à faire sa coque, dans laquelle il se transforme en chrysalide. Il reste environ quinze jours en cet état, et alors devenant papillon, il perce la coque dans laquelle il est emprisonné, et déploie ses ailes vers le soleil.

La coque, filée par cet ingénieux insecte pour se mettre à l'abri des attaques de ses ennemis et des injures de l'air, a la grosseur et la forme d'un œuf de pigeon, et se compose d'un fil nommé *soie*, dont la longueur va quelquefois jusqu'à 10,000 mètres.

Pour conserver la soie dans son intégrité, il faut détruire l'insecte renfermé dans le cocon avant qu'il en brise les fils.

Le ver met environ dix jours à filer son cocon. Les couleurs varient du jaune d'or, qui est la plus commune, au blanc, au vert pâle, à l'orangé et à la couleur de chair. Mais comme elles se confondent toutes par les procédés du nettoyage et de la teinture, il n'est pas nécessaire de les filer séparément.

Avant de filer les cocons en écheveaux, on les plonge dans l'eau chaude pour dissoudre une gomme naturelle par laquelle les fibres sont unies. On dévide ensemble plusieurs cocons dont les fils réunis donnent un seul fil sur le dévidoir.

La soie est livrée au commerce en écheveaux. Pour la fabrication des étoffes, on la dévide sur des bobines, où chaque fil, composé, comme nous l'avons dit, de plusieurs fibres, reçoit un certain degré de torsion qui les fait adhérer plus solidement l'un à l'autre; elle passe de là sur d'autres bobines où l'on réunit deux ou trois fils que l'on tord ensemble. C'est le fil ainsi obtenu qui est assez fort pour servir à la fabrication. On se sert pour cela de métiers à peu près semblables à ceux qui servent à tisser le lin et le coton.

On voit, fig. 424, une machine à filer les cocons, semblable à celles usitées dans le Piémont et dans le midi de la France.

Les cocons sont jetés dans une bassine A d'environ 0<sup>m</sup>45 de longueur sur 0<sup>m</sup>15 de profondeur, remplie d'eau chaude, et placée sur un fourneau de briques, propre à recevoir un feu de bois ou de charbon. BB est un établi en bois, soutenant les diverses parties du dévidoir. D est le dévidoir sur lequel la soie est tournée; C le guide qui conduit la soie sur le dévidoir, et E F le rouage qui donne le mouvement au guide. Le dévidoir D est composé d'un axe de bois supportant quatre bras fixés sur lui par des mortaises, et soutenant quatre battants ou fusées sur lesquelles la soie est tournée.

A l'extrémité de l'axe du dévidoir, et dans le montant B, est une roue dentée qui met en mouvement une autre roue C, fixée au bout de l'axe incliné E F, et ayant deux fois le nombre de dents de la première. Au bout de cet axe incliné est une autre roue composée de 22 dents G, s'engrénant dans une roue dentée horizontale contenant 35 dents. Cette roue tourne sur un pivot fixé dans un montant. Elle porte une cheville à une certaine distance du centre, pour former une cheville excentrique, et donner un mouvement en arrière ou en avant à la légère fusée C, qui guide les fils sur le dévidoir : à cet effet, les fils sont passés dans de petits trous pratiqués sur des plaques de fer C, dont une des extrémités est fixée dans le guide, et l'extrémité opposée est soutenue dans une mortaise ou une ouverture pratiquée dans le montant B, de manière que la révolution de la fusée fait mouvoir le guide, et entraîne les fils alternativement à droite et à gauche. Il y a en outre une barre de fer H, fixée sur la bassine A, et percée de deux trous dans lesquels passent les fils.

Lorsque les cocons sont restés assez longtemps dans l'eau chaude pour que leur gomme soit dissoute, l'ouvrière chargée de dévider la soie prend un balai de bouleau ou de paille de riz d'environ 0<sup>m</sup>12 de long, et coupé court comme une brosse usée, avec lequel elle bat les cocons; les fils s'attachent au balai; la fileuse les en détache, et en les passant entre ses doigts, les dégage de la bourre ou soie imparfaite qui entoure le cocon. Cette opération se nomme *la battue*. Quand les cocons sont ainsi préparés, la femme en fait passer quatre ou plus dans chaque trou de la barre H, suivant la grosseur à laquelle on veut filer la soie. Elle tourne chacun de ces fils l'un autour de l'autre environ vingt à vingt-cinq fois, afin que tous les brins soient bien liés ensemble, et que le fil soit rond, et non aplati comme il le serait sans cela.

Les fils ainsi tordus sont passés dans les yeux C du guide, et de là conduits et assujettis à l'une des barres du dévidoir. Comme il est important pour avoir de belle soie que le fil ait perdu une grande partie de sa chaleur et de sa gomme avant d'être étendu sur le dévidoir, les Piémontais sont obligés, par une loi, à construire leurs rouets à filer, de manière que la distance entre les guides C et le centre du rouet soit de 0<sup>m</sup>80. Le conducteur doit aussi, sous peine d'amende, être mu par des roues dentées au lieu de l'être par une corde sans fin qui, pouvant se relâcher et laisser le conducteur s'arrêter, influerait sur la régularité des fils et sur la parfaite dissolution de la gomme. Quand les fils sont tout-à-fait secs, le dévidoir est enlevé, et en pliant deux de ses bras, au moyen de charnières, on retire les écheveaux qui sont dessus; ils sont alors pliés et attachés avec de la soie de rebut.

Quoique cette opération paraisse fort simple, elle exige cependant beaucoup d'attention si l'on veut filer une soie égale. Il est assez difficile de conserver cette égalité, à moins de ne former le fil qu'avec deux cocons seulement. Pour désigner la force et la grosseur des fils, on ne dit point une soie de trois, de quatre ou de six cocons, mais une soie de trois à quatre, de quatre à cinq, ou de cinq à six. Pour les soies plus grosses, on ne peut calculer aussi juste, et on laisse trois et quatre cocons de latitude; ainsi l'on dit une soie de douze à quinze et de quinze à vingt, etc.

L'eau de la bassine doit être maintenue à une température convenable. Si elle est trop chaude, le fil manque de force et de corps et casse souvent; si, au contraire, elle est trop froide, les bouts des fils ne se joignent pas bien, se brouillent, et font une soie rude et bourrue.

La fileuse doit toujours avoir à sa portée un vase d'eau froide dans laquelle elle trempe ses doigts de temps en temps; elle en asperge souvent la barre de fer H, pour que les fils ne soient pas brûlés; elle lui sert aussi à modérer la chaleur de l'eau de la bassine, quand elle approche du point d'ébullition.

On appelle soie écrue toutes les soies simplement tirées des cocons par ce procédé. Le degré de finesse de ces soies est déterminé par le nombre de fibres dont le fil est composé. Quand on prépare la soie écrue pour la teinture, le fil est légèrement retordu afin d'être en état de supporter l'action de la liqueur chaude, sans que ses fibres se séparent ou se mêlent. Le fil employé par les fabricants de soieries pour former la chaîne de leurs étoffes, est composé de deux ou plusieurs fils de soie écrue, légèrement tordus par une mécanique; et le fil employé par les fabricants de bas est de la même qualité et composé d'un plus grand nombre de fils, suivant la grosseur demandée.

La soie dite torse se fait par l'union de deux ou plusieurs fils de soie qui ont été retordus d'abord, ensemble, puis séparément. Le procédé, semblable à celui qu'on emploie pour tordre le coton, à part l'allongement que subit cette dernière matière, consiste en six opérations: 1° la soie est tournée sur des bobines dans des machines à dévider; 2° elle est assortie suivant les qualités; 3° elle est filée ou tordue en un seul fil; le tour, allant de droite à gauche, est plus ou moins tendu, suivant l'usage auquel la soie est destinée; 4° deux ou plusieurs fils ainsi filés sont doubles entre les doigts par une femme, qui les nettoie en même temps, ôtant les soies grossières qu'on aurait négligé d'enlever au premier filage; 5° les fils doubles ou triples sont tordus ensemble plus ou moins serrés, dans une direction opposée à la première et en même temps mis en écheveau sur un dévidoir; 6° enfin les écheveaux sont assortis suivant leur degré de finesse.

La première opération, qui consiste à dévider les écheveaux de soie écrue sur des bobines de bois, pour la présenter ensuite aux autres machines, s'opère ainsi :

Chaque écheveau est tendu sur un dévidoir, composé de quatre petites tiges, fixées sur un axe; de petites cordes s'étendent entre les bras pour recevoir l'écheveau, et peuvent glisser à une distance plus ou moins grande du centre, de manière à augmenter le diamètre du dévidoir suivant la dimension des écheveaux; chaque pays a sa mesure ordinaire.

Les dévidoirs sont établis sur des pivots de fer, sur lesquels ils tournent

quand on dévide la soie. Afin que le fil se trouve légèrement tiré, une pièce de fer trouée, est suspendue sur l'axe, en dedans du dévidoir, et un petit poids de plomb y est attaché; les bobines sur lesquelles les fils s'enroulent, tournent par le moyen d'une roue placée au-dessous de chacune d'elles. La bobine est pourvue à son extrémité d'un petit rouleau, qui par son poids la porte sur la circonférence de la roue, ce qui lui donne le mouvement par lequel elle tire la soie du dévidoir. Une petite tige de bois très légère, nommée *conducteur*, est placée à une petite distance en face de chaque bobine de manière à conduire le fil sur elle. Le conducteur se mouvant régulièrement en avant et en arrière, le fil est régulièrement distribué sur toute la longueur de la bobine. Le mouvement du conducteur est produit par un cran pratiqué à l'extrémité d'un axe, qui tourne par le moyen d'une paire de roues qui fait mouvoir l'axe horizontal, sur lequel toutes les bobines sont fixées.

Il est d'usage de construire ces machines doubles, avec deux rangées de bobines et de dévidoirs, l'une sur le devant, l'autre sur le derrière du corps de la machine. Deux de ces machines doubles sont mises en mouvement par les roues dentées fixés sur un axe vertical, qui s'élève des étages inférieurs où les machines à tordre sont placées. Les machines à tourner ou à dévider doivent être surveillées par un certain nombre d'enfants qui rattachent les fils rompus et remplacent les écheveaux quand ils sont finis. Quand les bobines sont chargées, on les ôte de la machine en les soulevant, et l'on en met d'autres à leur place.

MM. Gent et Clarke ont obtenu dernièrement un brevet, pour une nouvelle manière de construire les dévidoirs des machines à tourner : leurs dévidoirs ont six bras simples au lieu de quatre bras doubles; ces bras sont de petits tubes aplatis faits pour contenir les tiges de fourchettes de fer, qui reçoivent la soie à la place des cordes des dévidoirs ordinaires. Ces fourchettes peuvent être tirées hors des tubes, jusqu'à ce que le dévidoir soit porté à la longueur suffisante pour tendre l'écheveau; et comme il le tend sur six points au lieu de quatre, le mouvement est plus régulier. Le poids est remplacé par un ressort qui presse sur le bout du pivot de l'axe, et donne la résistance nécessaire.

Le fil est toujours retordu par un fuseau et une bobine avec un balancier, mais la construction de la machine varie souvent. Les limites de notre planche ne nous ont pas permis de représenter de grandes machines, ou moulins à tourner, dans toute leur étendue; mais leur principe est le même que celui des machines vues fig. 426, que nous avons extraites de l'Encyclopédie du docteur Rees, en changeant un peu la description, suivant les perfectionnements récemment introduits.

La fig. 426 représente une petite machine dont la disposition des bobines est semblable à celle usitée dans plusieurs grands moulins. Cette machine porte seulement 13 broches, et tourne à la main, méthode qui serait trop dispendieuse en Angleterre, mais qui est très usitée dans le midi de la France, où des ouvriers en soie achètent cette matière écrue, et occupent leurs femmes et leurs enfants à la préparer.

B est la manivelle par laquelle le mouvement est donné; elle est fixée à l'extrémité d'un axe R qui porte une roue dentée D, laquelle communique le mouvement à un pignon placé sur l'extrémité supérieure d'un axe vertical E :

cet axe à son extrémité inférieure porte un tambour ou roue *f* sur laquelle passe une corde sans fin ou courroie *aa*, laquelle met en mouvement toutes les broches à la fois. Les broches *bb* sont placées verticalement dans le châssis *GH*, leurs pointes reposant dans les petits trous de pièces métalliques appliquées dans la planche ovale *G*. Les broches passent en outre dans des colliers fixés à un montant ovale *H*, lequel est soutenu au-dessus de la planche *G* par des blocs de bois; *d* et *a* sont de petits rouleaux soutenus dans le châssis *GH* de la même manière que les broches, et destinés à contenir la courroie *a*, et à presser les rouleaux et les broches pour les tenir tous en mouvement.

Le fil est pris, aussitôt qu'il est tordu, par un dévidoir *K*, lequel tourne au moyen d'une roue *h* et d'un pignon *i* situé à l'extrémité de l'axe principal *R*. Les fils sont guidés par des yeux pratiqués dans des plaques de fer fixées dans le châssis ovale *L*, qui est supporté dans le corps de la machine par une barre *ll*: cette barre reçoit un mouvement régulier transversal en avant et en arrière au moyen d'une cheville excentrique *R*, fixée dans une petite roue dentée, laquelle est mise en mouvement par un pignon placé sur l'axe vertical *E*; l'extrémité opposée de la barre *l* est soutenue par un rouleau pour faciliter son mouvement. Par ce moyen les guides sont toujours en mouvement, et conduisent régulièrement les fils sur le dévidoir *K* lorsqu'il tourne et rassemble la soie sur lui, comme on le voit dans la figure.

On voit en *r* une broche sans sa bobine; mais toutes les autres sont montées et en action. Les bobines *e* sont adaptées sur chaque fuseau au moyen d'un trou conique, mais de manière à ce que la bobine puisse tourner librement. Une pièce de bois dur est attachée solidement au-dessus de chaque fuseau; cette pièce a une petite cheville qui entre dans un trou pratiqué au sommet du fuseau, en sorte que la bobine est forcée de tourner avec lui: à cette pièce de bois est attaché le balancier de fer *b* portant des yeux à ses deux extrémités, l'une tournée en bas pour rester opposée au milieu de la bobine *e*; l'autre extrémité *b* montant de manière que son œil se trouve exactement au centre de la broche à une hauteur de quelques centimètres au-dessus de son sommet. Le fil passe de la bobine *e* dans les deux yeux de ce balancier, et se trouve tordu par la révolution de la broche; en même temps le dévidoir fait tourner la bobine, et le fil se dévide en passant à travers l'œil supérieur *b* du balancier. La longueur du fil tiré de la bobine dans un temps donné, comparée au nombre de révolutions des bobines, pendant le même temps, détermine le degré de torsion du fil. Cette proportion est réglée par le rapport qui existe entre la roue *h* et le pignon *i* qui la fait mouvoir, et peut être changée suivant les espèces de soie que l'on veut obtenir.

La marche de cette machine est fort simple. Les bobines qui ont été chargées de soie sur la machine à tourner, fig. 425, sont établies lâches sur les broches *e*, et les balanciers sont attachés fermes sur leur sommet; les fils sont conduits à travers les yeux des balanciers *b* et des conducteurs *L*, et sont de là fixés sur le dévidoir *K*, sur lequel on voit le double des écheveaux contenus sur les broches représentées, parce que la moitié étant de l'autre côté de la machine ne peut être vue.

Cela fait, on met la machine en mouvement, et le fil continue à être filé par les balanciers et à être tiré des bobines jusqu'à ce que les écheveaux soient

complets sur le dévidoir. Quelquefois on reconnaît que les écheveaux ont la longueur désirée par le moyen d'une suite de rouages *n o p*, consistant en un pignon *n* fixé sur l'axe *R*, engrenant avec une roue *o*, laquelle porte un pignon, et fait tourner une plus grande roue *p*; sur l'axe de celle-ci est placée, une autre roue avec une cheville, et à chaque tour elle élève un marteau qui frappe sur une cloche *d*, et avertit le surveillant que l'écheveau a la longueur convenable.

Dans les ateliers où l'on dévide la soie, on emploie différentes machines, l'une pour la première opération sur l'organsin, l'autre pour la seconde.

Après que la soie a été ainsi retordue, elle doit être tournée sur de nouvelles bobines en mettant deux ou trois fils ensemble, avant de les tordre en un seul fil. Dans les premières machines de ce genre établies à Derby, cette opération était faite par des femmes qui, avec des rouets à main, tournaient la soie de deux ou trois grandes bobines sur lesquelles elle était mise au lieu d'être sur les dévidoirs et les réunissaient sur une autre bobine d'une dimension convenable pour être présentée au moulin à tordre.

En 1800, M. John Sharrar-Ward, de Bruton, obtint un brevet pour un nouveau moyen de doubler la soie, la filasse, le coton et le lin, que nous décrirons ici; car, bien que diverses méthodes aient été adoptées pour cet objet, une suffira pour donner l'idée de toutes les autres. Quelque soit le nombre de fils qu'on veuille réunir, cette invention en assure la régularité; car si à un moment quelconque un fil se casse, les autres fils s'arrêtent, jusqu'à ce que le fil rompu ait été remplacé. La description suivante montrera clairement de quelle manière cet effet est obtenu.

Fig. 429, *A* est un rouleau pressant sur la bobine *B*, laquelle tire les fils *CC* enroulés sur les bobines *DD*; en même temps les boules *EE* et les pièces de fer *FF* tournent sur les chevilles *GG*. *HH* sont deux règles en bois ou en fer, sur la tête desquelles sont suspendus deux fils de fer régulateurs *JJ*. Quand l'un des fils *CC* se rompt, le fil de fer à travers lequel il passe tombe, et la queue *K*, montant au niveau de la boule *E*, arrête l'autre fil de fer, et le fil qui passe à travers, et empêche ainsi la bobine *B* de le prendre; le rouleau *A* continue toujours son mouvement. *LL* sont des guides de fer entre lesquels passe le fil; *M* est un coulant mis en mouvement par une roue courte, pour étendre les fils également sur les bobines.

La fig. 430 représente une autre machine à doubler, différente de forme, mais construite d'après le même principe que la précédente. *A* est un rouleau qui en soutient un autre plus petit *B*, dont l'axe passe dans la bobine; *C* est un coulant servant au même objet que *M*, fig. 429; *DD* sont deux bobines montées sur des fuseaux, qui portent chacun une roue dentée *E*, *E*; *F*, *F* sont deux fils de fer suspendus à *G*, *G*. Quand l'un des fils se rompt, les fils de fer tombent entre les dents de la roue, et arrêtent l'autre fil, la bobine et le rouleau *B*; mais le rouleau *A* continue son mouvement comme *A*, fig. 429.

Les bobines étant ainsi chargées de fils doubles ou triples, sont reportées à la machine à tordre, où les fils sont tordus ensemble de la manière décrite précédemment. Après cette opération, la soie est en état d'être livrée aux manufactures.

Avant de l'employer on la met dans un bassin rempli d'eau chaude, dans laquelle on a fait dissoudre un peu de savon, afin de lui enlever le reste de sa

gomme. Dans les premières opérations il était nécessaire que la gomme ne fût pas entièrement enlevée, sans quoi la soie aurait pris une apparence laineuse, comme le coton, et aurait exigé les mêmes préparations que cette substance avant de pouvoir former un fil solide; ces préparations sont en effet nécessaires pour filer la bourre de soie enlevée au premier filage des cocons, et la soie des cocons qui ont été réservés pour avoir des œufs de ver à soie, et que le papillon a percés; mais jamais on ne peut en obtenir de belle soie.

En sortant de la dissolution de savon, la soie est portée à la machine à *ourdir*, qui, comme préliminaire de l'acte de tisser, sera décrite à l'article *Tissage*.

L'art de tirer la soie a été apporté en Angleterre par L. John Lombe, qui, avec une extrême habileté et au péril de sa vie, a pris le plan d'une de ces machines compliquées avec lesquelles se fait cette opération dans les états Sardes. A son retour M. John Lombe, conjointement avec M. Thomas Lombe, établit des machines semblables à Derby. Le parlement lui accorda un brevet d'invention pour quatorze ans; et sur la demande qu'il fit pour obtenir un renouvellement au bout de ce terme, on lui donna à la place la somme de 14,000 liv. sterl. (350,000 fr. environ), à condition qu'il ferait faire un modèle exact de sa machine, qui serait exposé aux yeux du public à la Tour de Londres.

#### FILATURES DE LIN.

Le lin, avant d'être livré à la fabrication, subit diverses préparations, au moyen d'appareils de plusieurs espèces. Le lin destiné à fabriquer les batistes, les toiles fines, le fil à coudre et les dentelles, est préparé autrement que celui qui doit être employé pour d'autres objets; il ne doit pas être aussi brisé que le lin commun qui du brisoir passe au rouet; le lin fin, après un léger secouage, est peigné et nettoyé avec un couteau peu tranchant, sur le genou de l'ouvrier, qui est couvert à cet effet d'un tablier de cuir. Après cela, on le porte à la fileuse, qui avec une brosse faite exprès, redresse les filaments avant de commencer à les filer.

Dans les *Transactions Suédoises*, année 1747, on décrit un mode de préparation qui donne au fil de lin la blancheur, la finesse et l'adhérence du fil de coton. Pour cela, dans un chaudron de fer ou de cuivre non étamé, on met un peu d'eau de mer, et un mélange de parties égales de cendres de hêtre et de chaux vive; au-dessus on étend un petit paquet de lin couvert d'une couche plus épaisse du même mélange; on place ensuite un autre paquet de lin, et ainsi de suite jusqu'à ce que le vase soit assez plein. On fait bouillir le tout dans l'eau de mer pendant dix heures, en ajoutant de l'eau à mesure qu'elle s'épuise par l'évaporation. Le lin ainsi bouilli est rincé dans la mer par petites parties pendant qu'il est chaud. A cet effet on le met dans un panier, et on le remue avec un petit bâton poli. Sitôt qu'il est assez refroidi on le presse, et on le frotte avec les mains dans de l'eau de savon; ensuite on le laisse exposé à l'air en l'humectant et le retournant tous les jours. En le passant plusieurs fois au savon on en accélère le blanchissage. Le lin doit être encore battu et soigneusement lavé. Quand il est sec, il faut le travailler et

le carder de la même manière que le coton ordinaire, et le presser entre deux planches pendant 48 heures. Il se trouve alors propre à être mis en œuvre. Dans ce procédé, le lin perd à peu près moitié de son poids; perte amplement compensée par la qualité supérieure qu'il acquiert, et qui permet de l'employer aux plus belles fabrications.

Le brisoir est un instrument à main, qui de temps immémorial a servi à séparer les fibres du lin de sa tige. Pour faire cette opération on prend le lin de la main gauche, et on le place sur les trois dents inférieures de l'instrument représentées en A, fig. 432 et 433. Puis avec la main droite on force les dents supérieures B, fig. 432, et *b*, fig. 433, à pénétrer entre les dents A. Le lin étant alors comprimé, les parties ligneuses se brisent. On exécute ce mouvement rapidement, et avec la main gauche on change et on retourne le lin avec soin, pour qu'il soit brisé bien complètement dans toute sa longueur.

Le brisoir à pied que nous allons décrire est un perfectionnement de l'instrument dont nous venons de parler; il a été inventé en Ecosse. Au moyen de cette machine, le lin est brisé et nettoyé, plus vite qu'avec le brisoir à main. La pédale avec laquelle la machine est mise en train est très longue, ce qui fait que le mouvement est communiqué avec une grande facilité; il est encore favorisé par un volant. On a, de cette manière, les avantages du brisoir à main avec plus de célérité; mais les moulins à eau, lorsqu'il est possible d'en établir, l'emportent sur ces machines par l'économie de temps et de main-d'œuvre. On voit, fig. 434 et 435, un brisoir à pied sous deux aspects. A indique les trois dents inférieures, longues de 43 centimètres, profondes de 76 millimètres, épaisses de 32 millimètres à leur base, et 6 millimètres à leur partie supérieure ou sur le tranchant.

B, les tranchants, séparés de 69 millimètres à l'extrémité, près du guide U, et de 50 millimètres à l'autre extrémité,

C, montre les deux dents supérieures; elles sont d'environ 25 millimètres plus courtes que les inférieures; et D représente le poids, pesant 15 kilog.

F, pédale composée. Sa longueur est de 2<sup>m</sup>54. Elle s'élève de 20 centimètres au-dessus du sol, ou plutôt de 13 centimètres plus haut que le point de départ du pied de l'ouvrier. E a 70 centimètres à partir du point G, et il est élevé en G de 45 centimètres au-dessus du sol; c'est-à-dire de 37 centimètres plus haut que le point de départ du pied.

H, bielle qui communique le mouvement de la pédale au volant.

J, manivelle de la pédale, ayant 19 centimètres de diamètre.

K, le volant. Son diamètre est de 1<sup>m</sup>37. Il pèse environ 27 kilog. Il est fabriqué soit en fer battu ou fondu, soit en bois.

L, tourillons en cuivre.

*m*, manivelle qui communique le mouvement du volant au poids D, qui brise le lin par sa chute.

*n*, petite poulie mobile à l'extrémité de la manivelle, et à laquelle est fixée la corde du balancier.

O, pièce de bois qui empêche le rouleau de tomber sur l'essieu, mais qui ne peut frotter contre la corde dans la descente de celle-ci.

P, point où la corde passe entre deux rouleaux de frottement, placés de sorte que la corde tombe à 8 ou 10 centimètres, ou à la moitié du rayon de la manivelle qui communique le mouvement du volant.



R, balancier.

S, pilier du balancier.

U, montants entre lesquels glisse le poids D.

V, ressort en fer qui arrête le marteau dans son ascension et augmente sa vitesse à la descente.

W, piliers qui supportent le volant.

X, piliers qui portent la partie inférieure du brisoir.

X, Y, éperon et croix qui supportent les piliers.

Z Z, pièce sur laquelle est assise la machine.

*a*, large établi sur lequel se tient l'ouvrier, élevé de 0<sup>m</sup>076 au-dessus du sol.

Les dents sont de bois de platane ou de hêtre; le poids de bois de platane, de frêne, d'orme, de bouleau ou de chêne; et la bielle qui réunit la pédale et la manivelle est en bois de hêtre, de frêne ou de chêne.

Le volant, s'il est en bois, peut être de chêne, d'orme, de frêne ou de platane. Pour toutes les autres parties on peut faire usage de sapin.

On voit, fig. 436, un plan de la machine.

Ce brisoir peut servir aussi de battoir pour le lin et le chanvre, en ôtant les dents, et en les remplaçant par des planches plates. Dans la planche supérieure on enfonce 32 clous, dont les têtes ont environ 19 millimètres de large, et les pointes environ 6 millimètres de diamètre. Toutes les pointes sont placées à la distance de 25 millimètres l'une de l'autre, pour que chacune d'elles puisse être facilement tirée quand on doit raccommoder le maillet ou partie supérieure du brisoir : celui-ci est entouré d'un cercle de fer, pour l'empêcher d'éclater quand on enfonce des clous. Pendant l'opération du battage, le bout étroit du maillet se trouve du côté de l'ouvrier. Pour obtenir un résultat plus avantageux, on augmente le poids du maillet et du volant. Dans ce cas plusieurs ouvriers pressent ensemble sur les pédales, dont la longueur augmente dans la même proportion.

Le peigne dont on se sert pour réunir les filaments du lin, est représenté fig. 437 et 438. Il a plusieurs dents fixées dans une planche carrée représentée en A B. Quand on emploie cet instrument, on le fixe à un banc devant l'ouvrier, qui met le lin entre les dents, et le tire à lui avec promptitude. Les personnes qui ne connaissent point ce travail le trouveront fort simple; mais il exige néanmoins une grande habitude si l'on veut qu'il soit bien fait, et ne pas perdre trop de matière. On fait usage d'instruments à dents plus ou moins fines, suivant la qualité du lin; et généralement on passe le lin successivement sur deux de ces outils, d'abord sur un plus gros, ensuite sur un plus fin.

Le peigne à sérancer le lin, est un instrument composé d'une planche longue et étroite, garnie de dents carrées, au nombre de cinq ou sept, placées de manière que leurs angles se touchent presque. Cet outil est représenté dans la fig. 439. Si le lin est l'objet principal du travail, après l'avoir arraché, on le laisse sécher pendant quelques heures sur la terre, pour qu'il gagne ainsi un peu de fermeté, et ne soit pas sujet à avoir ses fibres rompues par le peigne; cette opération ne doit pas être négligée, car les cosses, si on les met dans l'eau avec le lin, engendrent des vers, et font d'ailleurs gâter l'eau : elles sont aussi très incommodes lorsqu'on veut humecter et briser les fibres.

Dans le comté de Lincoln et en Irlande, on croit que cette opération nuit à la qualité du lin; et on se contente d'écraser les cosses avec une pierre. Les peignes à sérancer doivent être plutôt petits que gros, autrement ils endommageraient le sérangoir. Après le sérangage, l'on assortit plus facilement le lin suivant ses différentes grosseurs.

Toutefois ces moyens de briser et sérancer le lin par la main et le pied sont trop lents et par suite trop coûteux. L'état actuel de la science mécanique a procuré des moyens plus prompts; des moulins ont été construits pour faciliter et accélérer ces opérations préparatoires.

Les moulins employés pour écraser le lin sont faits de plusieurs manières; mais une des meilleures constructions de ce genre qui soit à notre connaissance est celle décrite dans l'ouvrage intitulé : *Gray's experienced; Millwright*, dans les termes suivants.

La fig. 440 représente le plan. A A, roue à eau composée de 40 palettes; C C, arbre ou axe sur lequel elle est fixée; B B, roue placée sur le même arbre, contenant 102 dents et engrénant dans le pignon D, qui a 25 dents et fait tourner le rouleau à briser du milieu; E, pignon à 10 dents mis en mouvement par la roue B, fixé sur l'extrémité inférieure de l'arbre vertical.

M M, montant qui soutient une extrémité de l'arbre C et l'axe vertical; N N, cadres dans lesquels tournent les rouleaux qui brisent le lin; J A et L, machine et manivelle pour lever l'écluse quand l'eau doit être mise sur la roue A A et la faire tourner; G G, portes dans les murs latéraux du moulin; J K, fenêtres pour éclairer la maison; H H, escalier conduisant au grenier.

La fig. 441 est une élévation de la même machine. A A, roue à eau placée sur l'arbre C C, qui porte aussi la roue B B. F F, arbre vertical, sur l'extrémité duquel est fixé un pignon à 10 dents qui est mis en mouvement par la roue B. Deux bras passent à travers l'arbre F, et sur ces bras sont attachés avec des boulons, les sérans, qui débarrassent le lin des matières ligneuses. D D, cadres qui supportent l'extrémité de l'axe C, l'axe vertical et les rouleaux à briser. L est un poids suspendu par une corde, attachée à une saillie, comme on l'a représentée fig. 442. S S, levier dont le petit bras est fixé à la partie de la machine dans laquelle tournent les tourillons du rouleau supérieur; en pressant sur ce levier, le rouleau supérieur peut être soulevé et dégagé de celui du milieu quand cela est nécessaire. N N, murailles extérieures du bâtiment; R R, toiture; H, porte du mur latéral; J K, fenêtres.

La fig. 442 est une coupe du même moulin. Le pignon D fait tourner le rouleau du milieu n° 1. La surface de ce rouleau est cannelée; ces cannelures ou dents sont angulaires, et leur extrémité est un peu émoussée pour qu'elles ne coupent pas le lin à mesure qu'il passe entre les rouleaux. Les deux autres rouleaux, n° 2 et n° 3, ont des dents de même forme et de même dimension que celles du n° 1 qui les met en mouvement. Le lin est mis par petites parties entre le rouleau du milieu et le rouleau supérieur; et celui-ci, ayant des rouleaux placés sur son côté extérieur, ou étant entouré d'une pièce de bois courbe, fait passer le lin entre le rouleau supérieur et le rouleau inférieur; d'où il est encore repris entre celui du milieu et le supérieur, jusqu'à ce qu'il soit suffisamment brisé et amolli pour être porté à la machine à sérancer. Le montant dans lequel tournent les tourillons du rouleau n° 1, est fixé à C dans le corps de machine; et les tourillons des deux autres rouleaux tournent dans

des coulisses qui se meuvent de bas en haut dans les rainures des cadres S S. Le rouleau inférieur est maintenu contre celui du milieu par les poids D D suspendus à deux cordes. Ces poids sont de beaucoup plus lourds que le rouleau inférieur et les coulants, afin que les dents puissent être pressées contre celles du n° 1, et briser le lin à son passage entre les rouleaux. Tout le poids du rouleau n° 2 porte sur le lin qui passe entre ce rouleau et le n° 1. De plus une boîte est fixée sur le bord supérieur des deux coulants du n° 2, dans laquelle on peut mettre quelques pierres ou quelques morceaux d'un métal lourd, afin que l'on puisse augmenter ou diminuer le poids suivant le besoin. O O, cadres de bois qui soutiennent un bout de l'arbre qui porte les roues A et B, et l'axe vertical F F, sur le bout inférieur duquel est placé le pignon que fait tourner la roue B. Ce pignon a 10 dents; l'axe F a des bras sur lesquels les sérans sont attachés par des vis et des écrous; comme on le voit en G G, fig. 441, les sérans sont renfermés dans la boîte cylindrique E E, qui est percée de trous sur sa surface courbe; on applique contre ces trous des poignées de lin pour être épluchées par les sérans H H; déversoir J J, écluse, machine et manivelle pour lever l'écluse et donner l'eau à la grande roue. Les tourillons des axes peuvent tous être faits en queue de renard en cuivre.

Maintenant le lecteur doit connaître suffisamment les divers modes de préparation du lin; pour l'opération du filage, elle n'exige pas d'autres explications que celles que nous avons données à l'article *coton*.

Vers l'an 1787, MM. Kendrew et Porthouse, de Darlington, obtinrent un brevet pour filer avec une machine. Avant ce temps je crois que le rouet et la quenouille, diversement modifiés par quelques fileurs habiles, étaient seuls employés à ce genre de manufacture. De nos jours ce moyen est encore très usité, surtout en Irlande. Le lin, après avoir été redressé et uni par le sérans, est tourné lâche autour d'une quenouille, de laquelle il est tiré par la main gauche, tandis que le pouce et le premier doigt de la main droite, humectés avec de l'eau, ajustent les fibres et conduisent le fil qui s'enveloppe sur un rouet, le mouvement lui est communiqué par une roue, que l'on fait mouvoir avec le pied et une pédale, au moyen d'une corde sans fin qui passe autour d'une poulie d'un diamètre beaucoup plus petit, et qui est fixée sur l'axe.

L'égalité et la séparation marquée des fibres de lin, si différentes à cet égard des fibres adhérentes et bourres de la laine et du coton, exigent pour leur filature un mécanisme très différent de celui que nous avons déjà décrit.

Dans la machine pour laquelle le brevet ci-dessus mentionné a été accordé, le lin sérancé est étendu horizontalement sur une planche, fig. 410, pour être passé entre les rouleaux B b. Il est ensuite emporté par le cylindre C (qui tourne avec une vitesse égale à celle de B) sous plusieurs rouleaux successifs jusqu'à ce qu'il arrive aux rouleaux filants D d; le fil est alors tordu et roulé sur la bobine, comme il est décrit plus haut. Les rouleaux E, F, G, H, T, s'ils ont un poids égal, pressent avec une force inégale, en raison de leurs positions diverses; celui qui repose sur le sommet du cylindre agit par son poids sur la partie horizontale de la roue, dans le quart environ de sa circonférence, et fait l'effet d'une paire de rouleaux. Dans cette machine on ne trouve aucun principe nouveau, et avec quelques modifications, c'est l'opération des rou-

leaux serrants et filants. Une autre disposition consiste à placer les rouleaux en ligne droite, à des distances proportionnées à la longueur des fibres. Un modèle de cet arrangement ( fait pour l'institution d'Anderson, à Glasgow ) en démontre clairement l'excellence.

Nous allons décrire maintenant une invention, pour laquelle MM. Clarke et Bughy ont obtenu un brevet en 1806, et qui consistait en certains perfectionnements apportés à une machine pour filer le lin, le chanvre, les étoupes et la laine, mue à la main.

La fig. 445 représente une vue oblique de la face d'une machine contenant dix broches ( on peut faire, si l'on veut, des machines avec un nombre indéfini de broches ). A, axe passant à travers la totalité de la machine, et portant dix boules de cuivre ou de fonte, chacune d'environ 10 cent. de diamètre. B, pignon placé sur l'extrémité du fuseau A. Il contient 12 dents; il fait tourner la roue à 28 dents C, laquelle est fixée sur l'extrémité d'un petit axe de fer F, couvert de bois et s'étendant le long du corps de la machine; D, pignon intermédiaire de la dimension que l'on juge convenable, engrenant dans un autre pignon semblable, lequel communique le mouvement à une roue de cent-vingt dents, fixée sur un axe de fer G, dont le diamètre est d'environ 38 millim. et s'étendant à travers tout le corps de la machine; on peut varier le nombre des roues B, C, D et E, pour augmenter ou diminuer le tirage, suivant la qualité du fil que l'on veut produire. Le pignon B peut glisser sur l'extrémité de l'axe A, afin de donner place à un plus petit ou à un plus grand; par ce moyen on peut tirer un fil plus ou moins gros avec les mêmes rouleaux. *aaaaaaaaaa*, représentent dix fils de lin, de chanvre, d'étoupes ou de laine, passant entre les fuseaux G et les paires de rouleaux qui pressent par le moyen de ressorts ou de poids, lesquels sont de force suffisante pour tenir ces fils de manière à ce qu'ils ne puissent passer que d'après le mouvement de la vis, derrière laquelle sont placées ces paires de rouleaux pressants. Le but du petit axe de fer couvert en bois F, que l'on laisse un peu plus long que l'axe G, est de maintenir l'ouvrage droit et ferme, conjointement à la pression des petits rouleaux de bois *bbbbbb*. Les cercles placés sur l'axe A ont aussi des rouleaux de bois qui pressent contre eux par des ressorts ou des poids, entre lesquels passent les morceaux de lin tirés, allongés et tendus, les rouleaux étant pourvus chacun d'un conducteur d'étain *cccccccccc* pour soumettre le fil à une action aussi centrale que possible; mais toutes ces parties sont tellement semblables aux corps des machines verticales pour filer le lin, que les personnes accoutumées à leur construction, feront exécuter sans difficulté les premières. H, est une roue en bois, de 1<sup>m</sup>20 de diamètre, ayant une gorge pour recevoir une petite corde ou courroie, qui donne le mouvement à la machine au moyen d'une manivelle qu'un ouvrier fait tourner. Pour que la personne qui tourne la manivelle puisse atteindre avec l'autre main à tous les fuseaux qui travaillent, la manivelle est placée en dedans. La roue H, l'arbre J, et la manivelle K, sont semblables aux parties analogues dans les machines employées au filage du coton; cette monture est soutenue en position horizontale, à l'extrémité extérieure, par deux jambes MM et par une cheville à vis qui passe dans K; la face verticale *aA*, fig. 444, est serrée par la vis *a*; la vis passe dans une rainure ou mortaise à l'extrémité de la monture de la roue, pour que l'ouvrier puisse ajuster les roues N et O, et faire

à la première les changements nécessités par le degré de torsion que la grosseur du fil demande. P et K sont des roues dentées qui font un angle; elles sont d'égale grandeur. La première, fixée sur la règle ou arrêt de la roue H, est liée avec K, qui est placée sur l'axe R, faisant tourner avec elle la roue N, laquelle est liée avec la roue O. Sur l'axe ou arbre A, *aaaaaaaaa*, sont des fuseaux posés sur un chariot à quatre roues (semblable à ceux des filatures de coton), ayant sur chacun d'eux, en *ddddddddd*, une pièce de bois convexe, de la dimension convenable, mais au moins égale à la base des bobines ou quilles *eeeeeeeeee*; ces bobines ont environ 25 millimètres de long, et un peu plus de 15 centimètres de diamètre à la base, et 20 millimètres de diamètre au sommet; leurs dimensions varient suivant celle du fil. Trois ou quatre grandeurs suffisent pour filer tous les fils depuis ceux pour la toile à voile jusqu'à ceux pour la batiste et les basins. T est une poulie sur laquelle passe une courroie qui fait avancer ou reculer le chariot. W, le cylindre qui pousse les fuseaux.

La fig. 444 représente la machine vue de côté. A, roue mentionnée ci-dessus, fig. 445, marquée H; B, manivelle; CCC, monture dans laquelle joue la manivelle; DE, montants de bois placés des deux côtés de ladite monture pour élever la roue, afin que la manivelle puisse être dégagée du chariot FF' et de l'appareil GG; les deux roues à l'extrémité de la table où sont portés les fuseaux en ayant deux autres qui leur répondent à l'autre extrémité; H, rainure sur l'extrémité du cylindre qui pousse les fuseaux, s'étendant à travers la monture de la table, et n'a aucune dimension déterminée, puisqu'elle doit dépendre de la longueur ou de la force du fil, en considérant la proportion des autres parties de la machine; NNNNNN, petite courroie passant sur les roues A, K, I, H, L et M, par lesquelles la roue à rainure H et son cylindre sont mis en mouvement, ainsi que les fuseaux; O, axe de la pédale (représenté en SS, fig. 445), passant à travers tout le corps de la machine ou une partie seulement, suivant la volonté de l'ouvrier, et lié avec un contrepoids placé à l'extrémité de l'axe A, fig. 445, par une petite courroie tournée cinq ou six fois autour de l'un et de l'autre, et qui, passant sur la rainure en bois de la roue G, s'attache derrière le chariot FF'; ce contrepoids, par le mouvement de A, est, au retour du chariot, attaché à la roue R, et en est détaché quand le charriot n'est pas à sa place.

Le chariot est tiré par le poids S fixé à une corde qui passe sur la roue à rainure T; V, roue sur l'arbre contenant le soutien vue fig. 445; V, rouleau cylindrique fixé au chariot, et se mouvant à chaque fois qu'il revient sur le plan W et X. Il sert à distribuer le fil sur les bobines, du sommet à la base; les roues Y, Z, A2, et B2 sont les mêmes marquées B, C, D, E, fig. 445; 1, 2, etc., sont les emplacements des rouleaux.

Ce mécanisme est calculé pour épargner les frais énormes des courants d'eau, des bâtiments spacieux, de machines hydrauliques, machines à vapeur, etc., et pour filer le chanvre, le lin et la laine à si peu de frais que les plus petits manufacturiers puissent y atteindre. Les principes d'après lesquels il est construit sont tellement simples et certains qu'il ne faut pas une longue pratique pour que les enfants mêmes puissent le faire marcher; et il occupe si peu d'espace qu'il peut être établi dans de petites pièces, des bâtiments extérieurs ou tout autre local peu coûteux. Pour atteindre ce but, il fallait se

débarasser du balancier placé sur le fuseau, employé dans l'ancien mécanisme à filer le chanvre et le lin, lequel demandait une puissance dans la proportion de 5 à 1 ; il fallait encore surmonter la difficulté produite par le manque d'élasticité de ces substances. On a pourvu à ce dernier défaut dans ce mécanisme par divers moyens que nous détaillerons ensuite, et par lesquels le chariot revient à sa place sans le secours de la personne qui fait aller la machine ; la traverse distribue le fil sur les bobines et étend l'ouvrage sur la machine. Le plus simple mode pour compenser le manque d'élasticité, et qu'on recommande de préférence à l'autre, est d'avoir un soutien composé de fils de fer forts pour chaque fuseaux, lesquels sont fixés dans un arbre s'étendant d'un bout de la table à l'autre.

Cet arbre avec les *soutiens* peut être considéré comme un perfectionnement de ce qu'on appelle contre-poids dans le métier appelé *mule-jenny* ou *jeannette*, employé pour filer le coton, représenté fig. 443. A représente l'axe, *b b b b b b b b b b* les soutiens fixés dessus avec leurs yeux elliptiques, à travers chacun desquels passe un fil. B, fuseau qui peut avoir de 25 à 33 centimètres de long. C, tour dans lequel travaille une petite bande venant du cylindre H. D, morceau de bois convexe placé sur le fuseau, dans lequel pose la partie concave de la bobine E.

F, pièce de peau de buffle ou de métal clouée ou vissée sur la barre I, et percée d'un trou dans lequel passe le fuseau, et par lequel il est maintenu ferme. G fil de fer courbé à angles droits, sa partie courbe est fixée à la barre I de manière à pouvoir s'approcher ou s'éloigner du tour C. L'autre bout du crochet B empêche le fuseau de sortir de son chemin H, qui est une vis de cuivre ou autre métal, passant dans la barre K. Le fil de fer dont est fait le soutien, après avoir formé l'œil elliptique, est étendu au delà de la partie supérieure en *c* pour que le fil puisse glisser facilement en dehors, quand cela est nécessaire ; ces soutiens servent à maintenir les fils dans une position presque verticale sur les sommets des fuseaux, quand le chariot qui les contient arrive dans la machine, et à leur laisser quitter cette situation quand le chariot commence à reculer, et prendre peu à peu une position presque horizontale, en sorte que le fil est conduit du sommet des bobines sur les fuseaux ; et alors étant courbés et encore relevés par la roue V et par son rouleau cylindrique agissant sur le plan W et X, fig. 444, les fils distribués sur les bobines ne peuvent s'entremêler ni s'entortiller,

Les morceaux de bois placés sur les fuseaux représentés par la lettre *d* sont convexes, et le bas des bobines concaves, afin que celles-ci soient maintenues bien au centre. La concavité des bobines, surpassant la convexité des morceaux de bois sur les contours, les fait presser et assure le mouvement de rotation des bobines avec celui de leurs fuseaux. Nous préférons ces surfaces convexes et concaves, mais d'autres auraient presque le même effet, pourvu qu'elles portassent sur les extrémités des bois aussi bien que sur celles des bobines, ce qui est facile à arranger. L'ouverture de la bobine, fig. 446, est un peu plus large que le fuseau, pour tourner plus librement autour de lui, à chaque retour du chariot, et toutes les fois que quelque obstacle s'oppose à l'avancement du rouleau sur la matière dont le fil est formé. Sur l'extrémité de l'axe où les soutiens sont fixés est un contrepoids L fig. 444, pourvu d'un socque, et attaché ferme à l'axe par une vis *m* ; la boule au sommet est destinée à contrebalancer les

soutiens ou crampons. Ce contrepoids, lorsque les crampons sont dans la position verticale, baisse de 10 à 15 degrés vers l'horizon, et quand les crampons changent de position par le mouvement du rouleau cylindrique V sur la roue U, le contrepoids est aussi dans une autre situation : lorsque le rouleau V arrive à B 3, fig. 444, au retour du chariot, les crampons sont jetés à une hauteur où le contrepoids, l'emportant sur eux, attache la roue M, fig. 443, ou V, fig. 444, dans le point *n*, où elle reste jusqu'à ce que le chariot soit arrivé où il doit aller, et que la queue du crampon O frappe contre une cheville, dans le cadre C C C C, fig. 444, et la dégage, ledit rouleau reposant alors sur le chassis X V.

Un second moyen de compenser le manque d'élasticité du chanvre et du lin consiste à fixer sur toute la longueur de la table une pièce de bois cylindrique d'environ 12 millimètres de diamètre, à 8 ou 10 centimètres au dessus des fuseaux, en sorte que la surface extérieure ou la plus proche de l'ouvrier soit perpendiculaire, ou à peu près, sur les sommets des fuseaux, la surface intérieure ayant des pièces de bois ou de métal clouées ou fixées sur elle d'une autre manière; et ne laissant d'espace entre elles que celui qu'il faut pour passer le fil, ce qui l'empêche de se mêler (voy. fig. 447). A A A A représente une disposition analogue à celle usitée dans les métiers à la jeannette avec un contrepoids B, une roue C, avec son rouleau cylindrique D, et le plan W et X, décrits plus haut, fig. 445; 444, et 443. E E, fuseaux avec leurs tours, leurs pièces de bois convexes et les bobines à fond concaves; F F F F F F F F F F, pièces de bois ou de métal clouées ou autrement attachées sur la pièce de bois ronde, pour empêcher les fils de s'embrouiller. En ce cas, on peut user de tout ce qui est employé avec l'arbre et la machine contenant les crampons décrits précédemment.

Voici encore un troisième moyen d'obvier au manque d'élasticité. On fixe chaque fuseau dans une petite monture A A, fig. 448; H, barre en cuivre; C, fuseau de forme ordinaire avec son tour D; E et F deux morceaux de fer fixés chacun d'un côté de la monture A A à égale distance de C. Sur le derrière, près du cylindre, est un petit rouleau se mouvant sur deux pivots plantés de manière que quand le fuseau est droit, la bande du cylindre qui le pousse puisse s'en dégager aussitôt, et que lorsque la monture A A est tenu contre le barreau J, par un ressort doux, fait en fil de fer tourné sur une cheville de 12 millimètres de diamètre, le fuseau puisse céder le fil quand cela est nécessaire. Ce rouleau sert à empêcher la bande qui pousse le fuseau de sortir du tour quand il quitte la position verticale.

La fig. 449 est la petite monture de la fig. 448 vue de côté. A monture, B fuseau; C, D extrémité du rouleau et un de ses supports. Cet appareil exige la pièce dernièrement citée et décrite fig. 447, avec ses appendices pour distribuer le fil sur les fuseaux. Aucun siège sur le fuseau ou la bobine n'est nécessaire en ce cas, et une feuille de papier mince ou quelque chose d'analogue tourné autour du fuseau suffit pour mettre le fileur en état de tirer le fil avec soin et certitude.

Enfin, un quatrième moyen de pourvoir au manque d'élasticité, et d'empêcher les fils de se briser par la tension produite par des obstacles accidentels, consiste à pousser le fuseau de la jeannette ordinaire avec une bande lâche, en faisant passer le fil sur les soutiens représentés fig. 443, ou sur la barre

ronde représentée fig. 447. avec tout le reste de l'appareil pour distribuer le fil sur les fuseaux, etc. Cette dernière méthode ne peut être employée avec avantage dans aucun cas, mais peut remplacer une des trois autres, pour le filage du lin pour voiles, serpillière, ou autres marchandises grossières.

#### TISSAGÉ.

Dans les articles précédents nous avons passé en revue les différentes préparations que subissent les matières filamenteuses les plus employées pour être amenées à l'état de fil, sous lequel on peut les tisser en étoffes. Nous allons maintenant traiter en termes généraux de la fabrication de ces divers produits nommés étoffes ou tissus.

Les étoffes consistent en deux systèmes de fils, se croisant généralement l'un l'autre à angles droits. On les appelle la chaîne et la trame; elles existent dans toute espèce d'étoffe, mais leur disposition varie suivant le métier dont la qualité de la matière première oblige à se servir, et les dimensions de l'étoffe.

Avant de commencer à tisser une matière, il faut préparer le métier, c'est-à-dire mesurer et ranger parallèlement les fils qui doivent former la chaîne: cela s'appelle *faire la chaîne*.

La préparation de cette couche de fils qui s'étend dans la longueur de l'étoffe exige un grand soin, soit par rapport au nombre, soit par rapport à la qualité des fils. De la chaîne dépendent la finesse, la force et la longueur de l'étoffe que l'on veut tisser. Cette opération simple en apparence demande un certain degré d'habileté mécanique. La machine par laquelle elle est effectuée, quoique beaucoup plus large que le dévidoir des manufactures de coton, peut lui être comparée, à l'exception que l'axe sur lequel elle tourne est vertical. Le dévidoir est rarement assez grand pour qu'un fil mesuré sur sa circonférence égale la longueur de la chaîne; conséquemment la couche des fils est placée parallèlement à l'axe du dévidoir, et tourne sur lui en spirale, jusqu'à ce que les fils arrivent à l'extrémité supérieure; alors la machine prend un mouvement inverse, et une nouvelle couche est établie sur la même partie de la machine. Par cette manière de plier les couches et de doubler les fils, on obtient aisément la largeur requise de la chaîne. Si le fil est en écheveaux, il doit être mis d'abord sur des bobines.

L'opération qui suit celle-ci dans la fabrication des étoffes de coton est celle de préparer la chaîne, c'est-à-dire de l'imprégner d'une substance gommeuse ou gélatineuse, et d'en couvrir la surface des fils pour qu'ils puissent soutenir l'échauffement produit par le tissage. On ne prépare ainsi que les chaînes de laines et de soie destinées aux plus beaux tissus. La substance dont on use en ce cas est la gomme arabique, ou une colle en gelée faite de peaux de lapins ou d'autres peaux minces.

Comme il est essentiel que la matière gommeuse soit également distribuée sur les fils, les mécaniciens ont inventé plusieurs machines à cet effet. Elles ont toutes pour principe de mettre la chaîne sur un rouleau que l'on plonge dans la substance mucilagineuse. Le superflu de gomme est enlevé à la brosse; les fils sont ensuite tendus sur un châssis, et séchés suffisamment pour être présentés au métier à tisser. Le tisserand se contente d'étendre la chaîne, de l'imprégner de gomme avec un pinceau, et de la laisser sécher à l'air.



Avant de décrire les métiers employés dans la fabrication des tissus, il faut faire connaître au lecteur les différentes constructions qu'exigent les diverses dispositions de la chaîne et de la trame.

La manière la plus simple de disposer la chaîne et la trame s'emploie pour la fabrication des étoffes communes. En calculant d'après la quantité de fil employée pour une superficie donnée, on trouve que cette méthode est, quant à la force et à la durée, la plus avantageuse.

Fig. 412, coupe d'une pièce d'étoffe tissée en fabrique commune. Les cercles représentent la chaîne, et l'on voit la trame passant alternativement dessus et dessous chaque fil successif, et le retour ou la couche de trame qui suit passant sous les fils sur lesquels elle avait passé avant, et *vice versa*.

Fig. 413, coupe d'une pièce d'étoffe tissée en croisé. Le fil de la trame passe alternativement sur quatre et sur un des fils de la trame, et *vice versa* à son retour.

Fig. 414, coupe d'une pièce de basin, étoffe dans laquelle la trame passe sur quatre et sous quatre fils, puis sur un et sous quatre, ensuite sur quatre et sous un, jusqu'à ce qu'elle revienne en passant sous les fils sur lesquels elle a passé.

La figure 415 montre un double tissu à deux chaînes. Ce mode est particulièrement adapté aux tapis, et favorise la transposition des couleurs. On peut appliquer au tissu représenté dans cette figure toutes les manières de passer la trame dans la chaîne, et tout ce qu'on effectue sur l'une des chaînes est répété sur l'autre, comme on peut le voir sur le dessin. On conçoit donc que les divers modes de tissage s'obtiennent en disposant la chaîne de manière à ce qu'un plus ou moins grand nombre de fils soit soulevé, suivant l'effet que l'on veut produire.

Le métier à tisser ordinaire, sur lequel on fait la fabrique commune, est le plus simple de tous, le nombre de fil levés et baissés étant égal à chaque passage de la navette. La fig. 416 représente le plan d'un de ces métiers.

A, chaîne.

B, cylindre sur lequel la chaîne est enroulée; cette pièce sert à maintenir la chaîne bien tendue au moyen d'un levier passant à l'une de ses extrémités; ce levier est tendu par une corde: on comprendra mieux ce mécanisme en voyant la coupe au n° 2 de cette figure.

C C C tringles placées entre les fils de la chaîne, pour les tenir séparés et indépendants l'un de l'autre; on les pousse de temps en temps vers le rouleau B.

En D sont deux tiges placées, l'une sur la pièce, l'autre dessous, et liées ensemble par de nombreux cordons à travers lesquels passent alternativement des fils de la chaîne. Ces tiges sont levées et baissées par le moyen de pédales placées audessous d'elles, elles sont vues en coupe, fig. 417.

*a, a, a*, sont les barres supérieures et inférieures, et les deux lignes *a a 2*, sont deux fils adjacents de la chaîne: quand *a a* monte, il entraîne un fil avec lui, tandis que l'autre fil qui passe dans le trou inférieur est baissé.

La partie suivante E, fig. 416, est destinée à porter l'anche ou peigne dont on voit une partie détachée fig. 418; l'anche est généralement faite de fils de fer aplatis, disposés parallèlement l'un à l'autre, et rapprochés suivant la finesse de l'étoffe qu'on veut fabriquer.

La monture, fig. 416, qui porte l'anche, est suspendue à une barre qui tourne sur des tourillons placés dans la partie supérieure du métier. L'anche ainsi suspendue est juste au-delà de la ligne que suit la navette, et deux ou trois fils de la chaîne passent entre chacune de ses dents. Le but de cet instrument est de serrer le fil de la trame, après chaque passage de la navette; le tisserand doit donc le pousser vers le rouleau de fil avant de lancer sa navette; quand sa navette a été lancée, l'instrument revient, et presse le nouveau.

La partie suivante du métier se compose des boîtes à navettes, placées en FF. Pour le tissage des étoffes étroites, on passe la navette entre les chaînes avec la main; mais pour des tissus fins ou très larges on se sert de la navette volante, qui est plus compacte, et porte un fuseau sur lequel est une grande quantité de fils. Elle est représentée fig. 420. La navette est poussée d'une boîte à l'autre par une petite pièce de bois nommée conducteur, qui se trouve derrière elle dans chaque boîte, et se lie par une courroie au levier G. Le tisserand, par un mouvement de ce levier, lance la navette à travers la chaîne dans la boîte opposée, puis en attirant à lui la monture de l'anche, il serre le fil qui s'est déroulé.

Pour lancer la navette il faut une certaine précision, car la force doit être proportionnée au poids du fil que porte la navette, et à la facilité avec laquelle la quenouille cède le fil.

Si deux ou trois couleurs de fils doivent être employées dans une pièce, on se sert de deux ou trois navettes; et dans ce cas les boîtes se composent de deux ou trois parties, comme l'indiquent les lignes ponctuées. Ces différentes boîtes à navettes peuvent être mues de haut en bas sur les montants par les petits leviers H H mis en jeu par la manivelle I, de manière à ce que la navette soit portée en face de la partie de la chaîne à travers laquelle elle doit passer.

A mesure que la pièce d'étoffe se fait, elle est posée sur la tringle K, fig. 416, et tournée sur le rouleau L par le moyen d'une roue à rochet. On nomme ce rouleau *tringle de la pièce*. *m* est une tringle à tendre, formée de deux pièces attachées par une corde, de manière que leurs extrémités sont poussées en avant, comme on le voit dans la figure. Cette tringle porte à chaque bout de petites pointes qui passent dans la lisière de l'étoffe, et la maintiennent bien tendue, sans quoi le tissage causerait quelques inégalités. Le tisserand est assis derrière le rouleau sur lequel s'enveloppe la pièce.

Telle est la construction du métier à tisser ordinaire; si on l'examine attentivement on verra qu'en y ajoutant quelques tringles on peut donner à la chaîne toutes sortes de mouvements, et arriver à une infinité de tissus différents. La partie du procédé qui demande le plus d'adresse est le jet de la navette: elle doit être jetée avec la force justement nécessaire pour l'envoyer dans la boîte opposée. On doit serrer les fils tissés avec une force égale et uniforme, et soigner les opérations préparatoires, de manière à ce que la chaîne puisse se dérouler régulièrement et se trouver tendue dans toutes ses parties.

On comprend aisément que les divers mouvements de cette machine si simple peuvent être produits par une force motrice unique. Nous indiquerons ici deux combinaisons de cette nature; la première est inventée par M. Millar.

Fig. 421, coupe d'un métier dans lequel toutes les opérations se font par des pédales mues au moyen d'excentriques.

A, grand arbre, auquel la force est communiquée. A, *tringle* portant le *fil*; B, trois rouleaux sur le plus bas desquels l'étoffe s'enroule après avoir passé dessus et entre les deux rouleaux supérieurs; C C, tringles qui soulèvent la chaîne; D D, pédales auxquelles les tringles précédentes sont attachées au moyen d'une courroie passant sur une poulie, de telle sorte que l'abaissement de l'une force l'autre à s'élever; E E, montant portant l'anche; le mouvement est donné à cette partie au moyen d'une pédale attachée par une courroie et une cheville F. Le mouvement de retour destiné à serrer les fils tissés est produit par un poids suspendu à une poulie, comme on le voit dans la figure.

On donne le mouvement à la navette en attachant les cordons des conducteurs à une autre pédale.

Un autre métier mécanique, nommé métier à manivelle, est très usité; il diffère du précédent par la manière dont le mouvement est donné aux tiges qui soulèvent la chaîne. Dans ce métier l'arbre tournant est placé directement sous ces tiges, qui sont suspendues à une poulie comme dans le métier décrit ci-dessus; deux manivelles opposées sur l'arbre les mettent en jeu. Le mouvement est donné à la monture par une manivelle placée sur un autre arbre qui tourne deux fois pendant que le premier tourne une seule fois. Ainsi la chaîne est ouverte, et la navette lancée deux fois pendant une révolution du premier arbre.

La navette est lancée au moyen des cordes *cc* des conducteurs, qui sont attachées à un levier *e*, fig. 422.

Ce levier s'appuie à angle droit sur une pièce dont les deux bras *h i* pivotent autour du centre *g*. Deux pièces de bois placées sur l'arbre de la manivelle frappent alternativement ces bras, qui donnent ainsi au levier et à la navette un mouvement de va et vient.

Pour faire des dessins sur les étoffes il faut augmenter le nombre des tiges qui soulèvent la chaîne. Cependant, quand leur nombre est trop considérable, la fabrication devient incommode; alors on emploie une autre forme de métier nommé *métier à tirer*.

Dans ce métier, on opère les changements en enlevant une partie de la chaîne, tandis que l'autre est soumise à l'action des tiges et que la trame passe et la remplit; on replace ensuite cette partie pour en enlever une autre.

Un métier construit sur ce principe, et propre à tisser des tapis, est représenté fig. 423. Chaque fil de la chaîne est attaché à un cordon, et on réunit un nombre plus ou moins grand de ces cordons suivant que l'on veut enlever, en même temps, plus ou moins de fils de la chaîne. Ces cordons ainsi réunis passent sur des poulies, comme on le voit en A, et convergent vers un point unique B; cette partie de la chaîne se nomme la *queue*. Les cordons isolés restent tendus par le moyen du poids C, et pour les maintenir séparés, on les fait passer dans une planche percée de trous. D'autres cordons sont attachés à la queue; ils peuvent être conduits par la main comme en E; de cette manière la partie de la chaîne qui doit l'être se trouve élevée. Au moyen de cette invention on peut exécuter les dessins les plus compliqués;

mais l'opération d'attacher les cordons un à un aux différentes parties de la chaîne, par de petits yeux de métal à travers lesquels on fait passer les fils de la chaîne, exige un travail fort long : c'est avec ce métier que l'on confectionne le linge appelé *damassé*.

Nous ne pouvons détailler ici tous les métiers de diverses formes qui ont été inventés ; ce que nous avons dit suffira pour faire comprendre le mode de fabrication des différentes étoffes. Pour les rubans et les autres ouvrages de luxe, on introduit dans le tissu diverses substances totalement indépendantes de la chaîne ou de la trame, et qui ouvrent un vaste champ au dessinateur. Ces substances tiennent dans l'étoffe par l'intersection des deux principales parties, la chaîne et la trame, et sont nommées par les fabricants des *fouets*.

Dans les fabriques d'étoffes de coton, de soie, de chanvre, de lin et de longue laine, l'ouvrage en sortant du métier est considéré comme achevé en ce qui concerne le tissu. Les autres opérations mécaniques ou chimiques ne tendent qu'à l'embellir. Ces opérations consistent à débarrasser les surfaces des fibres superflues en les passant sur des fers chauds, ensuite à les blanchir ou à les teindre. L'on soumet ensuite les cotons et les toiles de lin à une forte pression entre deux cylindres de fer, pour leur donner de l'apprêt : les étoffes de laine dites camelots sont pressées entre des plaques de cuivre dites *pressoirs chauds*, pour leur donner un coup d'œil uni.

Pour les étoffes de laine courte, c'est-à-dire les draps dont se font les habits, le métier ne complète pas entièrement la fabrication. Dans cette sorte de manufacture le fil est tissé comme nous l'avons décrit d'abord ; mais quand la pièce est retirée du métier, le tissu est encore trop lâche, et on le soumet à une autre opération, nommée le *refoulage*. Le drap, une fois tissé, est soumis à des lavages répétés qui le débarrassent de l'huile qu'il a reçue pendant le cardage de la laine, puis porté au moulin à fouler. Là il est plongé dans l'eau, et soumis au battage sous de larges marteaux en bois qui changent continuellement la position du drap, et par leur action rendent les fibres plus adhérentes l'une à l'autre, ce qui augmente infiniment la beauté et la solidité du tissu. Le drap est ensuite soumis à la teinture, mais les plus beaux draps sont teints en laine.

Le drap, après la teinture, subit l'opération du *peignage*, qui se fait au moyen d'un cylindre assez semblable à la machine à carder, et couvert de têtes de chardons. On se sert de cette machine pour relever les fibres et les coucher en direction parallèle ; quand on veut faire des draps fins ces fibres sont tondues avec des ciseaux ; l'étoffe est ensuite soumise au pressoir chaud.

On peut voir, en considérant les différents moyens de fabrication employés pour les tissus, de combien de manières on pourrait tromper le public en livrant des étoffes en apparence bien fabriquées, mais qui n'offriraient aucune solidité ; la pratique d'introduire une trame ou une chaîne de qualité inférieure, et de la cacher par le tissu de l'autre partie, est au nombre de ces supercheries. Si l'on veut s'assurer de la force d'une étoffe, il faut toujours l'examiner et dans le sens de la trame et dans celui de la chaîne ; autrement l'apparence extérieure pourrait souvent tromper sur la qualité réelle.

## CORDERIES ET FABRICATION DES CORDES.

Pour rendre la plante du chanvre propre aux usages de la corderie, on la soumet à plusieurs opérations.

La première est celle de *rouir* le chanvre, c'est-à-dire de l'exposer à la rosée ou à l'eau ; cette dernière méthode est employée pour le plus beau chanvre. Dans l'un et l'autre procédé l'état du temps influe sur la qualité, et l'on dit que les pluies abondantes sont favorables à la beauté de cette substance.

Quand on fait rouir le chanvre à la rosée, aussitôt qu'il a été arraché de terre on l'étale en couches peu épaisses et régulières sur une pelouse, et on l'y laisse pendant trois, six, quelquefois même huit semaines, suivant les circonstances, en le retournant deux ou trois fois la semaine, suivant l'état de l'atmosphère.

On en agit ainsi afin que la rosée et l'humidité de l'air pénètrent la plante, et rendent plus facile la séparation de l'écorce du cœur de la tige. Quand le chanvre paraît suffisamment amolli, on le lie en grosses bottes, et on le porte dans un bâtiment couvert, en attendant l'époque où on en tire la filasse.

Dans le rouissage à la rosée, il faut veiller à ce que la contexture des filaments ne soit pas altérée par un trop long séjour sur la terre, et à ce que l'humidité agisse suffisamment pour que la partie ligneuse puisse être détachée.

Pour le rouissage à l'eau, méthode la plus prompte et la plus commune, les plantes sont mises en petites bottes liées à chaque bout, et déposées, bottes sur bottes, en les croisant, dans un étang ou pièce d'eau courante ; le lit de chanvre est fait aussi épais que peut l'admettre la profondeur de l'eau ; mais en général cette épaisseur est de 1<sup>m</sup>50 à 2 mètres, et le tout est chargé de grosses pierres ou de lourds morceaux de bois pour le retenir sous l'eau. Si l'on rouit dans les étangs, on préfère ceux dont le fond est argileux.

Quand les plantes sont restées dans l'eau environ cinq ou six jours (suivant la nature de l'étang ou l'état de l'atmosphère), on les retire et on les porte sur une prairie fauchée, ou sur toute autre pièce de terre verte garantie des animaux. Là les bottes sont défaites, et le chanvre est étalé tige par tige. On doit le retourner tous les deux jours, surtout quand le temps est humide, afin d'empêcher les insectes de s'y mettre. On le laisse cinq à six semaines en cet état, puis on le lie en grosses bottes que l'on conserve au sec, jusqu'à l'époque où l'on doit en tirer la filasse.

Dans certaines parties du nord de l'Écosse, le chanvre, après qu'il a été arraché et que ses tiges sont débarrassées des feuilles, graines et branches, est lié en bottes de douze poignées, et trempé de la même manière que le lin, jusqu'à ce que la partie ligneuse se sépare de la filasse. Il vaut mieux employer plus que moins de temps à ce procédé, et il faut observer que plus le chanvre est menu, plus longtemps il doit demeurer dans l'eau. Quand on n'en a qu'une petite quantité on peut séparer la matière fibreuse à la main ; mais pour une grande quantité il vaut mieux sécher et briser les tiges, comme pour le lin.

Après que le chanvre a été tiré de l'eau, on ne l'étale pas à plat sur l'herbe,

à la manière du lin, mais on le pose en pente contre des cordes arrangées de manière à favoriser son exposition complète à l'air. On reconnaît qu'il est parfaitement sec par l'élévation de petits globules sur la moëlle. Aussitôt que le chanvre a été tiré des tiges, on le purge de la matière mucilagineuse qu'il contient, en versant de l'eau dessus, et en l'exprimant plusieurs fois. Dans cette opération il faut prendre soin que les fibres ne s'em mêlent point, ce qui causerait beaucoup de dégât.

M. Brealle a fait adopter, sur le continent, une manière de tremper le chanvre très différente de celle que nous venons d'indiquer, et dont les avantages ont été prouvés, dit-on, par de nombreuses expériences. Le procédé consiste à faire chauffer de l'eau dans un vaisseau, à la température de 90 à 95 degrés centigrades, et à y faire dissoudre une certaine quantité de savon noir dans la proportion de 1 kilogramme pour 48 de chanvre. Quand cette préparation est faite, on y jette le chanvre; il flotte sur la surface du liquide; alors on couvre le vaisseau, et l'on retire le feu. On laisse tremper le chanvre deux heures, et au bout de ce temps il est parfaitement préparé.

Le principal avantage de cette méthode est, qu'outre l'économie de temps et de dépense, elle procure une plus grande proportion d'étoupe. Toutefois la valeur du combustible employé et la main-d'œuvre doivent être prises en considération. Il est vrai que ce mode favorise la culture du chanvre, en permettant sa préparation même dans les lieux éloignés des étangs et des ruisseaux; de plus il fait disparaître les conséquences funestes qui résultent souvent de la corruption des eaux dans lesquelles le chanvre a subi le commencement de pourriture que nécessite le rouissage; conséquences bien avérées par le fait que les poissons meurent dans les eaux qui ont contenu du chanvre, et que les animaux qui boivent de ces eaux deviennent malades.

Souvent, pour éviter l'embaras et la dépense du rouissage, on laisse le chanvre monter en graine; alors il est cueilli et conservé à sec jusqu'au mois de janvier ou de février, où on l'étale sur la terre. Si cette opération est faite dans un temps de neige, le chanvre donne des fils plus forts et prend une bonne couleur; mais il est toujours très inférieur à celui qui a été arraché dans la saison convenable et roui dans l'eau.

On a employé divers modes pour la construction des étangs et fosses à tremper le chanvre; celui qui nous semble le meilleur est cité dans le rapport de Norfolk, et dû à M. Rainbeard. Par ce moyen le chanvre peut être déposé dans l'eau sans que personne soit obligé de se mouiller. La pièce d'eau peut être une ancienne marinière à laquelle on a donné une pente régulière d'un côté, et où le chanvre est empilé sur 2<sup>m</sup> à 2<sup>m</sup>50 de hauteur. On dispose le chanvre en pile carrée, sur un cadre de bois, à la hauteur convenable pour que la pile puisse flotter et porter un homme sans que les pieds de celui-ci soient mouillés; alors on glisse la pile dans l'eau, et une personne qui se tient sur le bord opposé la tire jusqu'à l'endroit où elle doit être plongée. M. Rainbeard a observé que le chanvre se rouit plus vite au fond, et pense que 5<sup>m</sup> d'eau ne seraient pas trop pour l'immersion. Par cette utile invention il est possible de plonger une charretée de chanvre en une heure. Les gerbes sont tirées de l'eau une à une, à la manière accoutumée; mais on s'occupe de trouver des moyens plus expéditifs pour y arriver.

On brise ordinairement le chanvre avec un battoir, en se servant d'abord d'un brisoir gros, ensuite d'un plus fin; il serait un peu plus expéditif de se servir pour cette opération des rouleaux du moulin à lin. Dans l'un et l'autre mode il est nécessaire de secouer souvent avec force les poignées de chanvre; dans le cas où la plante n'aurait pas été assez humectée pour se détacher facilement, il faudrait la peler à la main.

Les Américains, pour exécuter cette opération, font usage d'une grande pierre en forme de cône tronqué, qui tourne autour d'un centre en s'appuyant sur une surface plane. Le mouvement est donné par une roue à eau, et le chanvre déposé sur le sol du moulin est écrasé et brisé par la révolution de la pierre. Toutefois les meilleurs instruments pour effectuer cette opération sont les rouleaux cannelés employés dans le moulin à briser le lin, pourvu qu'on prenne soin de les garantir convenablement contre les accidents.

Quand le chanvre a été brisé, on le soumet à une autre opération, par laquelle les fibres du chanvre sont séparées de la tige; quelquefois pour faire cette besogne un ouvrier prend de la main gauche une poignée de chanvre, la place sur le tranchant d'une planche, et la frappe avec le tranchant d'un morceau de bois long, plat et étroit; mais ce moyen est long et fatigant; on emploie de préférence les roues à eau, qui font tourner un certain nombre d'instruments à sérancer, fixés sur le même arbre et se mouvant avec une grande vitesse. L'opération se fait alors plus promptement et demande moins de main-d'œuvre; mais cette vitesse même occasionne une grande déperdition de chanvre.

Les appareils qui servent à préparer le chanvre pour la filature sont tellement semblables à ceux décrits dans les procédés préparatoires pour la manufacture du lin, que nous ne croyons pas nécessaire d'en donner une description détaillée.

Nous terminerons cet article par la description des appareils propres à la fabrication des cordes, pour lesquels M. George Duncan, de Liverpool, a obtenu un brevet en mars 1813.

La première opération consiste à filer le fil pour toutes sortes de cordages.

Deux barrières parallèles et adjacentes l'une à l'autre sont fixées sur le sol de la filature et en tiennent toute la largeur. Sur chacune d'elles une machine à filer marche alternativement en avant et en arrière, l'une partant d'une extrémité en même temps que l'autre part de l'autre point opposé; et, comme elles vont d'un mouvement égal, elles arrivent en même temps à la fin de leur course.

Ces machines, en tout semblables l'une à l'autre, sont respectivement pourvues de deux rangées de fuseaux: l'une placée à un bout de la machine, les crochets faisant face au sommet de la filature; l'autre placée au bout opposé, les crochets faisant face au bas. Les fileurs sont également divisés en deux compagnies et rangés dans le même ordre que les machines. Le nombre de fuseaux contenus dans les rangées est égal dans l'une et l'autre machine, et doit être au moins égal pour chaque rangée à celui des hommes, c'est-à-dire que chaque rangée a le même nombre de fuseaux qui répond à celui des ouvriers formant une des compagnies, parce qu'il n'y a qu'une seule rangée travaillant à la fois, l'autre étant pendant ce temps employée à retenir les fils précédemment tirés, et à les suivre jusqu'à la machine à dévider.

L'opération s'exécute ainsi : les machines à filer sont placées, comme il est dit ci-dessus, à chaque extrémité de la filature, sur leur balustrade respective prête à partir. Chaque fileur des deux compagnies attache son lin au fuseau le plus près de lui, et tous les fuseaux, excepté ceux qui font face à la compagnie opposée, sont mis en jeu ; chaque machine s'éloigne de sa compagnie, file et laisse le fil sur des guides séparés ou crochets, à mesure qu'elles avancent l'une d'un côté, l'autre de l'autre ; et chacune s'arrête en arrivant au point d'où l'autre est partie. Alors chaque fileur détache de la quenouille le fil qu'il tient dans sa main, et en attache le bout à un dévidoir, dans une machine placée derrière ou à côté de lui, tandis que l'autre bout reste attaché au crochet du fuseau de la machine sur laquelle il a été filé, et qui se trouve à l'extrémité opposée du champ de la filature.

Les compagnies changent alors de machines, et les fileurs attachent le fil de leurs quenouilles aux fuseaux de la machine précédemment travaillée par l'autre compagnie ; le mouvement recommence, et le même résultat est obtenu ; pendant ce temps les dévidoirs, répondant à chaque fuseau, prennent le fil aussi régulièrement qu'il est filé.

Les deux filages et le dévidage étant terminés en même temps, tout le mécanisme s'arrête, et les fileurs détachent de la quenouille le fil qu'ils tiennent à la main, puis détachent, de l'un des crochets des fuseaux de la machine qui vient d'arriver, le fil qu'ils ont filé au tour précédent et qui vient d'être tourné sur un des dévidoirs aussi serré que le petit espace entre les machines à dévider peut le permettre. Les deux bouts de ces fils sont joints ensemble, de sorte que le fil dernier filé, couché sur les guides ou crochets, dans toute la longueur du champ de la filature, soit prêt à être dévidé. Alors les fileurs attachent leurs quenouilles aux crochets vides, les machines sont remises en mouvement, le filage et le dévidage recommencent, et ainsi de suite.

Le principe général, sur lequel se fondent ce mode d'opération et ses avantages, c'est qu'une rangée de fuseaux dans chaque machine est toujours employée à filer, en même temps que le fil fait par l'autre rangée est dévidé ; en sorte que les fileurs travaillent continuellement, excepté dans le court intervalle nécessaire pour joindre le fil et le préparer à être tiré. Pendant toute l'opération les deux compagnies de fileurs sont donc occupées réciproquement à filer et dévider.

Une corde sans fin, tirée par une machine extérieure, donne les mouvements de va et vient et de rotation aux deux machines à filer ; ces mouvements sont proportionnés de manière à permettre de les régler suivant la vitesse demandée. Les deux machines à dévider peuvent aussi être mues par la même corde sans fin. Cependant toutes les machines, ou au moins une grande partie, peuvent être mises en action par des cordes sans fin séparées, ou autre moyen usité dans les transmissions mécaniques de mouvement, pourvu que la vitesse soit toujours maintenue telle qu'elle doit être.

L'application de la crémaillère, que nous décrirons plus loin, est le meilleur moyen de régler exactement le mouvement de va et vient des machines à filer, ou de toute autre ; mais comme la résistance est fort légère dans le cas présent, le mouvement donné aux roues de la machine à filer, tel qu'il est représenté dans les planches, remplit le même objet à moins de frais.



Pour plus grand perfectionnement, M. Duncan inventa un appareil additionnel qui donne un second tordage au fil, et peut être introduit à volonté. L'objet de cette invention est d'empêcher le fil de perdre sa force, par le détors du cordon et autres opérations subséquentes. On obtient cet effet d'une manière très simple, en faisant continuer le mouvement de tordage quelque temps après que celui de va et vient a cessé ; ce qui donne un degré de torsion de plus au fil, quand il a été filé à sa longueur. Cette opération s'exécute pendant que les fileurs replient les bouts et les préparent pour un autre tour. On a obtenu le même effet par plusieurs autres moyens, mais tous si compliqués et si dispendieux, que leur application est plutôt désavantageuse qu'utile.

Voici les divers avantages que procure ce mode de filature :

Premièrement, les fileurs peuvent à moins de frais faire une plus grande quantité d'ouvrage dans le même espace de temps que par toute autre méthode. En effet, excepté le moment qu'ils emploient à joindre les bouts, ils sont constamment occupés à filer, et ne sont obligés ni de se déplacer ni de porter leur attention sur autre chose que sur le fil qui passe dans leurs doigts.

Secondement, la vitesse du mouvement de la machine à filer étant uniforme et proportionnée à la quantité d'ouvrage que peut faire raisonnablement chaque fileur, elle l'oblige en quelque sorte à faire cette quantité ; et comme la machine est construite de manière à soulever elle-même les fils des guides et à les suivre jusqu'aux dévidoirs, on n'a besoin que de peu ou point de garçons pour aider.

Troisièmement, les fileurs peuvent produire de plus beaux fils, d'abord parce que leur attention est entièrement consacrée au filage, ensuite parce que le degré de tordage étant donné mécaniquement, il est toujours égal.

Quatrièmement, le chanvre que l'on file avec cette machine peut être préparé à la manière ordinaire, ou sur un coupoir, qui fait de la masse entière une longue franche ; dans les deux cas on peut le tirer de l'extrémité des fibres, ce qui le rend beaucoup plus fort. On peut cependant le tirer du milieu de la quenouille, et plus commodément que par l'ancienne méthode, parce que les fileurs restent toujours à une même place à l'un des bouts de l'atelier, et conséquemment le chanvre n'est pas aussi exposé à se décomposer que lorsqu'ils ont à parcourir deux fois la longueur de cet atelier ; par la même raison il se perd moins de matière.

Les frais de cette machine, avec tous ses appendices, et la puissance nécessaire pour la faire agir, sont peu considérables. On peut adopter, pour la construction des machines à filer, différentes formes, et les faire marcher sur des balustrades posées à terre ou suspendues au plancher, fixées dessus ou dessous les machines ; l'ensemble du mécanisme peut être modifié suivant la position des balustrades et les convenances locales de la corderie.

Le mode représenté fig. 469, 470 et 471, est celui que préfère M. Duncan, par la seule raison qu'il occupe moins d'espace. Toute la largeur que ce mode exige pour la corderie est celle de 2 mètres, excepté à chaque extrémité, où il faut l'espace suffisant pour les fileurs, la machine à dévider, et le chanvre à filer. Dans cet espace étroit, on peut filer vingt-quatre bouts à la

fois, et autant sont dévidés en même temps ; en sorte que l'économie dans les premiers frais d'établissement est considérable.

Dans les fig. 478 et 479, on voit comment il est possible de faire d'autres arrangements, de changer la forme des machines et leurs dispositions générales, de manière à les adapter, selon les localités, pour les corderies que l'on voudrait établir sur ce principe.

Dans les fig. 469, 470, 471, 472 et 473, l'espace de A à B est censé le champ de la filature ou corderie. On a fait un arrachement au milieu, faute de place sur la planche pour le montrer dans toute sa longueur ; C C et C C de chaque côté de l'arrachement, sont une des balustrades ; D D et D D l'autre balustrade.

La fig. 469 représente un plan d'une des machines à filer au haut bout de la corderie sur la balustrade C C.

La fig. 470 est l'autre machine exactement semblable, placée à l'extrémité de la corderie sur la balustrade D D.

La fig. 471 est l'élevation d'un des côtés.

Quoique les deux machines soient parfaitement semblables, cependant certaines parties du mécanisme sont omises dans quelques unes des figures pour laisser voir les autres plus distinctement, et la totalité n'est montrée dans aucune des figures. E indique partout la corde sans fin qui fait aller les deux machines, et *w* les rouleaux ou poulies suspendues aux poutres L qui guident et portent cette corde.

Les mêmes lettres indiquent, dans toutes les figures susdites, les mêmes parties.

F, est le corps des machines.

*a* et *b*, deux poulies, attachées sur les deux axes verticaux *c* et *d* (comme on le voit mieux figure 471) et que la corde sans fin fait tourner en sens contraire.

On voit mieux, fig. 470, la manière dont la corde tourne, et comment en saisissant les poulies elle cause leur mouvement opposé.

Dans la fig. 471, *e* et *f* sont deux roues dentées fixées sur les arbres *c* et *d* pour égaliser leur mouvement.

Le mouvement par lequel chaque rangée de fuseaux tord le fil est donné par leurs axes respectifs, lesquels communiquent en même temps tous les mouvements de va et vient. Mais les premiers mouvements ne sont donnés qu'à celle des extrémités où les fuseaux filent ; car, tandis que l'axe le plus près de l'extrémité où les fuseaux filent est employé à donner le mouvement de rotation à cette rangée de fuseaux, et celui de va et vient à tous, l'axe plus près de l'autre extrémité ne donne aucun de ces mouvements, quoiqu'ils tournent en même temps.

*g* et *h*, dans les mouvements de va et vient, sont deux pignons sur des pivots libres, poussant alternativement la roue *i*, qui est attachée sur l'arbre *k*, et vue seulement fig. 471. Au bas de cet axe est la roue d'angle *l*, poussant, par le moyen d'une autre roue d'angle *m*, l'axe transversal *n*, qui à une de ses extrémités porte les poulies 1, 2, 3, et à l'autre les poulies 4, 5, 6, mieux vues fig. 469 : ces poulies sont de différentes grandeurs, et une d'elles seulement à chacun des bouts de l'axe travaille à la fois. Les quatre roues du chariot *q*, sont attachées sur les axes *o p*, et le mouvement leur est donné par deux

courroies ; l'une part de l'une des poulies 1, 2, 3, l'autre de l'une des poulies 4, 5, 6 ; chaque courroie passe sur une poulie correspondante, sur l'axe des roues du chariot. La révolution de ces axes force la machine à avancer suivant le mouvement qui leur est donné ; ce mouvement peut être modéré selon les cas par la différente dimension des tablettes.

Sur l'extrémité inférieure des axes *c* et *d*, servant aux mouvements de rotation, sont les poulies *r* et *s* tournant librement et saisies tour à tour par des crampons, comme nous l'expliquerons ensuite. Elles donnent le mouvement aux cylindres verticaux *G*, *H*, par le moyen de courroies attachées sur les essieux de ces cylindres, qui, en tournant, donnent le mouvement aux fuseaux filants par des courroies séparées passant autour du *tour* de chaque fuseau. Les machines portent chacune 24 fuseaux, 12 d'un côté, 12 de l'autre, ou six à chaque coin ; on voit leur position fig. 469 et 470. Dans ces deux figures on ne voit qu'un fuseau à chacun des quatre coins, les cinq autres étant rangés verticalement au-dessous ; mais la manière dont ils sont disposés est vue fig. 471. Dans cette figure 12 fuseaux, c'est à-dire la moitié de ce qui en est contenu dans la machine, paraissent du côté le plus rapproché, six ou une demi rangée à chaque bout ; l'autre moitié paraît disposée de même du côté opposé. Ces deux rangées sont alternativement employées, l'une à filer, l'autre à tenir et suivre les fils qui se dévident. *z, z*, fig. 471, sont des roues à rochet et des crampons placés sur les essieux des cylindres *G* et *H* pour empêcher les fils de se tordre en se dévidant.

Dans les figures 469 et 470 on voit mieux les chariots dans lesquels courent les fuseaux ; la forme et l'usage de ces pièces, des tours et des fuseaux sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire de les indiquer dans les figures par aucune lettre de renvoi ; par la même raison, aucune des courroies n'est marquée.

Ayant décrit les différents mouvements et les diverses pièces de la machine à filer, nous allons expliquer plus particulièrement la manière dont elle travaille.

On voit, fig. 471, que le crampon de la boîte 13 est en contact avec le crampon du pignon *h*, le crampon de la boîte 14 avec le crampon de la poulie *s*, et que les crampons des boîtes 15 et 16 ne sont pas en contact avec le pignon correspondant *g* et la poulie *r*.

17 et 18 sont deux leviers séparés, placés aux deux extrémités de la machine, et mettant tour à tour en mouvement les crampons mentionnés ci-dessus : le levier 17 sert pour les boîtes 13 et 14, au moyen des charnières 21 et 22, et des bras de levier 19 et 20 : ces derniers portent des griffes à leurs extrémités pour saisir les boîtes 13 et 14. Comme ils sont liés avec le grand levier 17 par la tige d'union 23, ils le font mouvoir de haut en bas ou de bas en haut. Cependant la machine peut toujours être arrêtée quand cela est nécessaire, en repoussant en arrière l'arrêt 24, avec la main.

Les deux grands leviers 17 et 18 pèsent sur le bout de la manivelle, de manière que, quand ils sont dégagés de leurs arrêts, les boîtes se trouvent toujours au repos. On fait marcher la machine en dégageant avec la main le levier de son arrêt. Tout le mécanisme de chaque côté de la roue *i*, à chaque extrémité de la machine, est exactement semblable ; la description de l'un des côtés servira donc pour les deux. Les mouvements de rotation des fuseaux à

chaque extrémité n'ont jamais lieu en même temps; car, tandis que ceux d'une extrémité sont employés à filer une rangée de fils, ceux de l'autre, qui retiennent et conduisent l'autre rangée de fils (précédemment filés) sur la machine à dévider, restent en repos. Les quatre boîtes 13, 14, 15 et 16 tournent constamment avec les axes *c* et *d*.

Quand la boîte 14 est en contact avec la poulie *s*, elle met en mouvement la rangée de fuseaux filants appartenant au cylindre *H*; en même temps la boîte 13, qui l'accompagne, étant en contact avec le pignon *h*, donne un mouvement en avant ou en arrière à toute la machine, mouvement communiqué par la roue *i*, qui donne le mouvement aux quatre roues du chariot, par les moyens déjà décrits. La roue *i* engrène avec les deux pignons: l'un la fait tourner dans un sens quand la machine va, et l'autre dans un sens opposé quand elle revient; conséquemment l'axe transversal *n*, qui reçoit son mouvement de la roue *i*, fait tourner en même temps les deux axes des roues du chariot, dans un sens quand il s'éloigne du haut de la filature, et dans le sens opposé quand il s'éloigne du bas de la filature: cet axe est commun aux deux essieux.

La fig. 472 donne le plan de la machine à dévider, placée en haut de la filature, et contenant 12 dévidoirs qui correspondent à un pareil nombre de fuseaux dans chaque machine à filer.

La fig. 473 représente le plan d'une machine à dévider placée au bas de la filature, et contenant le même nombre de dévidoirs. Ces deux machines sont montées assez au-dessus du sol de la filature pour que les fils qui se dévident sur elle puissent passer au-dessus de la tête des fileurs, et que ceux-ci puissent agir librement au-dessous. Dans la planche, elles ont été placées plus près qu'elles ne doivent l'être de la machine à filer, faute d'espace. Comme tous les fuseaux des deux machines à filer travaillent, la moitié à filer, l'autre moitié à conduire les fils aux dévidoirs, ainsi qu'il a été décrit plus haut, tous les dévidoirs des deux machines à dévider se trouvent employés.

La fig. 474 montre à une extrémité de la corderie les dévidoirs vus de côté, et placés sur leurs fuseaux; il n'est pas nécessaire d'en faire la description, ces sortes de machines étant généralement connues. Ils sont représentés ici ne prenant qu'un fil par dévidoir, pour expliquer la nouvelle méthode pour laquelle le brevet a été obtenu; mais on peut dévider plus d'un fil à la fois, et sur ces dévidoirs, et sur tous les autres, qu'on peut employer dans ce mode nouveau de filer les cordes, ou à tout autre usage. Il n'est ni convenable ni nécessaire que la corde sans fin s'arrête quand les machines à filer arrivent au bout de leur carrière; elles se mettent elles-mêmes hors d'action aux deux bouts de la corderie; en conséquence nous supposons la corde sans fin en mouvement, et toutes les autres parties en repos, excepté les deux axes *c* et *d* et leurs boîtes respectives. Les boîtes à crampons de ces deux axes sont dans la position de 15 et 16, fig. 471. Chaque fleur des deux compagnies opposées ayant attaché le chanvre aux fuseaux, il ne reste plus qu'à lever avec la main le levier 17, fig. 471 (ce qui paraît déjà fait sur la planche), ainsi que le levier correspondant de la machine opposée; alors le filage et le dévidage sont mis en train et marchent de la manière déjà décrite.

Quand la machine s'arrête, chaque fleur rattache son fil, et le jette sur le conducteur le plus proche *x*, pour qu'il soit mis hors du filage et porté sur le

dévidoir. Les poulies *a* et *b* placées sur le sommet des axes *c* et *d*, auxquels la corde sans fin donne la première impulsion, peuvent être remplacées quand cela est nécessaire par des poulies d'un plus ou moins grand diamètre, si l'on veut diminuer ou augmenter la vitesse des mouvements. Dans le même but, la roue qui donne le mouvement à la corde sans fin peut aussi avoir des rainures de différents diamètres. Les poulies qui peuvent être changées pour diminuer ou augmenter les mouvements, sont les quatre marquées *t r* pour un côté de la machine, et *v s* pour l'autre : on les voit fig. 471. Pour se procurer un plus ou moins grand espace à parcourir, on peut faire courir les courroies soit sur les poulies 1, 9, 6, 10, soit sur 2, 8, 5, 11, soit sur 3, 7, 4, 12, comme on le voit fig. 469.

La fig. 475 (dans laquelle sont les fig. 476, 477, 478 et 479), représente la perspective d'un bâtiment de corderie, de 5<sup>m</sup>50 de large en dedans. Il est divisé en deux parties pour montrer divers modes de construction de machines à filer, basés sur le même principe, ainsi que les différentes situations dans lesquelles ces machines peuvent travailler, et l'espace qu'elles doivent occuper en proportion du nombre de leurs fuseaux.

Les fig. 478 et 479 sont des perspectives de deux formes de machines à filer différentes l'une de l'autre, et différentes de celle déjà décrite, quoique toutes soient construites sur le même principe. La machine représentée fig. 478 est montrée se mouvant sur un châssis MM, au-dessous du plancher L, et ayant des fuseaux en-dessus et en-dessous. Les parties que l'on voit dans la figure sont : N, N, deux des roues de conduite; O P, poulie qui porte la corde sans fin; A, l'un des rouleaux qui font tourner les fuseaux; R, poulie placée sur l'extrémité du rouleau, remplissant le même but que *t* et *v*, fig. 471; W, partie de la poulie placée sur l'essieu de la roue de conduite, servant à la même fin que l'une de celles qui sont sur les essieux *o* et *p*, fig. 469 et 470. Les porteurs, les tours, les fuseaux et leurs bandes sont semblables à ceux de la machine déjà décrite. La situation où ils sont est trop évidente pour exiger des caractères particuliers de renvoi pour la décrire. La partie de la figure offrant les supports est aisée à discerner. Un côté du châssis est fixé au poteau K; l'autre côté repose sur le support en fer S, suspendu au plancher L, lequel remplit le même but pour le châssis adjacent. X est une des poulies-guides de la corde sans fin. T est une barrière (que l'on peut enlever dans l'occasion) posée en travers des poteaux V et K, répondant aux mêmes fins que les deux balustrades, et portant de distance en distance des chevilles verticales pour soutenir et empêcher les fils des fuseaux inférieurs de se mêler. Les crochets fixés à la face inférieure du plancher L remplissent le même office pour les fils des fuseaux supérieurs. Pour coucher les fils sur ces crochets, un guide séparé sur chaque fuseau est placé debout dans une barre légère, se projetant de 60 à 90 centimètres en dehors à chaque bout de la machine, et parallèlement à elle. Les guides ont la même forme que les crochets du plancher, à l'exception que chacun a un œil à la pointe pour emporter les fils des fuseaux dans une direction oblique, et les coucher dans leurs crochets respectifs quand ils sont dévidés.

On voit de quelle manière les guides passent entre les crochets, fig. 477; *a* représente la barre en saillie; *b* 2 les guides, dont deux seulement sont marqués : les fuseaux ne sont pas censés opposés aux yeux de leurs guides, mais

exactement en face des parties droites de ces guides et de niveau avec les yeux. On peut effectuer l'accrochement des fils de plusieurs autres manières, mais celle-ci est considérée par M. Duncan comme la plus simple et la plus commode.

L'espace entre le poteau V et la monture en fer S, est la place que doit occuper l'autre machine à filer.

La machine à filer, fig. 479, est représentée marchant sur un chemin établi sur le plancher L. Cette machine est pareille, quant à la partie inférieure, à celle décrite ci-dessus, mais n'a point de fuseaux sur sa partie supérieure. Les chevilles-guides sont ici fixées au plancher. L'espace vide à droite de la machine est la place que doit occuper l'autre machine. Les lettres de renvoi employées pour la fig. 470 et les parties qui en dépendent, indiquent les mêmes parties pour la fig. 479 et ses dépendances. Quoique ces deux machines (dont on voit la perspective fig. 478 et 479) diffèrent l'une de l'autre par la forme et l'arrangement du mécanisme, aussi bien qu'elles diffèrent de celle des fig. 469, 470 et 471, le même principe de mouvement pour la marche et le filage leur est applicable à toutes; il est donc inutile d'entrer dans plus d'explications à ce sujet.

La fig. 480 montre la méthode employée pour donner un supplément de torsion. Comme l'appareil dont on se sert à cette fin est applicable aux axes de la corde sans fin dans toutes les machines, il suffira de le décrire tel qu'il est appliqué à l'une d'elles. Cette figure représente l'appareil vu de côté, et montré comme appliqué à l'axe d, fig. 471 : les mêmes lettres désignent les mêmes parties dans les deux figures.

L'appareil pour la torsion supplémentaire peut aisément s'adapter à la partie inférieure de la figure. Il consiste en un crampon fixé sur le côté inférieur de la poulie s, en un crampon pareil à la boîte 25 que fait tourner l'arbre, et en un levier 26 pour agir sur la boîte. La tringle 23 est allongée pour joindre ce levier aux deux autres. A la partie supérieure de la figure on voit le reste de l'appareil, qui consiste en un crampon sur le côté supérieur de la boîte 13; une vis sans fin sur un tour lâche; un crampon 27 sur son côté inférieur pour opérer avec le crampon correspondant de la boîte 13; une roue à dents 28 pour agir dans la vis sans fin, un bras 29 tournant librement sur l'axe de la roue, arrêté près de la circonférence de la roue par la gâchette 30, mais pouvant jouer dans cette gâchette, l'extrémité du bras le plus éloigné de l'axe étant destinée à relever le levier 19; un ressort 31 fixé sur la roue, et qui presse contre le bras.

La totalité de la machine est représentée en repos, et dans la position où elle se trouve quand elle est prête à partir de l'une des extrémités de l'atelier pour suivre les fils jusqu'à la machine à dévider. Elle reste dans cette position jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à la machine à dévider; les fils sont dégagés des fuseaux quand le principal levier 17 est soulevé à la main jusque dans le crampon 24, pour mettre en train les mouvements de va et vient et de filage. Par l'élévation de ce levier, le levier 19 est baissé, et le bras 29, ainsi dégagé et jouant dans la gâchette, est lancé en avant par son propre poids. L'objet de cet arrangement est que le bras ne puisse pas être dans le chemin du levier 19, quand il met en mouvement la vis sans fin. Quand la machine est retournée à l'autre bout de l'atelier, et que les fils ont par conséquent toute leur lon-

gueur, le crampon 24, sur lequel porte le grand levier, est jeté en arrière par la machine qui marche contre un support, comme il a été décrit, et le levier, recevant le poids suffisant du côté de la manivelle, tombe, et par ce moyen le mouvement de va et vient est arrêté. Le mouvement de filage le serait aussi; mais lorsque la boîte 14 (comme on le verra ensuite sur la figure) est arrêtée par la poulie *s* sur le côté supérieur, la boîte 25 au même instant, et par le même mouvement, est mise en action par la poulie placée sur le côté inférieur, et le mouvement de filage continue. Le côté inférieur de la boîte-crampon 13, étant mis hors d'action par le pignon *h* (qui arrête le mouvement de marche), le côté supérieur de la même boîte est au même instant, et par le même mouvement, mis en action avec la vis sans fin 27, qui conséquemment met en mouvement la roue 28; le bras 29 est aussi entraîné par la révolution de la roue; et quand, après avoir fait presque une révolution, elle se trouve en contact avec le levier 19, elle le force à baisser, et par là met hors d'action la boîte 25 aussi bien que la sienne, ce qui arrête tout le mécanisme. L'usage du ressort 31, pressant derrière le bras, est de faire que ce bras force le levier 19 à baisser un peu plus, aussitôt que les boîtes 13 et 25 sont hors d'action, ce qu'il peut faire alors, la résistance qui lui était opposée étant diminuée; l'objet de cette disposition est d'empêcher le vacillement des boîtes pendant qu'elles sont dans cette situation. On empêche le ressort d'aller trop loin par un arrêt. On peut prendre un autre moyen pour forcer le levier 19 à baisser jusqu'au point nécessaire; c'est de fixer une cheville ou une griffe en saillie sur le corps de machine, de manière que l'extrémité du ressort susdit puisse venir en contact avec elle un peu avant le temps où le bras commence à pousser en bas le levier; le bras sera délivré de la pression du ressort, jusqu'à ce qu'il ait fait baisser le levier presque au point de jeter les boîtes hors d'action; à ce moment l'extrémité du ressort, étant dégagée de la cheville, frappe subitement contre le dos du bras, et ainsi renvoie en bas les crampons débarrassés de ceux avec lesquels ils étaient en action.

Dans ce cas le ressort ne peut non plus pousser trop avant, parce qu'il est retenu par un arrêt. Le temps pendant lequel la roue dentée tourne est précisément nécessaire pour donner la torsion supplémentaire; mais si la révolution de la roue ne laissait pas le temps suffisant, le mouvement pourrait être ralenti par les moyens ordinaires, et l'on pourrait adapter des roues dentées propres à différentes sortes de fils.

Malgré tout le soin qu'on apporte à confectionner les fils pour toutes sortes de cordages, haubans, haussières ou câbles, il est reconnu que par diverses causes il existe une inégalité de tension entre les divers cordons composant la même corde. Cette inégalité devient plus apparente après qu'on les a réunis; quelques-uns des cordons devenant trop lâches, d'autres trop tendus, conséquemment inégaux en longueur, quoiqu'ayant été également longs dans l'origine, et ayant reçu le même nombre de tours par le mécanisme le plus parfait et le mieux construit. Dans le cas où l'on aperçoit ces inégalités, il faut rectifier la longueur des cordons et leur donner le même degré de torsion, pour que chacun d'eux supporte sa portion égale d'efforts quand la corde sera faite et mise en usage. L'opération faite dans ce but se nomme rectifier les cordons. Elle consiste à donner une plus grande torsion à un cordon trop lâche, à détordre celui qui est trop tendu, ou à faire l'un et l'autre à la fois.

Dans quelques corderies où les mécaniques vont soit par la vapeur, soit par quelques forces considérables, la méthode adoptée est de donner plus de torsion aux cordons, en arrêtant le mouvement qui tord les plus tendus, et à laisser ceux-ci stationnaires jusqu'à ce que les premiers aient atteint le même degré de torsion.

Ce moyen est défectueux en plusieurs cas, parce que le cordon que l'on tord davantage devient par là moins souple et plus mince; conséquemment il ne peut s'intercaler dans la corde d'une manière régulière avec les autres cordons moins tordus. En effet le plus serré tombera toujours plus en dedans; les moins serrés resteront plus en dehors, formant une spirale irrégulière autour du premier, qui supportera conséquemment plus que sa part d'effort quand la corde sera tirée, et tendra à la faire briser plus aisément. Si l'inégalité de torsion est produite par quelque différence dans l'épaisseur primitive des cordons, les plus petits deviendront les plus lâches quand on les resserrera, et en les rectifiant par l'opération indiquée ci-dessus, c'est-à-dire en les tordant jusqu'au degré de torsion des autres, l'inégalité de grosseur deviendra encore plus grande; car plus le cordon sera tordu, plus sa circonférence diminuera, ainsi que sa longueur. Si nous supposons maintenant tous les cordons originairement d'une égale épaisseur, et que l'inégalité de torsion provienne entièrement d'une erreur dans la première mesure des longueurs, il est clair que la modification par la méthode en question (et aucune autre ne peut être adoptée avec les mécaniques actuellement en usage, après que les cordons sont fixés sur les crochets et que l'ouvrage est commencé), donnera toujours l'inconvénient précédent; c'est-à-dire qu'un cordon tordu plus serré devient plus petit de diamètre, et un autre tordu plus lâche devient plus large de diamètre, ce qui empêche le tout de former une corde unie et régulière dont chaque cordon tire également.

Comme il paraissait utile de trouver un moyen plus sûr et plus convenable que ceux employés jusqu'ici pour cette opération, M. Duncan inventa et mit en pratique une nouvelle manière de rectifier les cordons pour toutes sortes de cordages. Le principe général sur lequel elle est fondée est de disposer le mécanisme de manière que les crochets de la planche de devant, quand quelques cordons qui y sont fixés ont besoin d'être tendus, puissent tous séparément s'éloigner du crochet opposé de la machine à filer à laquelle l'autre bout du cordon est attaché; ou que quand ils ont besoin d'être relâchés, les crochets puissent avancer vers le crochet opposé, et que l'on puisse porter ainsi tous les cordons à la même torsion, sans donner à l'un un tour de plus qu'à l'autre. Le perfectionnement le plus important obtenu par M. Duncan est que cette opération peut se faire suivant que le cas l'exige, soit avant, soit pendant, soit après le resserrement des cordons, sans arrêter ni le mouvement de torsion, ni les autres, et cela avec plus de facilité, d'exactitude et de certitude que par tous les autres moyens en usage.

Pour faire mieux entendre cette partie de l'invention, nous avons ajouté des planches contenant le mécanisme que M. Duncan adapte à cet effet.

Dans la fig. 482, A, B, C représentent la partie supérieure de la machine dans laquelle la mécanique est fixée à la planche de devant; C étant la face opposée ou en regard du chemin que doit parcourir la corde. D est une roue dentée, recevant le mouvement de quelque mécanisme extérieur. Cette roue



fait mouvoir l'autre roue dentée *F*, et toutes deux peuvent être changées pour obtenir la vitesse de mouvement exigée. La roue dentée *E* est fixée sur l'axe du cylindre cannelé *F*, auquel elle donne le mouvement. Ce cylindre fait tourner les quatre pignons 1, 2, 3, 4, dont les axes portent les crochets auxquels sont attachés les brins de la corde lorsqu'ils sont tordus ou rectifiés. Pour remplir le but de l'invention, les fuseaux à crochets, outre leur mouvement de rotation que nous avons décrit plus haut, sont construits de manière qu'un ou plusieurs d'entre eux puissent, tandis que le mouvement de filage est ou n'est pas en train, glisser soit en avant, soit en arrière, dans une direction horizontale, parallèlement à l'axe du cylindre *F*. Cette disposition a pour but la rectification des cordons. Les fuseaux-crochets, qui doivent glisser, comme on vient de le dire, le long de l'axe du cylindre, sont naturellement placés dans cette direction, et, aussi bien que leurs pignons, peuvent passer l'un sur l'autre. Les positions de ces pignons autour du cylindre sont montrées dans la figure 482, représentant la machine vue de face; les mêmes signes de renvoi indiquent les mêmes parties dans chaque figure. Comme les quatre fuseaux-crochets sont exactement semblables, la description d'un seul suffira. Nous prendrons pour exemple le fuseau *b*, dans la fig. 481. *GH* est une vis de quelques centimètres plus longue que le cylindre, sur laquelle est ajusté l'écrou *e*, que l'on peut tourner à la main au moyen de bras. Une tête ou griffe *f*, dans laquelle s'ajuste un manchon, et dans laquelle tourne aussi l'extrémité adjacente du fuseau-crochet, est jointe à cette longue vis. Deux collets *g*, *h*, ajustés sur le fuseau, un sur chacun, des côtés du manchon, font que le fuseau suit la longue vis, soit en avant, soit en arrière, quand elle est mise en mouvement par la révolution de l'écrou *e*, le mouvement de rotation du fuseau pouvant avoir lieu en même temps, s'il est nécessaire. *i* et *k* sont deux guides fixés sur les châssis en croix *B* et *C*, à travers lesquels le fuseau peut passer, repasser et tourner; *l* est un guide de la même nature, fixé sur le châssis en croix *A*, à travers lequel la longue vis peut passer et repasser, mais non tourner. La partie saillante *m* est attachée ferme sur la tête *f*, et conséquemment accompagne la longue vis et le fuseau quand ils glissent (voyez la vue de côté, fig. 483), et la pointe de *m* est construite pour passer longitudinalement, pendant ce moment, dans une rainure de la pièce de bois *n*, fixée parallèlement à la longue vis et au fuseau, entre les deux supports en croix *A* et *B*.

Le but de cette invention est d'abord d'empêcher le fuseau (dont une extrémité tourne) d'emporter la vis avec lui, et ensuite de maintenir cette vis et la tête dans laquelle elle s'ajuste toujours stables et en ligne directe avec le fuseau. Pour maintenir la vis stationnaire dans la position où on l'a laissée, l'impulsion du cordon sur le crochet (en pressant l'écrou *e* contre le dos du guide *l*, est toujours suffisante. Le diamètre du cylindre *F* peut être d'environ 60 centimètres, et celui des quatre pignons de devant 1, 2, 3, 4, d'environ 30 centimètres, plus ou moins, suivant la vitesse que l'on désire. La profondeur de leurs dents doit être la même que celle des dents du cylindre. La longueur du cylindre doit être au moins égale à la plus grande inégalité de longueur qui peut se trouver entre le cordon le plus lâche et le cordon le plus tendu de ceux destinés à la même corde, avant ou pendant l'opération de resserrement, quand ils sont portés à une égale torsion, suivant cette mé-

thode de les rectifier. On trouve en général que l'inégalité de longueur, en d'autres termes de torsion, est proportionnée à la circonférence, et a lieu d'une manière plus marquée, dans un assortiment de gros cordons que dans un de cordons plus petits. Ainsi dans les grandes corderies, telles par exemple que celles où l'on fabrique les cordages pour la marine royale d'Angleterre, la longueur de ce cylindre ne peut être de moins de 1<sup>m</sup>20. M. Duncan a trouvé que, pour fabriquer des cordages propres aux plus gros vaisseaux marchands, il était rare qu'une longueur de plus de 90 centimètres fût nécessaire. Dans les corderies où l'on fabrique les cordages d'après le système ordinaire, il faut un peu plus de longueur. Chacun des quatre pignons est fixé sur le milieu de la longueur de son fuseau-crochet; en supposant donc que le pignon 2 fût placé de manière à rencontrer exactement le bout du cylindre près du châssis B, il doit alors pouvoir glisser jusqu'à l'autre bout, près du châssis C; pour cet effet le fuseau doit toujours être maintenu dans ses guides *i* et *k*, qui le soutiennent, et dans lesquelles il peut glisser et tourner; il doit donc avoir le double de la longueur du cylindre, et en outre une longueur additionnelle égale aux espaces occupés par les guides, les châssis, les dégagements et autres pièces nécessaires. La longueur de la vis G H, et celle de la pièce *n*, sont chacune égale à la longueur du cylindre, et répondent, à quelques centimètres près, à l'espace que l'on doit laisser pour que les guides puissent glisser, comme il est dit ci-dessus. On a montré que le cylindre fait mouvoir les quatre fuseaux-crochets, et que chacun d'eux en particulier peut être mù par le moyen de sa vis, soit en avant, soit en arrière, sans interrompre son propre mouvement de rotation, ni celui des autres fuseaux; les dents des pignons étant, pour cet effet, maintenues en action avec eux, tandis qu'elles glissent en même temps en long entre les dents ou les cannelures du cylindre.

Supposons les cordons attachés à leurs crochets respectifs, les pignons placés tous à une égale distance de chaque bout du cylindre, et tous les fuseaux-crochets tournant, filant et serrant les cordons; l'opération de rectifier ceux-ci se fait simplement en tournant à la main, aussi souvent qu'il est nécessaire, un ou plusieurs des écrous de vis, dans un sens ou dans l'autre, suivant les cas. Ainsi, pour relâcher un cordon trop tendu, son crochet doit être éloigné du front du châssis C; et pour tendre un cordon trop lâche, il faut tirer son crochet vers ce châssis.

La fig. 484 représente, dans une vue de côté, quelques modifications au mécanisme, par lequel le mouvement glissant des fuseaux est effectué; modifications fondées sur le même principe et répondant aux mêmes fins que les machines vues dans le plan, fig. 481. Après l'explication déjà donnée, peu de mots suffiront pour faire concevoir ce nouveau mécanisme: *b* est un fuseau-crochet semblable à ceux de la fig. 481, excepté que le pignon 2 n'est pas attaché sur lui, ce fuseau devant passer ou glisser à travers le trou de l'axe de ce pignon. Pour que le fuseau puisse en même temps tourner avec le pignon, la voie 10 est coupée sur un côté du fuseau, sur une longueur égale à l'espace sur lequel s'opère le mouvement glissant, et cette voie reçoit une clef de l'axe du pignon, à travers lequel passe et repasse la partie entaillée du fuseau, suivant l'occasion; la clef reste toujours dans la voie, pour emporter le fuseau et lui donner le mouvement de rotation. Les parties *f* et *g* sont exactement les mêmes que celles désignées par les mêmes lettres, fig. 481; *i* est

une crémaillère (qui répond à l'extrémité de la longue vis, fig. 481), que le pignon *o*, par le moyen de la manivelle *p*, fait avancer ou reculer. La roue à rochet *q* et son crampon retiennent la crémaillère et le pignon stationnaire; *i i* et *k k* sont les guides dans lesquelles tourne le fuseau, et à travers lesquelles il glisse également; *r r* sont deux anneaux jouant sur le fuseau, entre les guides *i i* et le pignon 2, et destinés à modérer le frottement pendant qu'il glisse et tourne; *s* est le guide de la crémaillère, dont le fond est carré. La roue *K*, mue par quelque machine extérieure, fait tourner le pignon 2. Les roues d'échange, pour varier le mouvement, peuvent être appliquées à ce système de mécanisme, comme à celui vu fig. 481.

On voit, par ce que nous avons déjà expliqué, que le crochet à cordon peut, au moyen de la crémaillère *i* et du pignon *o*, être tiré, ou bien glisser, soit en avant, soit en arrière, à travers son pignon 2, sans que le mouvement de rotation cesse; le pignon 2 est toujours en mouvement en même temps que la roue *h*, par laquelle il est mû, et qui elle-même peut recevoir le mouvement d'une puissance extérieure. Nous renvoyons donc à la précédente description, sans entrer dans plus de détails sur les moyens par lesquels les cordons sont rectifiés avec cette modification du même mécanisme.

Le lecteur observera que les cordons peuvent être rectifiés d'après deux principes: premièrement, en faisant avancer ou reculer les fuseaux-crochets; moyen par lequel on obtient une torsion égale sans qu'un fuseau fasse un seul tour de plus que les autres; secondement, en faisant rester en repos un ou plusieurs fuseaux-crochets, pendant que les autres tournent, ce qui donne lieu à une torsion égale par un nombre inégal de révolutions. Si l'on ne veut adopter qu'un des deux systèmes, M. Duncan désigne le premier comme le plus convenable et le plus efficace. Néanmoins, comme il arrive quelquefois dans la pratique que tantôt l'un, tantôt l'autre système, tantôt les deux combinés ensemble, réussissent le mieux, M. Duncan a inventé une méthode encore plus perfectionnée, par laquelle l'un ou l'autre principe, ou tous deux ensemble, peuvent être appliqués par une combinaison de mécaniques. Ce plan, qui n'a, je crois, jamais été mis en pratique, consiste simplement à ajouter à l'une des deux machines ci-dessus décrites, un appareil additionnel, pour que toutes sortes de cordons puissent être rectifiés, soit entièrement par le système de faire avancer et reculer à volonté un ou plusieurs des fuseaux-crochets, pendant que les autres restent en repos, soit par les deux systèmes combinés, suivant que les causes de l'inégalité de la torsion des cordons peuvent l'exiger, les opérations marchant toutes, ou seulement quelques-unes, ensemble ou séparément, suivant ce qui convient le mieux, sans s'interrompre mutuellement.

La figure 485 donne le plan du mécanisme ajouté pour rectifier, en combinant les deux principes appliqués au mécanisme détaillé précédemment, et représenté fig. 481.

La différence entre le mécanisme de la fig. 481 et celui de la fig. 485 consiste principalement en ce que celui-ci a son pignon 2 mobile sur le fuseau *b*, mais contenu entre deux collets qui sont fixés sur le fuseau. Le pignon tourne sur le fuseau, afin qu'on puisse le faire mouvoir ou bien l'arrêter avec lui à l'aide du crochet *t* et du levier *u*. Les roues *v* et *w* sont fixées sur le

cylindre; les dents de l'une étant taillées en sens inverse de celles de l'autre, pour que l'une ou l'autre des deux barres  $x$  et  $y$  empêche les fils de se détordre quand le fuseau est séparé du pignon; autrement la force de torsion que les fils ont déjà ferait agir le fuseau en sens contraire. Le pivot  $y$  est aplati vers la pointe pour résister à la roue  $w$  tordant à droite, et le pivot  $x$  a sa pointe crochue pour tenir la roue  $v$  tordant à gauche. Jusqu'ici cet appareil remplirait le but d'entretenir ou d'arrêter le mouvement de rotation du fuseau, pourvu qu'il ne fût pas en même temps assujéti à opérer le mouvement longitudinal. Aussi, pour faire servir l'appareil aux deux fins, le bras  $Z$ , attaché à l'extrémité de la longue vis  $G H$ , s'étend parallèlement avec le fuseau, de sorte que son autre bout se trouve à peu près vis-à-vis du pignon, où il est garni de deux oreillettes, ayant chacune un cercle 7 et 7, qui s'adapte aisément sur la verge ronde en fer 8; cette verge est parallèle au fuseau placé entre la charpente en croix  $B$  et  $C$ . Le point 9, sur la charpente en croix  $B$ , sert de guide au bras  $Z$ . Il est nécessaire que la distance entre  $B$  et  $C$  soit plus longue que la distance indiquée dans la figure 481, de toute la longueur occupée par le crochet et les roues. Le fuseau exige aussi cette augmentation de longueur. Le bras  $Z$ , durant son mouvement parallèle à l'axe, doit conduire avec lui, le long de la verge 8, le levier  $u$  et les deux pivots  $y$  et  $x$ , la verge leur servant de guide pendant le mouvement parallèle à l'axe, et d'axe dans tous les mouvements. Quoique le pignon 2 soit toujours en mouvement avec le cylindre  $F$  (fig. 481), qui le fait tourner, cependant le fuseau ne tourne que quand le levier l'engrène avec le crochet; c'est pourquoi on peut toujours arrêter à volonté le mouvement de rotation du fuseau, pour faire cesser la torsion de son fil, pendant que les autres fils continuent en même temps de se corder. Quoique nous n'ayons parlé que d'un seul fuseau, il est bien évident qu'on peut, en adaptant cet appareil à tous indistinctement, les faire tordre, ou bien les faire cesser de tordre, et en même temps faire opérer le mouvement parallèle à l'axe à un ou plusieurs des fuseaux suivant le besoin.

La fig. 486 est une vue de profil, qui fait voir la méthode adaptée à la seconde machine décrite, telle qu'elle est représentée dans la fig. 484, cas où l'appareil s'applique à la roue étroite; tandis que, dans le cas de la fig. 485, il s'applique à la roue large ou cylindre  $F$ . La différence entre l'une et l'autre est que le fuseau et le pignon de la fig. 485 glissent ensemble, comme dans la fig. 484. Le fuseau  $b$  de cette figure est semblable à celui de la fig. 484. Le pignon 2, qui engrène continuellement avec la roue  $K$ , est attaché sur le manchon 11, qui tourne sur le fuseau  $b$ , sans lui communiquer son mouvement. Ce manchon est garni du collet 12, qui sert à maintenir le pignon à sa place, pendant le mouvement du fuseau parallèle à son axe:  $i$  et  $k$  sont deux guides, faisant les mêmes fonctions que celles qui portent les mêmes lettres dans la fig. 484:  $v$  et  $w$  sont deux roues dentées jointes l'une à l'autre, mais non au fuseau; elles portent un arrêt, afin qu'elles puissent, en cas de besoin, s'engrèner avec le fuseau, et passer et repasser au travers durant le mouvement parallèle à l'axe. Ces roues sont garnies de deux leviers  $x$  et  $y$ , le tout servant aux mêmes fins que celles décrites dans la fig. 485. Le manchon  $t$  est muni d'un levier (non indiqué dans la figure) faisant le même service que celui marqué  $u$  dans la fig. 485; mais dans le cas

qui nous occupe, il tourne sur un pivot fixé à la charpente de la machine. Les deux leviers s'appuient aussi sur des chevilles fixées dans la charpente. Leurs roues  $v$  et  $w$ , garnies du rebord ou défense 14, sont toujours opposées aux leviers, au moyen d'un tasseau (fixé à la charpente, mais non indiqué dans la figure) creusé pour recevoir ce rebord. Il est évident, d'après ce que nous venons de dire, que l'opération de mettre en train et de faire cesser le mouvement de rotation du fuseau se fait exactement de la même manière, et répond aussi au même but que celle que nous avons expliquée en décrivant la figure 485, et que le mouvement longitudinal du fuseau se fait de la même manière dans les deux cas, et qu'il produit les mêmes effets que celui dont il a été donné l'explication dans les fig. 481 et 484 : l'une ou l'autre des méthodes présentées dans les fig. 485 et 486 réunissent les deux principes de régulariser les fils suivant la manière citée plus haut.

Quoiqu'il ait été démontré, dans le premier mécanisme décrit, que le mouvement longitudinal des crochets à fil peut s'effectuer au moyen d'une vis qui entre dans un écrou, et dans le second par le moyen d'une crémaillère et d'un pignon, on va voir cependant que l'un ou l'autre de ces moyens peut s'appliquer également aux deux mécanismes. Un mécanicien instruit concevra aisément, d'après ce qui vient d'être démontré, que tout autre puissance, telle que celle du levier, d'un poids agissant à l'extrémité d'une corde qui passe sur une poulie, peut être employée également pour remplir le même objet, bien que dans le premier mécanisme on ait donné la préférence à la vis, et dans le second à la crémaillère.

La partie de cette invention qui nous reste à décrire maintenant est une nouvelle méthode pour régler le mouvement de va et vient qu'on donne au traineau. Dans les corderies où l'on fait la corde d'après le principe perfectionné, le mouvement a été donné au traineau par un câble qui s'enroule sur un eabestan.

L'objet important qu'il faut atteindre en réglant ce mouvement rétrograde est de faire en sorte qu'il conserve toujours une certaine vitesse dans un rapport donné avec celle du mouvement de rotation, pour que les fils reçoivent toujours le degré de torsion qu'on veut leur donner. Quelle que soit la manière dont jusqu'ici on ait donné ce mouvement, on n'a jamais réellement atteint le véritable but ; de même qu'on n'a jamais exécuté l'opération convenablement, parce qu'en raison de l'élasticité et de la gravité spécifique de la corde elle-même, étendue tout le long de la corderie, il est impossible de la tenir également tendue et raide d'un bout à l'autre ; de sorte que quand le traineau est mis en mouvement, il commence d'abord par tendre la corde : son mouvement rétrograde se trouve donc retardé, suivant que la corde se relâche, glisse ou cède.

Le mouvement rétrograde perd donc sa vitesse relative, proportionnée à celle du mouvement de rotation des crochets à fil, qui, dans l'intervalle, ont continué sans interruption à donner le mouvement de torsion aux fils. Il y a très peu d'exemples qu'ils aient été tordus au point de rompre avant que la corde se fût raidie suffisamment pour faire avancer le traineau avec la vitesse convenable. Il est évident que, par la méthode actuelle de tendre les fils, ils ne peuvent recevoir ni la torsion convenable, ni la distribution exacte de la filasse. Le travail qu'exige l'application de la corde est de plus extrême-

ment incommode et pénible, parce qu'il faut qu'elle soit fixée d'abord au traîneau, ou autour de ses crochets d'arrêt, qu'elle passe ensuite sur une poulie fixée au haut de la corderie, et qu'elle soit serrée et ensuite déagée à l'autre extrémité, lorsqu'il s'agit de tendre un fil, ou une quantité de fils. La méthode est également dispendieuse, parce qu'il est nécessaire de renouveler souvent la corde. On pourrait en effet se servir, au lieu de corde, d'une chaîne en fer, qu'il n'y aurait pas nécessaire de renouveler aussi souvent; mais elle présente également des inconvénients, et même plus dans certains cas.

L'objet de cette invention est donc de faire rétrograder le traîneau, ou toute autre machine mobile, introduite ou à introduire dans une corderie, et de lui imprimer une vitesse uniforme telle, qu'elle soit en proportion avec la vitesse de rotation des crochets cordants de la machine, pour que la torsion soit uniforme et régulière pendant chaque opération. Quant au mouvement longitudinal, il a pour objet de faire avancer lentement le traîneau, ou toute autre machine mobile à laquelle on attache la corde qu'on fabrique pour lui donner le degré de torsion nécessaire, avec un mouvement uniforme calculé d'avance. La longueur ou la distance qu'on lui assigne est précisément égale à celle dont la corde doit se raccourcir pendant l'opération.

Ayant démontré l'objet de cette partie de l'invention, nous allons établir maintenant sa nature, son principe fondamental. Le moyen de remplir convenablement le but qu'on se propose, et de régulariser les mouvements de va et vient, consiste dans une crémaillère ou coulisse en fonte, ou d'autre matière dure, scellée dans le sol de la corderie d'un bout à l'autre, parallèlement au chemin sur lequel doit glisser le traîneau, ou toute autre machine servant au même usage. Le mouvement étant donné aux roues du traîneau et gouverné par d'autres mouvements qui font tourner les crochets cordants, la vitesse de la machine, lorsqu'elle avance ou qu'elle recule, devient constamment uniforme, et a lieu dans un rapport donné avec la vitesse de son mouvement cordant; car tout le mécanisme étant composé de rouages à dents, il n'y a aucune partie sujette à céder. La vitesse qu'on veut donner aux mouvements du traîneau et de la torsion se règle au moyen de roues de rechange, propres à cette machine, comme à toute autre destinée à cette même opération. On peut faire mouvoir toute la machine à l'aide d'une corde sans fin, recevant le mouvement d'une machine extérieure à la corderie, ou par tout autre moyen en usage pour faire mouvoir une machine mobile. Il est inutile d'observer qu'il n'est pas nécessaire, pour produire une action régulière, que le mouvement qui détermine tous les autres soit uniforme; parce que si pendant l'opération le mouvement premier est plus vif ou plus lent un moment que l'autre, les mouvements qu'il engendrera conserveront encore leur vitesse proportionnée; il n'y aura de différence que dans la durée du temps nécessaire à l'action. Nous avons cité les cas particuliers où cette partie de l'invention est plus essentiellement utile; mais M. Duncan regarde l'application de la crémaillère comme une invention servant à tous les procédés de la corderie où il faut de la régularité dans le mouvement de la machine, qu'elle aille soit en avant, soit en arrière.

Dans la partie de la planche intitulée, *mouvement du traîneau en avant et en arrière*, la fig. 487 représente le profil d'un traîneau ou machine mobile, ser-

vant aux usages dont il s'agit, marchant sur un chemin. A B est le profil de la crémaillère placée sur le sol et fixée sur le dormant de bois N N, qu'on suppose prolongé d'un bout à l'autre de la corderie. Cette machine est représentée mue par la corde sans fin O; 13 et 14 sont deux poulies qui conduisent la corde en allant et revenant sur la grande roue  $\alpha$  et la gorge P, autour de laquelle elle s'enroule. Cette corde, mue par une machine extérieure, va d'une extrémité à l'autre de la corderie et donne le premier mouvement au traineau. La roue  $\alpha$  communique le mouvement à l'axe Q, qui fait tourner l'axe R et le pignon 1, lequel à son tour communique le mouvement au pignon 2. Sur son axe est la petite roue S, faisant mouvoir la grande roue 4, sur l'axe de laquelle est la roue à dents 5; cette dernière donne le mouvement à l'autre roue 6, qui se meut le long de la crémaillère. Elle n'est pas fixée sur son axe étant susceptible de glisser dessus, à l'effet de pouvoir être mise en action ou arrêtée à l'aide du levier T. Les quatre roues sur lesquelles porte le chariot peuvent être changées pour faire varier la vitesse; les deux qu'on voit dans cette figure portent le n° 7. Les pignons 1 et 2 se changent, afin de produire les diverses vitesses cherchées.

Tout ce que nous venons d'expliquer ne concerne que le mouvement rétrograde de la machine, mouvement qui a lieu dans le sens de la coulisse, de A vers B; le mouvement contraire a donc lieu dans la direction de B vers A, en faisant tourner en sens contraire la roue 6, qui marche sur la crémaillère; la pièce nécessaire pour cela est le petit pignon 8, placé sur l'axe Q, faisant tourner la roue 9 sur l'axe U; ce dernier axe, et celui qui s'y joint W, se prolongent jusqu'à l'extrémité de l'axe R, auquel ils sont parallèles, afin que le pignon 10, fixé à l'extrémité de W, puisse, quand on veut, engrener dans le pignon 2. L'axe S devient alors commun aux deux pignons 1 et 10, et peut être mû à volonté par l'un ou par l'autre; le pignon 1 servant pour le mouvement rétrograde, et le pignon 10 pour le mouvement en avant, dont l'un est en action pendant que l'autre est en repos. La figure représente le pignon 10 en repos. Mais supposons-le en action avec le n° 2, et le pignon 1 hors d'action, il en résulte qu'on donne un mouvement contraire à la roue 6, qui engrène dans la crémaillère au moyen des roues 3, 4 et 5, que nous avons fait connaître. Les mouvements cordants de cette machine sont produits par l'axe Q, prolongé jusqu'à la face de la machine, où la roue 11, placée à l'extrémité de l'axe, fait marcher la contre-roue 12; ce qui donne le degré de vitesse nécessaire aux crochets cordants.

On voit par ce qui vient d'être dit que les mouvements rétrogrades et en avant ont lieu à l'aide de la roue 6 engrenant dans la coulisse. On peut donner la torsion nécessaire au moyen des roues de recharge 11 et 12, pendant qu'en même temps on peut faire marcher la machine avec une vitesse convenable, soit en arrière, soit en avant, au moyen des roues de recharge 1, 2, et 10; les mouvements cordants sont communiqués par une seule et même impulsion de la roue P; ils doivent toujours avoir une vitesse relative entre eux, dans la proportion qu'on veut leur assigner. Un levier fourchu, portant sur le manchon 15, sert à mettre la machine en action ou à l'arrêter.

La fig. 488 représente la même machine vue en arrière. Les signes de renvoi employés dans la fig. 1<sup>re</sup> indiquent les mêmes pièces dans celle-ci.

La fig. 3 est le plan d'une partie de la coulisse. A est la coulisse, et N N est

le dormant de bois sur lequel elle est fixée. Le mouvement du traîneau lorsqu'il s'avance est extrêmement lent ; la vitesse de la roue 6 doit donc être considérablement diminuée ; les roues représentées dans les figures ne ralentiront pas suffisamment le mouvement pour toutes les occasions possibles ; mais les détails que nous avons donnés suffisent pour guider un mécanicien instruit, et lui indiquer la manière de produire tous les degrés de mouvement dont on peut avoir besoin.

On peut faire marcher le mécanisme en tout ou en partie par la vapeur, l'eau, le vent, la force, ou les animaux.

En décrivant les différentes machines et leurs parties constituantes adaptées aux divers besoins de l'invention, nous nous sommes rarement occupés de leurs dimensions ou de la matière dont elles sont faites, parce qu'on ne peut pas donner de règles fixes à cet égard ; mais il sera facile à un mécanicien instruit de donner les dimensions nécessaires, d'employer la matière convenable, de la proportionner à la nature et à la destination de chaque machine, ainsi qu'à l'impulsion qu'elle doit recevoir, surtout si nous ajoutons que les figures des planches intitulées *modification*, mouvements du traîneau en avant et en arrière, sont faites à l'échelle de 6 centimètres pour 1 mètre, et que les dimensions données sont celles qu'on peut prendre pour la pratique.

#### MOULINS A SCIES.

Les moulins à scies sont destinés à scier le bois ou la pierre, par le moyen de la force des animaux, de l'eau, du vent ou de la vapeur. Il y en a de deux espèces : ceux où le mouvement de la scie est *alternatif*, et ceux où les scies ont un mouvement de rotation. On n'a encore basé aucune théorie sur l'un ou l'autre de ces deux modes de travail : aussi, au lieu de nous arrêter à donner ici une théorie incertaine, nous allons passer à la partie descriptive, et renvoyer ceux qui veulent voir des recherches curieuses sur ce sujet, à un Mémoire sur l'Action des Scies, par Euler, dans les Mémoires de l'Académie royale de Berlin, année 1756.

Les moulins à scies à mouvements alternatifs destinés à diviser le bois, et mus par l'eau, ne présentent pas une grande variété dans leur construction. Le moulin à scies représenté dans la fig. 450 est tiré de l'ouvrage intitulé *Gray's experienced Mill-Wright*. Il ne diffère que par quelques détails de ceux décrits dans l'*Architecture hydraulique* de Bélidor, et dans la Collection de machines de Gallon, approuvée par l'Académie des sciences de France.

La planche ci-dessus indiquée représente l'élevation du moulin. A A est l'axe sur lequel tourne la roue B, dont le diamètre est de 5<sup>m</sup>20 à 5<sup>m</sup>50 ; elle contient 40 augets pour recevoir l'eau qui la fait mouvoir. C C, roue dentée placée sur le même axe, contenant 96 dents. Elle fait aller le pignon n° 2 de 22 dents, lequel est fixé sur un axe portant à chaque extrémité une excentrique qui fait tourner les manivelles D D. Une extrémité de la bielle E est placée sur la manivelle, et son autre bout tourne dans une charnière F, placée à l'extrémité inférieure de la charpente G G. La manivelle D D, au moyen de la bielle E, fait monter et descendre les châssis G G, auxquels sont attachées



les scies. Le pignon n° 2 peut faire aller plusieurs manivelles et autant de châssis à scies. N° 3, roue à rochet, dans les dents de laquelle entre un crochet de fer K, dont l'autre extrémité tourne sur un point fixe placé sur le levier H; un bout de ce levier est appuyé sur une barre de fer I, l'autre bout est appuyé dans une coche du châssis G G, qui le fait monter ou baisser avec lui. Le mouvement de hausse du châssis force, au moyen du levier, le crochet K à faire tourner la roue, pendant que le crampon I, en entrant dans les dents, l'empêche de rétrograder.

Sur l'axe n° 3 est fixé le pignon n° 4, qui engrène avec la crémaillère du châssis T T, sur lequel on place le bois que l'on veut scier; fait avancer le tout sur les cylindres S S, le long du châssis immobile U U, et présente le bois à l'action de la scie. V V, machine avec sa manivelle pour lever l'écluse, quand on veut donner l'eau à la roue B B pour la faire aller. Le pignon n° 2 peut à volonté engrèner ou désengrèner avec la roue C C, au moyen de deux bras de levier auxquels se rattachent les cordons M et R. N° 5, pignon contenant 24 dents, mû par la roue C C, et ayant sur son axe une poulie, qui au moyen de la corde P P communique le mouvement à la poulie n° 6, par suite au pignon n° 7, fixé sur son axe et engrènant avec la crémaillère. Le but de cet engrenage est de ramener en arrière le châssis T T, quand le bois qu'il portait a été scié. Un mécanisme semblable à celui du pignon n° 2 permet d'engrèner et de désengrèner à volonté. N° 8, roue à rochet fixée sur l'axe n° 9. N° 10, crochet mû par un levier attaché au châssis G G, et qui fait tourner la roue n° 8. N° 11, crampon qui l'empêche de rétrograder. Ce mécanisme a pour but de faire avancer les pièces de bois vers la porte Y, d'où on les place sur les châssis mobiles T T, pour être soumises à l'action des scies. Il est facile de supprimer les crampons n° 10 et 11, quand on n'en a pas besoin. Les tourillons des axes, ceux des manivelles, les pivots, doivent tous tourner dans des crapaudines de cuivre. Z, porte placée à une des extrémités du moulin, par laquelle on fait passer le bois quand il est scié. W mur du moulin. Q Q charpente du toit. X croisées pour éclairer le moulin.

Dans les moulins à scier la pierre, les scies se meuvent le plus souvent horizontalement. Le mouvement alternatif horizontal peut être communiqué à une ou plusieurs scies, au moyen d'un mouvement de rotation donné par des manivelles, etc., ou de toute autre manière. Voici un exemple : supposons que la roue horizontale A B C D, fig. 451, mette en mouvement le pignon O N, celui-ci portant une cheville verticale P, à la distance du centre d'environ un tiers de son diamètre. Ce pignon et la cheville sont représentés séparément dans le n° 2, fig. 451. Mettez au châssis W S T V, garni de quatre scies, les roues V T W forcées de se mouvoir dans des rainures parallèles à la direction des scies; et qu'une rainure P R perpendiculaire à celle-ci, d'une longueur double de la distance entre la cheville P et le centre du pignon, soit pratiquée dans le châssis à scies pour recevoir cette cheville. La grande roue, en tournant, fera tourner le pignon qui entraîne la cheville P; mais cette cheville, obligée de glisser dans la rainure P R, tandis que sa distance à la grande roue varie constamment, fera approcher et éloigner alternativement de la grande roue tout le mécanisme de la scie, dans une direction rectiligne maintenue par les rainures des roues. On peut scier d'autres blocs en même temps par le mouvement de la grande roue, s'il y a d'autres pignons et châssis

agissant dans les directions des rayons respectifs EB, EA, EC. Les efforts contraires de ces quatre châssis et pignons tendront à adoucir les secousses et à égaliser tout le mouvement.

Le même arrangement d'une cheville fixée à une distance convenable du centre d'une roue, et glissant dans une rainure, peut servir à convertir le mouvement alternatif en mouvement de rotation; mais il ne doit pas être préféré à la conversion ordinaire au moyen d'une manivelle.

Quand on emploie les scies pour donner aux pierres la forme cylindrique, il faut faire une légère addition à cet appareil. Voyez les fig. 452 et 453. La scie, au lieu de glisser dans une rainure verticale, comme précédemment, est attachée à un levier ou solive FG suffisamment fort; ce levier est percé de trous, ainsi que la pièce verticale ED, qui se meut à volonté vers l'un ou l'autre côté du châssis, dans les rainures faites dans les pièces AI, DM. On peut ainsi changer à volonté la longueur KG du rayon. Ce rayon étant fixé, la scie devra, dans son mouvement de va et vient, détacher du bloc une portion cylindrique.

Quand on veut tailler dans un bloc de pierre une colonne parfaitement cylindrique, la première chose à déterminer dans le bloc est la position de l'axe du cylindre. On pose ensuite le bloc de façon que cet axe soit parallèle à l'horizon. On perce alors de part en part un trou cylindrique de 25 à 75 cent. de diamètre, et on introduit dans ce trou une barre de fer dont le diamètre soit un peu plus petit que celui du tube, de manière qu'elle n'ait que la place nécessaire pour glisser librement, et aller et venir quand il est besoin. Chaque extrémité de cette barre doit être terminée par une vis pour y mettre un écrou et un fût; il doit porter trois pièces plates en bois ou en fer, ayant chacune une fente dans le milieu presque d'un bout à l'autre; il faut mettre à chaque fente une vis à queue: par ce moyen, le fût de chaque extrémité des barres peut s'ajuster promptement de manière à former des triangles isocèles et équilatéraux; et, pour donner assez de force à toute la charpente, la barre de fer unira deux angles correspondants; la scie, deux autres correspondants; et une autre boîte de fer ou de bois, les deux angles restants. Il est évident que cette construction laisse l'ouvrier libre de placer la scie à la distance qu'il veut du trou percé dans le milieu du bloc; alors, en donnant à la charpente de la scie le mouvement alternatif, on peut avec le temps détacher le cylindre du bloc. Cette méthode a été démontrée pour la première fois dans la collection des machines approuvées par l'Académie de Paris.

Si l'on voulait scier une section conique dans un bloc semblable, il faudrait alors fixer deux châssis de bois ou de fer aux extrémités parallèles du bloc, destinées à coïncider avec les bases de la section; ensuite on entaille dans ces châssis des rainures circulaires qui doivent correspondre avec les circonférences des deux bases de la section proposée. En faisant agir la scie dans ces rainures, elle doit évidemment détacher dans le bloc un solide dont la surface est celle de la section conique. Nous croyons que ce procédé est de sir George Wright.

Le meilleur moyen de forer le trou suivant l'axe du cylindre est le suivant: établissez, sur un chariot se mouvant sur quatre petites roues, deux pièces verticales (ayant chacune un trou assez grand pour laisser jouer la tarière librement) placées à 80 ou 90 cent de distance, et préparées de façon que

les pièces et les trous pour recevoir la tarière puissent s'élever et s'abaisser à volonté par des écrous ; des pièces qui se trouvent sur la barre empêchent la tarière de glisser en arrière ou en avant ; elles sont plus grosses que les trous pratiqués dans les pièces verticales ; et elles forcent contre ces dernières pendant que la tarière tourne. Placez la partie carrée de la tige du foret entre les deux pièces verticales, et faites mettre sur cette partie de la barre une roue cannelée à trou carré d'une grandeur convenable, alors vous pourrez donner à cette barre un mouvement de rotation par une corde sans fin, qui passera sur cette roue cannelée et sur une roue d'un diamètre beaucoup plus grand dans le même plan, celle-ci tournant à l'aide d'une manivelle ordinaire. A mesure que le percement avance, on fait approcher de plus en plus du bloc le chariot avec la tarière, en faisant usage de leviers et de poids.

Les scies ordinaires, agissant, non par un mouvement alternatif, mais par un mouvement de rotation, appelées *scies circulaires*, sont connues depuis longtemps en Hollande : elles servent à découper le bois de placage. Elles ont été introduites chez nous par le général Bentham, et on s'en sert maintenant dans le chantier de Portsmouth et dans quelques autres ports ; mais elles ne sont pas encore aussi généralement adoptées qu'il serait à désirer, si l'on considère l'avantage incalculable qu'elles ont d'abréger le travail, et d'exécuter avec promptitude et précision ce que l'on ne fait qu'avec lenteur et avec peine par la voie ordinaire. Les scies circulaires sont susceptibles de tourner dans des plans horizontaux, verticaux ou inclinés ; et le bois à scier peut être placé dans tous les sens, de sorte qu'il peut être scié suivant des lignes faisant entre elles des angles quelconques, se rencontrant ou ne se rencontrant pas ; la scie étant fixée sous un certain angle et à une certaine distance du bord du châssis qui sert de guide au bois, on conçoit que tous les morceaux sciés auront la même dimension, si on les maintient exactement contre le châssis.

M. Smart, au pont de Westminster, possède plusieurs scies circulaires, toutes mues par un cheval, dans un manège assez circonscrit ; une d'elles, servant à découper et percer des trous, est représentée par la fig. 454.

N O P Q R est un châssis, au-dessous duquel est une partie des rouages du manège ; A B C D E F sont des poulies sur lesquelles passent des courroies ou bandes de cuir dont les parties cachées passent sur une grande roue verticale ; au moyen de cet appareil simple, les scies SS' tournent sur leur axe avec une égale vitesse, parce que c'est la même courroie qui passe autour des poulies D C placées sur ces axes. La courroie qui passe sur la poulie A communique le mouvement de rotation à la tarière G. La planche I est enclavée à l'horizon sous un angle de 30 degrés environ ; le plan de la scie S est parallèle à celui de la planche I, et à 6 millimètres de lui, tandis que le plan de la scie S' est vertical, les dents inférieures étant à la même distance de la planche I. Chaque morceau de bois K, destiné à faire un tenon, a environ 0<sup>m</sup>10 de long, 6 millimètres de large et 16 millimètres d'épaisseur. Un bout de cette pièce est placé de manière à pouvoir glisser le long du rebord vers la partie inférieure de la planche I : aussitôt qu'on le fait avancer avec la manivelle H, la scie S commence à le scier, et après elle, la scie S' ; après quoi on retourne la planche pour mettre l'autre bout en bas, et les deux scies répètent la même opération ; ensuite on présente le tenon contre la

tarière G, et aussitôt que son trou est percé, il tombe dans la boîte placée au-dessous.

On peut, par le procédé ci-dessus, faire plus de 30 tenons par minute, avec plus de précision qu'on n'en ferait un seul dans un quart d'heure de temps avec la scie à main et le foret. On peut faire servir ces procédés, au moyen de légers changements, à une foule d'autres besoins, particulièrement quand on veut scier promptement un grand nombre de morceaux, et leur donner à tous la même dimension et la même forme. Cette espèce de machine a cet avantage précieux, qu'un ouvrier ordinaire peut conduire la besogne aussi bien que le meilleur ouvrier, une fois que la position des scies et de la charpente est établie.

#### MOULIN A TAN.

Le moulin à tan sert à moudre l'écorce du chêne et à la préparer pour les tanneurs. Ces moulins, comme la plupart des autres, sont mus par des chevaux, par l'eau, ou par le vent.

Un des meilleurs moulins à tan que nous connaissons est celui inventé par M. Bagnall, de Worsley. Cette machine sert, non seulement à couper l'écorce en morceaux, à la moudre, à la cribler et à la piler, mais aussi à retirer les cuirs verts et les peaux de mouton du lavage et à les préparer; à maroquiner les peaux de mouton et autres peaux à l'usage du peaussier, et à nettoyer et enlever la fleur de dessus le cuir tanné quand on le corroie.

La fig. 455 est le plan horizontal du moulin; la fig. 456 sa coupe longitudinale; la fig. 457 sa coupe transversale.

A est la roue à eau qui fait marcher toute la machine.

B, l'axe de la roue dentée qui communique le mouvement.

C, la roue fixée sur l'axe B de la roue à eau, qui fait tourner l'axe vertical E, lequel fait mouvoir les couteaux et le marteau.

D, les roues dentées, placées au sommet des axes verticaux.

E, axe vertical.

F, roue dentée qui s'engrène dans la roue C.

G, vis sans fin qui fait tourner les meules I.

P, pièce de bois portant des couteaux ou couperets fixés à son extrémité pour hacher l'écorce mise sur le grillage i.

Q, crible qui reçoit l'écorce qui tombe de dessous les couperets i et la fait passer dans la trémie H, d'où elle descend par le soulief J vers les meules I, où elle est réduite en poudre.

K, conduit qui reçoit l'écorce des meules et la fait passer dans le crible L, qui est garni de fil de fer pour séparer l'écorce à mesure qu'elle sort de dessous les meules I.

M, auge pour recevoir l'écorce qui passe à travers le trayeur L.

R, marteau pour écraser ou broyer l'écorce qui tombe dans le bassin S, incliné de manière à ce que le marteau l'expulse à mesure qu'elle est écrasée.

k auge pour recevoir la poussière et la mousse qui passent à travers le crible.

**T**, roue qui engrène sur la roue **D**, qui elle-même fait mouvoir le couteau, au moyen d'une manivelle placée à l'extrémité de l'axe *u*.

**W**, verge qui s'étend de la manivelle **V** jusqu'à la barre *x*.

*x*, barre ayant plusieurs trous pour allonger ou raccourcir la chute du couteau.

*y*, axe auquel les baguettes *h h* sont fixées.

*h*, baguette sur laquelle est monté le couteau *f* destiné à racler les peaux, etc. Ce couteau a deux ressorts *a a* pour lui donner un peu de jeu quand il porte ses coups en arrière et en avant, de façon à ne pas écorcher ou endommager les peaux.

*z* est un crampon qui ramène le couteau sans toucher la peau, et retombe ensuite en arrière.

**L**, rouleau mù par la manivelle *m*, pour relever la verge *h* pendant que les peaux s'étendent sur la solive *b*.

*b*, solive pour mettre en œuvre les peaux, etc. Chaque solive a quatre roues *pp* qui marchent dans une auge *g g*, et qu'on soulève au moyen des leviers *cc*. Lorsque le couteau a suffisamment raclé les peaux dans une partie, au moyen du levier *c*, on fait avancer la solive tant que l'on veut.

*d*, presse à l'extrémité supérieure de la solive pour maintenir la peau sur la solive pendant qu'on la travaille.

*e*, voûte sur laquelle porte la verge *h*.

*f*, couteau fixé sur la verge *h* pour racler les peaux, etc.

*i*, couperets ou grille destinés à recevoir l'écorce à couper en morceaux. On peut faire marcher la solive **P**, garnie de couteaux ou de couperets, par percussion ou par une roue **T**, avec une manivelle **V** pour découper l'écorce comme avec des ciseaux.

Le couteau *f* est monté à l'extrémité de la barre fixée sur la verge *h*. Le couteau doit avoir un tourillon à chaque extrémité, les deux ressorts *a a* l'empêchant de céder trop, quand il est en train. Le couteau doit avoir 0<sup>m</sup>30 de long, sur 0<sup>m</sup>12 de large.

La tête *e* se rapprochera ou s'éloignera de la solive *h*, et sera fixée de manière à ramener le couteau en arrière autant de fois qu'il est nécessaire, ou de façon à ce qu'on puisse l'ôter, jusqu'à ce qu'on en ait besoin.

On soulève le rouleau *l* en tirant la manivelle *m*, qui relève la verge à la hauteur qui convient pour donner de la place sous le couteau ; on peut pour cela pendre la manivelle à un crochet. La verge continuera de courir sur le rouleau tout le temps que l'on changera la peau. Quand la peau est fixée, on laisse retomber la verge et le couteau. On peut faire aller en même temps deux ou trois couteaux sur la même solive, au moyen d'un pareil nombre de verges ; il faut qu'il y ait deux solives afin que l'ouvrier puisse changer une peau pendant que l'autre opère. La solive doit être plate et un peu inclinée ; la largeur en est indifférente ; cependant plus elle est large, moins il y a de changements à faire pour une peau, parce que le levier *c* présentera successivement au couteau toute la largeur de la peau, s'il le faut. **M**. Bagnall a construit une espèce de presse *d* qu'on laisse tomber par un levier pour tenir la peau ferme de chaque côté du couteau, quand il le faut, et qui permet au couteau de donner son coup par derrière sans relever la peau à mesure qu'il recule. On peut mettre un poids à la verge pour appesantir le

couteau sur la peau, selon l'espèce et la qualité des marchandises qu'on veut confectionner.

Les cuirs et les peaux à l'usage du peaussier se travaillent de la même manière que pour le tanneur.

On travaille le cuir tanné pour les corroyeurs, sur la solive, comme on le fait pour les cuirs verts; il ne faut qu'ôter le couteau, le remplacer par une pierre placée de la même manière, et y ajouter une brosse en avant ou en arrière; par ce moyen, le cuir sera beaucoup plus tôt et mieux adouci qu'avec la main.

On peut faire marcher tout ce mécanisme par l'eau, le vent, la vapeur, ou toute autre puissance.

#### MOULINS A HUILE.

Comme ce pays-ci (l'Angleterre) ne produit point d'olives, il serait inutile de nous occuper des moulins dont on se sert dans les contrées méridionales de l'Europe; il nous suffira donc de faire la description du moulin hollandais à huile, qui sert à écraser et à presser la graine de lin, la navette et autres graines oléagineuses; et pour faire concorder davantage cette description avec nos ressources locales, et éviter la complication de détails d'un moulin à vent, nous supposerons que l'eau est le moteur.

#### *Description de la figure 458.*

1 est l'élévation d'une roue qui reçoit l'eau en dessus ou en dessous, suivant les localités.

2, crapaudine en cuivre, supportée par la maçonnerie, pour recevoir le tourillon extérieur de la roue à eau.

3, le courant d'eau.

#### *Description de la figure 459.*

1, roue dentée placée sur le même axe que la roue motrice; elle porte 52 dents.

2, lanterne mue par le n° 1, et ayant 78 fuseaux.

3, axe servant à élever les pilons, garni dans toute sa circonférence de cames pour faire agir les pilons, afin que chacun d'eux soit soulevé deux fois pendant que la roue à eau fait un tour, ce qui fait trois cames pour chaque pilon.

4, charpente supportant une crapaudine en métal de cloche, dans lequel tourne l'axe serré dans cet endroit avec des plaques de fer.

5, maçonnerie soutenant le tourillon intérieur de la roue et la charpente ci-dessus.

6, tourillon de l'axe qui tourne dans une crapaudine en métal de cloche fixée dans le mur. Ce double support est nécessaire dans tous les moulins qui soulèvent un certain nombre de lourds pilons.

La fig. 460 est l'élevation du pilon et de la presse, leurs accessoires, les mortiers et les pilons.

1, les 6 pilons.

2, pièces qui servent de guide aux pilons, dans leur mouvement de bas en haut.

3, moises entre lesquelles sont placés les pilons.

4, mentonnets des pilons correspondant avec les cames placées sur l'axe.

5, seconde rangée de moises ; elles sont désignées par le n° 14 dans la fig. 464.

6, solive un peu en arrière des pilons à laquelle sont fixées les poulies servant à relever et à arrêter les pilons ; elle porte le n° 16 dans la fig. 464.

7, les poulies garnies de leurs cordes.

8, le conducteur qui frappe le coin qui presse l'huile.

9, le déchargeur, pilon qui frappe sur le coin.

10, autre système de moises servant de guide à la partie inférieure des pilons.

11, petite roue dentée placée sur l'axe pour faire tourner la spatule qui sert à remuer la graine dans la bassine. Elle a 28 dents, et porte le n° 6 dans la fig. 464.

12, montant formant l'encadrement dans lequel sont maintenus les pilons.

13 six mortiers creusés dans le bloc même, et de forme presque semblable à celle d'une marmite.

14, pieds des pilons arrondis dans les cylindres, et terminés par une grosse masse de fer.

15, planche derrière les pilons, posée de champ, mais un peu inclinée en arrière ; il y en a une semblable en avant, mais qui ne se voit pas. Ces planches forment une espèce d'auge qui empêche la graine de s'éparpiller par la chute des pilons.

16, la première boîte à presser (creusée aussi dans le bloc) dans laquelle se presse la graine, après qu'elle est sortie pour la première fois de dessous les meules.

17, seconde boîte à presser placée à l'autre extrémité du bloc, pour presser la graine, après qu'elle a passé une seconde fois sous les pilons.

18, charpente pour supporter l'autre extrémité de l'axe, de la même manière que le n° 4, fig. 459.

19, petite roue à dents placée à l'extrémité de l'axe pour donner du mouvement aux meules ; elle a 28 dents.

20, tourillon de l'axe portant sur une crapaudine de cuivre fixée dans le mur.

21, vases destinés à recevoir l'huile au sortir de la presse.

*Fig. 461. Élévation et mécanisme des meules.*

1, arbre vertical portant, à sa partie supérieure, la grande roue à dents ; à sa partie inférieure, les meules verticales dans leur châssis.

2, roue dentée de 76 dents mise en mouvement par le n° 19 de la fig. 460.

3, châssis des meules verticales.

4, meule verticale, la plus rapprochée de l'arbre, ou intérieure.

5, *Idem*, la plus éloignée de l'arbre ou extérieure.

5, rateau intérieur qui recueille le grain sous la meule extérieure.

7, rateau extérieur qui recueille le grain sous la meule intérieure. De cette manière, le grain est sans cesse retourné et froissé dans tous les sens, le rateau intérieur dispose le grain en un talus dont la fig. 465 nous représente une section. La meule supérieure l'applatit, et le second rateau le relève, ainsi qu'il est indiqué dans la fig. 466; de sorte que la moindre parcelle de grain est forcée de passer successivement sous la meule. Le rateau extérieur est garni d'un chiffon qui frotte, en passant, le cerceau qui entoure la meule inférieure de manière à entraîner le peu de grain qui serait resté dans l'angle.

8, extrémités de l'axe de fer qui passe par l'arbre vertical, et traverse les deux meules verticales. Ainsi ces meules ont deux mouvements de rotation : le premier, autour de leur axe; le second, autour de l'arbre vertical sur la meule inférieure. Les trous de ces meules sont un peu larges, et les trous pratiqués sur les côtés des châssis, pour recevoir les axes de fer, sont ovales dans le sens vertical. Cette grande liberté de mouvement est nécessaire aux meules supérieures roulant sur une plus ou moins grande quantité de grain, et devant par conséquent être en état d'y passer sans effort, ce qui ne pouvait se faire autrement peut-être sans briser l'arbre.

9 et 10, cercle qui entoure la meule inférieure.

11 et 12, meule inférieure, et maçonnerie la supportant.

*Fig. 462. Plan des meules supérieures et du châssis avec lequel elles tournent.*

1, 1, deux meules.

3, 3, 3, 3, pièces extérieures du châssis.

4, 4, 4, 4, barres en travers du châssis qui embrassent l'arbre droit et donnent le mouvement à tout.

6, 6, axe de fer sur lequel tournent les meules supérieures.

7, rateau extérieur.

8, rateau intérieur.

*Fig. 563. Meule inférieure vue d'en haut.*

1, gouttière de bois régnant tout autour de la meule inférieure.

2, cercle d'environ 0<sup>m</sup>15 d'épaisseur dans toute sa circonférence, servant à empêcher que le grain ne s'éparpille.

3, ouverture ou trappe pratiquée dans la gouttière, ouvrant et fermant à volonté. En s'ouvrant, elle permet au grain réuni dans la gouttière, et poussé en avant par les rateaux, de passer dans des huches placées au bas pour le recevoir.



- 4, portion de cercle décrite par la meule extérieure.  
 5, portion de cercle décrite par la meule intérieure, d'où nous voyons que les deux meules suivent des routes différentes autour de l'axe, et écrasent plus de grain.  
 6, rateau extérieur.  
 7, bateau intérieur.  
 8, ralayer faisant partie du rateau intérieur, et baissé de temps à autre pour balayer tout le grain quand il a été suffisamment écrasé. La pression et l'action de ces rateaux sont déterminées par des ressorts de bois qu'il n'est pas facile de bien représenter sur le papier. La position oblique des rateaux (le point intérieur marchant le premier) leur fait pousser le grain en dedans et vers le centre, et en même temps le retourner à peu près comme le soc de la charrue pousse la terre, et la renverse en partie. Il y a des moulins qui n'ont qu'un balayeur, et en général il faut dire qu'à cet égard on remarque une grande variété de construction dans les moulins.

*Fig. 464. Châssis à pilons, vu de profil.*

- 1, section de l'arbre horizontal.  
 2, trois cames pour lever les pilons.  
 3, petite roue garnie de 28 dents, destinée à donner le mouvement à la spatule.  
 4, autre roue que celle-ci fait marcher, garnie de 20 dents.  
 7, roue placée sur l'extrémité supérieure du fuseau de la spatule, garnie de 12 dents.  
 8, deux guides dans lesquels le fuseau tourne librement, et de manière cependant à ne pouvoir ni s'élever ni s'abaisser.  
 9, levier se mouvant autour de la pièce n° 14, percé au point 9 d'un trou par où passe le fuseau, et dans lequel il se meut librement. Le fuseau a dans cet endroit un épaulement qui porte sur le bord du trou 9, de façon que le mouvement de ce levier peut le dégager des rouages. Ce mouvement lui est communiqué par le moyen du levier 10, qui tourne sur son centre. L'ouvrier employé au fourneau tire la corde 10, 11, et de cette manière dégage le fuseau et la spatule.  
 11, pilon vu de côté.  
 12, le côté gauche du même.  
 13, moises supérieures, marquées du n° 3 dans la fig. 460.  
 14, moises inférieures, marquées 5 dans la fig. 460. A celles-ci sont fixées les détentes qui servent à arrêter et suspendre les pilons.  
 15, détente soutenue par une corde à son extrémité extérieure.  
 16, tasseau placé derrière le pilon, et garni d'une poulie sur laquelle passe la corde qui va se rattacher à la détente 15.  
 17, ladite poulie.  
 18, corde tenue par l'ouvrier, passant sur la poulie 17, et attachée à l'extrémité de la détente 15.

Cette détente se trouve dans une position verticale par l'effet de son propre

pois. Lorsque l'ouvrier veut arrêter un pilon, il tire la corde 18 au moment où le pilon se lève : quand celui-ci est arrivé à sa plus grande hauteur, la détente est horizontale, et presse une cheville qui fait saillie sur le côté même du pilon. On maintient la détente dans cette position en attachant la corde à une cheville fixée à portée de l'ouvrier.

19, système des moises inférieures, marquées 10, fig. 460.

20, gros bloc de bois, et quelquefois de pierre, dans lequel sont taillés les mortiers, marqués 21, fig. 460.

21, vase placé sous la presse pour recevoir l'huile.

22, petit fourneau destiné à chauffer le grain quand il est écrasé.

23, baquet placé sur le devant du fourneau ; il se termine en pointe par en bas, et sur toute la longueur de cette extrémité règne une très étroite ouverture. Les sacs de crin, dans lesquels doit être pressé le grain après avoir été échauffé dans le fourneau, se remplissent dans le baquet. Le grain retiré du fourneau avec une grande cuillère est mis dans ces sacs, et il en sort une grande quantité d'huile, qui tombe, par la petite ouverture du fond, dans un vase placé pour la recevoir.

24, spatule attachée à l'extrémité inférieure du fuseau, et tournant circulairement dans la chaudière où est le grain, l'empêchant ainsi, non seulement de s'attacher au fond, mais encore d'acquies un trop haut degré de chaleur.

La première opération, dans ce procédé, consiste à écraser la graine sous les meules supérieures ; pour y arriver plus promptement, on place l'une de ces meules à environ deux tiers de son épaisseur, plus près de l'arbre que l'autre, en sorte qu'aucun grain n'échappe à leur action. En effet, le rateau réunit la graine sous la meule intérieure en une trainée, dont la coupe se trouve représentée dans la fig. 465 ; la meule, en passant dessus, l'aplatit. Il est ensuite ramassé en une autre trainée, de la forme représentée dans la fig. 466 sous la meule extérieure par le rateau : la partie extérieure de ce rateau frotte contre le cerceau de bois qui entoure la meule intérieure, et renvoie obliquement le grain en dedans, pendant que la partie intérieure réunit ce qui était répandu vers le centre. L'autre rateau se brise vers le milieu en un point qui permet à la moitié extérieure de s'élever au-dessus de la meule intérieure, pendant que l'autre moitié continue d'agir sur elle, et enlève ainsi la pâte humide. Quand le grain est suffisamment écrasé, l'ouvrier laisse retomber cette moitié extérieure du rateau ; aussitôt elle ramasse toute la pâte, et la renvoie obliquement en dehors, vers le cercle de bois, jusqu'à ce qu'en débordant elle retombe dans des caisses destinées à la recevoir. Ces caisses sont percées dans le fond de trous qui livrent passage à l'huile tout le temps que dure l'opération. Cette huile est regardée comme la plus pure, attendu qu'on l'a obtenue sans pression, et par la simple rupture de l'enveloppe du grain.

Il y a des moulins où cette opération est rendue plus facile, et produit en plus grande quantité cette première qualité d'huile. Il ne s'agit que de bâtir un petit fourneau dans les maçonneries qui portent la meule inférieure, et de le chauffer à un degré de chaleur modéré. On ne saurait apporter trop de soin à empêcher que cette chaleur ne devienne excessive, car alors l'huile, dissolvant une plus grande partie de la substance du grain susceptible de fermenter

tation, se trouve exposée à rancir en fort peu de temps. En général, on regarde cette pratique comme dangereuse et ne donnant pas une huile aussi estimée.

Au sortir des meules, la pâte est mise dans des sacs de crin, et soumise à une première pression. L'huile qui en résulte est également regardée comme une huile de première qualité, fort peu inférieure à la première; elle est également mise à part.

Les pains résultant de cette première pression sont retirés des sacs, brisés, et soumis dans des mortiers à la première action des pilons. La pâte est de nouveau rebattue, et la substance du grain réduite en une farine si fine qu'on peut en extraire toute l'huile. Mais alors elle devient beaucoup plus visqueuse par le mélange forcé du muclage et des parties plus fines de la farine. Quand elle est suffisamment broyée, l'ouvrier arrête l'un des pilons au moment où il s'apprête à retomber, et porte le contenu du mortier dans la première chaudière, où elle est chauffée à la température de la cire fondante (c'est là, dit-on, le vrai degré), et constamment remuée par la spatule. De là, on la remet dans des sacs de crin, de la même manière que nous l'avons déjà dit. L'huile qui résulte de cette opération est regardée comme la meilleure de la seconde qualité, et quelquefois elle est mise à part. La pâte est ensuite soumise à une seconde pression, et donne l'huile de seconde qualité.

Les opérations du pilonnage et du chauffage sont faites par un seul ouvrier, qui passe constamment de l'un à l'autre des quatre mortiers. La mise en sacs et la conduite de la presse sont dévolues à un autre ouvrier.

Dans les moulins de la Picardie, de l'Alsace et de la plus grande partie de la Flandre, l'opération se termine là, et l'on augmente le produit du fourneau en mêlant une ou deux cuillerées d'eau avec la pâte,

Mais les Hollandais prennent plus de peine. Ils ne mêlent point d'eau dans la pâte soumise pour la première fois au pilon; ils prétendent que cela nuit singulièrement à la qualité de l'huile. Cependant les pains qui résultent de cette pression, et qu'on vend ensuite pour la nourriture des bestiaux, ne laissent pas d'être encore gras et doux. Les Hollandais les brisent et les mettent de nouveau sous le pilon, qui les réduit alors en une pâte aussi compacte que la glaise. Ils retirent cette pâte, qu'ils mettent dans une chaudière, y ajoutent quelques cuillerées d'eau, et font bouillir le tout pendant quelque temps, en ayant soin de le remuer constamment. Ils le portent de là dans les sacs de la dernière presse, le soumettent à l'action de celle-ci, et en retirent une certaine quantité d'huile inférieure, suffisante toutefois pour donner des profits au fabricant. Il en résulte un pain aussi sec et aussi dur qu'il peut l'être; les fermiers l'achètent pour leurs bestiaux. Il existe en outre, en Hollande, de petits moulins qui n'ont d'autre occupation que celle d'extraire de l'huile des pains qu'ils achètent de la France et du Brabant, ce qui prouve évidemment la supériorité de la manufacture hollandaise.

C'est une chose remarquable que la précision et la propreté avec laquelle ce peuple industrieux travaille.

Dans leurs réservoirs, la partie substantielle du grain, qui passe inévitablement dans chaque opération, se dépose peu à peu; si bien que dans chaque compartiment l'huile se divise en couches plus ou moins épurées. Les pompes au moyen desquelles on la retire de chaque compartiment marchent deux à

deux ; l'une descend jusqu'au fond, et l'autre seulement à la moitié. Il n'y a que l'huile qu'on retire avec cette dernière pompe qu'on mette en barrique ; quant à l'autre, elle tombe dans une étroite et profonde citerne, où elle dépose, et donne ensuite une huile plus pure. Par cet ingénieux procédé, les Hollandais, outre leur approvisionnement, expédient chaque année une quantité considérable d'huile en France et en Flandre, où ils achètent le grain dont ils l'extraient. Quand on réfléchit au prix de la main d'œuvre en Hollande, à la rareté du bois de construction, à la cherté de la bâtisse, et aux frais énormes qu'entraînent l'établissement et l'entretien d'un moulin à vent, il est évident que les moulins à huile, bâtis en Angleterre sur des chutes d'eau, et d'après la manière des Hollandais, ne sauraient manquer d'être d'un grand avantage pour le pays. La seigneurie de Lille en fait à elle seule, par an, de 30,000 à 40,000 barriques, contenant chacune environ près de 1200 litres.

Nous ne traçons ici qu'une esquisse, qui toutefois doit suffire aux personnes qui ne sont point étrangères à la mécanique pour bien comprendre les opérations et le mécanisme de ces moulins, quoique nous n'entrons pas dans une foule de petits détails qui ne sont pas inutiles, mais qu'on ne saurait décrire. Les rateaux des meules à écraser font les fonctions d'une main qui serait dirigée par un œil constamment attentif ; c'est ce que les paroles ne sauraient bien rendre, et un moulin, construit sur les meilleurs plans par le plus habile ouvrier, peut ramasser le grain si mal qu'après plusieurs tours il n'y en aura peut-être pas la moitié d'écrasé. On n'obtient alors qu'une très petite quantité d'huile de première qualité, le propriétaire y perd son argent, se décourage et abandonne le métier. Le plus sûr parti est de faire venir un ouvrier hollandais qu'on paie généreusement. Il s'est fait depuis peu dans la mécanique des progrès si rapides, les connaissances se répandent et les inventions se multiplient tellement, que nous ne devons pas tarder à surpasser nos maîtres en ce point. Mais ce sont là précisément les motifs qui, encourageant les spéculateurs à tenter une industrie qui n'est pas assez perfectionnée, augmentent le danger qu'il y a à construire un moulin à huile hollandais, sans l'intervention d'un habitant du pays habile à en diriger les travaux.

#### MOULINS A COULEUR ET A INDIGO.

La réduction des terres, végétaux et oxides métalliques, en une poudre impalpable, est encore en grande partie l'objet d'un travail manuel, qui s'effectue en passant un marbre uni, appelé *molettes*, sur une large table de même nature. Pour faire ce travail plus en grand, et mettre l'ouvrier à l'abri des exhalaisons pernicieuses qui se dégagent de la couleur souvent mêlée de litharge de plomb, M. Rawlinson de Derby, a inventé une machine dont nous donnons ici la description. Pour la représentation, voir la fig. 467.

A, rouleau ou cylindre de marbre noir. On préfère le marbre noir, parce qu'il est généralement plus dur et plus susceptible de poli. B, molette concave, également en marbre, couvrant un quart du cylindre, contenu dans un châssis de bois qui se rattache au châssis E en *ii*. — c, pièce de fer, large d'environ 25 millimètres, destinée à assujettir la molette, et fixée elle-même dans

le châssis par une charnière en *f*. La petite vis, garnie d'un écrou volant qui passe par le centre de la plaque de fer *c*, est destinée à augmenter au besoin la pression sur la molette, et à maintenir sa fixité. *D*, enleveur, fait d'un ressort d'horloge de 12 millimètres de large, fixé de la même manière qu'une scie dans un châssis *K*, incliné par rapport au cylindre et tournant sur des pivots *dd*. *G*, planche à coulisse qu'on retire de temps à autre pour nettoyer, etc., dans le cas où quelque portion de couleur tomberait du cylindre. Elle soutient un vase *H* qui reçoit la couleur, à mesure qu'elle tombe de l'enleveur. *F*, tiroir contenant des raclures de peau employées à nettoyer la meule. *E*, châssis.

Avant de mettre la couleur dans le moulin, il faut qu'elle soit jetée dans un mortier couvert, semblable à ceux dont se servent les chimistes pour piler les matières vénéneuses et réduites en poudre ; il y aurait avantage à les soumettre à l'action du moulin perfectionné dont on se sert à Manchester pour briser l'indigo en pain, et dont le dessin se trouve parmi les planches. Après cette première opération qui est indispensable, quel que soit le mode de broiement, on la mêle avec de l'huile et de l'eau. et, avec une spatule ou un couteau, on la met sur le cylindre, presque au haut de la molette concave. Le cylindre mis en mouvement emporte la couleur sous la molette, et quelques tours suffisent pour l'étendre également sur toute la surface. Lorsqu'elle est suffisamment broyée, on l'enlève avec promptitude et propreté, au moyen de l'enleveur dont nous avons parlé, et qui se rabat sur le cylindre, pendant que celui-ci tourne en sens contraire. La molette ne demande à être nettoyée que lorsque l'ouvrier veut écraser dessus une autre couleur, ou suspendre l'opération. Alors on la retourne, ce qui est d'autant plus facile qu'elle repose sur des charnières fixées au châssis en *ii* ; on la nettoie ensuite avec un couteau ou une spatule, après quoi on présente une poignée de raclures de peau contre le cylindre, qui en deux ou trois révolutions achève de s'approprier.

Le cylindre de la machine de M. Rawlinson a 0<sup>m</sup>42 de diamètre et 0<sup>m</sup>11 de large ; la molette concave sous laquelle il fonctionne en couvre environ le tiers. Par conséquent, la molette couvre constamment une surface de 5 centièmes de mètre carré, et broie la couleur beaucoup plus vite que les autres machines dont le cylindre n'a guère que 0<sup>m</sup>10 de diamètre.

La quantité de couleur qu'il convient de broyer à la fois dépend de la finesse qu'on veut lui donner, en observant d'en mettre moins lorsqu'on veut l'obtenir plus fine. Le temps qu'on met à la broyer doit également être réglé d'après le degré de finesse. Cependant M. Rawlinson observe que son moulin lui a broyé en trois heures la quantité de couleur qui lui était nécessaire pour un jour : la couleur, dit-il, venait mieux, et se faisait avec moins de perte.

Quand la couleur est broyée, M. Rawlinson recommande qu'au lieu de serrer entièrement le cou de la vessie lorsqu'on l'attache, on y insère un petit morceau de bois rond autour duquel se rejoignent les bords de cette vessie, et qui, lorsqu'il est sec, présente une espèce de tube par où l'on peut faire sortir la couleur, et qu'on referme ensuite à volonté. Non seulement cette manière est plus propre que celle qui consiste à percer la vessie, et à en fermer l'ouverture avec un clou, ou, ce qui paraît plus commode, à ne pas la

fermer du tout, au détriment de la couleur ; mais encore la vessie, restant intacte, peut se remplir de nouveau quand elle est vide, et servir ainsi plusieurs fois. On peut, au morceau de bois qu'on insère dans la vessie, substituer un canon de plume dont on coupe l'extrémité, et qu'on referme avec une cheville de bois.

Pour compléter le procédé de la préparation des couleurs, nous joindrons ici une description du moulin à indigo dont se sert M. Charles Taylor, de Manchester, pour broyer l'indigo en pain, et qu'on peut également, et avec autant d'avantage employer pour d'autres couleurs. Les fig. 468 et 468\* le représentent.

L, mortier de marbre ou de pierre ; un mortier ordinaire pourrait suffire. M, molette de la forme à peu près d'une poire ; à son sommet est un axe de fer fortement fixé. Cet axe, aux points NN, tourne dans deux manchons taillés dans des morceaux de chêne fixés horizontalement au mur ; des chevilles de fer oo assujettissent l'axe dans ces manchons. P, partie coudée de l'axe, faisant marcher la molette. Q, mur dans lequel sont fixées les pièces de chêne NN. R, poids qu'on ajoute lorsqu'une augmentation de force devient nécessaire.

Fig. 468. La molette et son axe séparés du reste de la machine. Le bas doit en être taillé de manière à pouvoir agir dans le mortier. S, rainure pratiquée dans la pierre.

Quand on broie dans ce moulin de l'indigo ou toute autre substance en pain, il faut placer la molette dans le mortier et l'assujettir avec des chevilles dans les pièces de chêne, puis jeter la couleur à moudre dans le mortier sur la molette. Dès qu'on tourne le manche dans l'axe, la couleur tombe en morceaux dans les rainures pratiquées à la molette, sous laquelle elle passe ensuite pour être soumise à son action, et renvoyée vers ses bords en dedans du mortier, d'où les parties les plus grossières retombent dans les rainures de la molette, et sont de nouveau broyées sous elle ; cette opération se continue jusqu'à ce que la couleur soit réduite en une poudre impalpable ; on retire alors la molette et l'on enlève la couleur.

Pour prévenir toute perte de couleur, autant que pour éviter ses effets pernicieux sur l'ouvrier, il est d'usage, pendant le cours de l'opération, de recouvrir le mortier d'un couvercle qui se divise en deux parties, et laisse voir dans le milieu une ouverture par où passe l'axe.

## POTERIE.

La glaise la plus propre à la manufacture des vases de terre est celle du Dorsetshire ; celle du Devonshire vient en seconde ligne.

Ce qu'on appelle glaise en général se compose d'argile pure ou alumine combinée avec de la silice, et quelquefois de magnésie et d'oxide de fer. La magnésie donne à l'argile quelque chose de savonneux, et le fer lui donne une teinte rouge à la cuisson. La magnésie a reçu le nom de *Pierre de savon*, et une de ses variétés celui de *stéatite*.

On met d'abord l'argile dans une auge de 1<sup>m</sup>50 de long sur 0<sup>m</sup>90 de large,

où on la gâche avec de l'eau ; ce qui s'effectue au moyen d'un long rable de bois plat à l'une de ses extrémités, et se terminant à l'autre par une planche mise en travers. On met le côté plat dans l'auge, on le remue en avant et en arrière, et de haut en bas, avec force, jusqu'à ce que l'argile soit bien battue et bien mêlée. Les parties grossières de l'argile tombent au fond de l'auge, tandis que les parties les plus fines restent suspendues dans l'eau ; on continue d'ajouter de l'argile jusqu'à ce qu'elle ait acquis la consistance d'une crème épaisse. Ce liquide passe alors d'abord par un large tube, puis au travers d'un tamis de soie, et se mêle avec une certaine quantité d'un liquide dans lequel entre du caillou calciné, et qui a également été passé au tamis de soie.

La terre de porcelaine dont on se sert dans presque tous les articles de poterie, excepté dans celle *couleur de crème*, est quelquefois mêlée et battue avec la masse. D'autres fois on la met dans un autre tube, on la bat séparément, puis on la mêle dans des proportions convenables avec l'argile mélangée de silice.

On fait passer cette argile ainsi préparée dans une autre auge de bois ou de pierre, où s'opère le mélange, et le tout est passé au travers d'un tamis très fin, dans un réservoir, d'où on le pompe pour le conduire dans le four à sécher.

Quand on fait usage d'une machine à vapeur, on jette la terre dans un cône de fonte vertical d'environ 0<sup>m</sup>60 de diamètre au sommet, et de 1<sup>m</sup>80 de profondeur. En dedans de ce cône sont fixés deux forts couteaux convergeant en spirale vers le centre ; le centre est occupé par un arbre vertical également garni de couteaux. Quand l'arbre tourne, les couteaux découpent la terre et la conduisent le long de leur spirale jusqu'à une ouverture pratiquée dans le fond.

La terre ainsi réduite en poudre est soumise au battage. Pour cela, on la jette dans une grande cuve circulaire, ayant un arbre de bois vertical, armé de bras horizontaux, et mis en mouvement par la machine à vapeur. La cuve est presque remplie d'eau et de glaise qui, par suite de la rapidité du mouvement de l'arbre, se broient et se mêlent parfaitement ; il faut avoir soin d'ajouter de l'eau ou de la terre, selon le besoin, jusqu'à ce que le liquide ait acquis une consistance de crème. On le fait alors passer dans plusieurs caisses, à l'extrémité de chacune desquelles est un tamis très fin. Les tamis ont un mouvement horizontal rapide qui leur est communiqué par une manivelle. De là le mélange arrive dans un grand réservoir, d'où on le pompe pour le four à sécher.

Le caillou qu'on ajoute à l'argile est du silex pur. Pour le calciner, on le place dans un petit four en forme de cône, de 2<sup>m</sup>75 de profondeur, et assez semblable à ceux dont on se sert pour cuire la chaux. Quand il est rouge, on le retire du four, et on le jette dans l'eau froide, pour le diviser et en rendre la pulvérisation plus facile. On brise ensuite le caillou, soit avec le marteau, soit à l'aide d'une machine. Quand on y emploie le travail des mains, un seul homme peut en briser par jour une quantité suffisante pour deux fours.

Autrement on étend les cailloux sur une forte grille de fer, où ils sont exposés à l'action de lourds marteaux que fait mouvoir une machine, jusqu'à ce qu'ils soient réduits à un volume qui leur permette de passer au travers de la grille, et de tomber dans une cavité d'où on les porte au moulin.

Ce moulin à broyer se compose d'une grande cuve, d'environ 75 centim. de profondeur, au centre de laquelle se trouve un axe vertical de bois ou de fer. L'extrémité supérieure de cet arbre est surmontée d'une grande roue dentée sur laquelle agit la force motrice. L'extrémité supérieure porte quatre bras sur lesquels sont fixés de gros morceaux de pierre à fusil. On place également de gros blocs de la même pierre dans la cuve. Le caillou étant mis dans la cuve, le tout est recouvert d'eau pour empêcher qu'il ne s'en élève une poussière dont les effets sont très pernicious. Le mouvement communiqué à l'arbre, les blocs de pierre à fusil sont emportés avec une vitesse considérable, et les cailloux, devenus très fragiles par la calcination, se réduisent par leur action réciproque en une poudre très fine.

On fait passer cette pâte dans une autre cuve, garnie également d'un arbre vertical, et dans laquelle on met une grande quantité d'eau, et le tout se trouve, par suite du mouvement imprimé à la machine, parfaitement réduit en poudre, les parties les plus pesantes tombant au fond, tandis que les plus fines restent en suspension. Celles-ci passent alors dans un réservoir dans lequel est pratiquée une ouverture pour la décharge des eaux surabondantes, jusqu'à ce qu'elle ait déposé au point de pouvoir servir au potier.

Les fabricants doivent se montrer fort difficiles dans le choix de leurs meules; car si elles contenaient du carbonate de chaux, qui se mêlât au caillou pendant l'opération, il pourrait en résulter pour eux un dommage considérable.

Le poids du caillou pulvérisé est à celui de la terre glaise, dans le rapport de 4 à 3.

Il y a des manufactures où l'on mêle cette pâte de caillou dans une grande cuve, au moyen d'un procédé semblable à celui dont nous avons d'abord fait la description, et qu'on emploie pour mêler l'argile avec l'eau. Une fois le mélange opéré, on ne saurait donner trop d'attention à la pesanteur spécifique de chaque matière, car c'est de la consistance et du poids de ces matières que dépendent les proportions convenables pour chaque genre de poterie; et c'est sur ces données que le fabricant peut baser des améliorations et des économies.

Quand on a mêlé dans les proportions convenables la glaise et le silex, le liquide est retiré du réservoir au moyen d'une pompe qui le porte au haut du four à sécher.

Le four à sécher est une espèce d'auge formée de briques de différentes grandeurs, de 9 à 12 mètres de long, de 1<sup>m</sup>20 à 1<sup>m</sup>80 de large, et de 0<sup>m</sup>30 d'épaisseur. Des tuyaux partant du brasier passent sous ses angles, et les briques étant mauvais conducteurs du calorique, il s'opère une évaporation lente, avantageuse en ce qu'elle donne au tout le degré de consistance nécessaire.

L'ouvrier qui fait sécher la terre donne tous ses soins à l'évaporation, et de temps en temps il tourne, avec une pelle de bois, la masse épaissie; car autrement les parties les plus voisines des briques se seraient durcies, avant que celles qui sont à la surface eussent perdu leur premier état de liquidité; pour régler la chaleur, on emploie des briques de trois épaisseurs différentes, ayant soin de placer les plus épaisses près du foyer, où le degré de chaleur est le plus grand.

Quand l'évaporation est suffisante, ce qu'on juge par la cessation d'efferves-



cence apparente, ou absence de bouillons à la surface de la masse, le mélange, conservant encore le nom d'argile, est déposé sur des dalles pour terminer la dessiccation.

Si l'évaporation se prolongeait davantage, l'argile ne serait plus susceptible de prendre les formes qu'on voudrait lui donner, mais serait ce qu'on appelle *noueuse*, et ramassée en morceaux.

La terre se retire des fours en blocs carrés, qu'on détache avec la bêche, et qu'on entasse pour qu'elle acquière un degré uniforme de température et d'humidité. Plus elle reste dans cet état, meilleure elle est.

La terre, à la sortie du four, soit à cause des bulles d'air qu'elle contient, soit à cause de la chaleur développée par l'évaporation, est trop molle pour être mise en œuvre. Aussi, pour la bien mêler et la mettre à la température convenable, on la bat avec des maillets de bois. On la coupe alors en petits morceaux, avec une palette assez semblable à une bêche, et avec laquelle l'ouvrier rejette de toute sa force chaque morceau sur la masse. Ces deux opérations se répètent jusqu'à ce qu'il en résulte une certaine consistance, et que le tout paraisse être arrivé à une température convenable.

On soumet alors l'argile à l'opération du battage. Cette opération est faite par un homme robuste, qui place un gros morceau de terre, de 20 à 25 kilog. sur un banc fort et commode. Avec un fil de laiton cet homme coupe la masse en travers, puis prenant les uns après les autres les morceaux qu'il a ainsi coupés, il les rejette de toute sa force sur la masse qui est en bas, et continue cette opération, tant qu'elle paraît nécessaire.

Ce travail est fort pénible, mais cependant nécessaire pour chasser tout l'air qui pourrait rester dans la masse après qu'elle a été battue ; car s'il en restait, la portion qui le contiendrait, en passant au feu, éclaterait par suite de la dilatation de l'air. C'est donc pour cela qu'on continue ce travail jusqu'à ce que la terre coupée avec le laiton présente une surface parfaitement unie et homogène.

Dans plusieurs des principales manufactures, ce dernier travail se fait par des machines. On retire du four à sécher une certaine quantité de terre, que l'on jette ensuite, lorsqu'elle est froide, dans un grand cône de fer, semblable à celui qu'on emploie pour briser l'argile. Ce cône est garni intérieurement de forts couteaux disposés en spirale, et correspondant à d'autres couteaux partant d'un arbre vertical, auquel une machine à vapeur donne un mouvement lent et régulier. De cette manière, toute la terre contenue dans le cône est très soigneusement séparée et pressée par une vis, de sorte que la masse que l'on vient de séparer et diviser est de nouveau pressée et également affectée par d'autres couteaux placés plus bas. Au fond de ce cône, se trouve d'un côté une ouverture quadrangulaire, au travers de laquelle la terre passe graduellement, et se divise, à l'aide d'un fil de laiton, en morceaux de la forme de briques, pesant de 20 à 25 kilog. Quelquefois ces morceaux, selon leur destination, sont rejetés dans le cône, et soumis une seconde fois à la même opération.

Il y a une autre manière de presser l'argile, et que n'oublie jamais le *presseur*, quelque bien battue qu'elle ait été avant : le presseur, avec un morceau de laiton, détache une portion de terre, qu'il aplatit bien entre ses deux mains, et qu'il lance ensuite de toute sa force sur la planche ; il continue cette opé-

ration jusqu'à ce que le mélange soit si complet, qu'il n'y ait aucune probabilité qu'il soit resté la moindre portion d'air. Si l'un des deux premiers morceaux de terre avait été blanc, et l'autre noir, le tout après avoir été ainsi travaillé, dans quelque point qu'on le coupât, il présenterait une teinte grise uniforme.

C'est en bien pressant le tout qu'on lui donne cette consistance, sans laquelle l'ouvrier ne pourrait s'en servir ni avec sécurité ni avec facilité. Les terres destinées à la fabrication des vases sont soumises à cette préparation pendant un temps plus ou moins long.

C'est alors qu'on peut considérer que la terre est propre à être mise sur le *tour*. Le tour du potier se compose d'une grande roue verticale, garnie d'une manivelle, et portant sur le bord une rainure destinée à recevoir une corde. Le tout est fixé sur une forte planche mobile, au moyen de laquelle la corde peut être à volonté ou tendue ou relâchée, et ensuite passée sur une pièce de forme triangulaire ou demi-ovale, de 0<sup>m</sup>75 de hauteur, garnie d'un large cerceau placé de champ sur le devant, d'environ 0<sup>m</sup>15 d'épaisseur.

Au milieu se trouve un fuseau vertical, dont l'extrémité inférieure s'ajuste et tourne dans une crapaudine. Un peu au-dessus est une poulie garnie de rainures, au moyen desquelles on peut donner au tour trois vitesses différentes; au-dessus de la poulie, le fuseau passe dans une crapaudine et reçoit à son extrémité supérieure un bloc de bois circulaire, d'environ 0<sup>m</sup>78 de diamètre, qui tourne horizontalement; on peut y adapter d'autres blocs, selon la grandeur du vase qu'on veut fabriquer.

Le tour est mis en mouvement par une manivelle à bras et une corde qui se rattache à la grande roue; un homme qu'on appelle le *baller* (faiseur de balles) détache avec le laiton des portions de terre qu'il roule en boules et donne au tourneur. Si l'on veut faire de la porcelaine, le *baller*, avant de rouler la terre, la partage en deux, et la bat fortement entre ses deux mains. Le tourneur jette la boule sur le bloc qui tourne horizontalement, et, trempant fréquemment ses doigts dans l'eau, pour éviter que la terre ne s'y attache, il la façonne en une longue et étroite colonne qu'il affaisse ensuite, répétant la même opération jusqu'à ce qu'il soit convaincu qu'il n'y reste plus d'air.

Le tourneur fait alors ralentir le mouvement du tour, et avec ses doigts, que de temps à autre il trempe dans l'eau, il donne au vase la première forme; puis, avec différents *profils* il forme l'intérieur du vase, et en fait disparaître les inégalités.

Lorsque le tourneur a à faire un certain nombre de vases de la même grandeur, il place une cheville à une hauteur déterminée par celle du vase, qui sert de guide. Quand le vase a deux diamètres différents, tels que le cou et le corps d'une cruche, il se guide sur deux chevilles.

C'est ainsi que s'y prend le tourneur pour faire les vases ronds, employant divers instruments pour en finir les formes, façonner les bords, etc. Après avoir ainsi donné la première forme à la terre, il détache le vase de dessus le plateau du tour, au moyen d'un fil de laiton qu'il fait passer à la partie inférieure du vase; ce qui fait qu'on l'enlève sans difficulté; il le passe alors dans les mains du *baller*, qui le porte sur une longue planche, où on le laisse sécher un instant avant de le remettre sur le tour pour y recevoir le dernier travail.

Dans les manufactures où se font de grands vases et où l'on emploie la vapeur, on suit la méthode de M. Wedgwood, c'est-à-dire qu'on se sert de deux cônes verticaux dont les sommets sont dans des positions inverses. L'un de ces cônes reçoit directement de la machine à vapeur un mouvement qu'il communique à l'autre au moyen d'une large courroie de cuir, qui d'après les positions des cônes est toujours également tendue sur toutes leurs parties. Mais il est évident que la vitesse du cône qui reçoit l'impulsion variera selon que la courroie sera au haut ou au bas du cône dont il reçoit le mouvement. Quand la courroie est au sommet du cône *conducteur*, le cône *conduit* se meut lentement ; si la courroie remonte, la vitesse du cône *conduit* augmente, et finit par arriver à son maximum, quand la courroie est sur la base du cône *conducteur*. Une autre courroie se rattache du cône *conduit* au fuseau du tour, et la vitesse varie au gré du tourneur, aux ordres duquel est un enfant qui tourne la manivelle. Quand l'objet est fini, on arrête le tour.

Pour faire des tasses, ou tous autres vases circulaires, on a dernièrement introduit dans le tour un petit arbre vertical, qui porte à son sommet une tête tournée, de manière à recevoir le moule sur lequel les tasses, etc., doivent être façonnées.

La terre, arrivée à ce qu'on appelle l'*état vert* est propre à être retournée, maniée, arrangée, etc.

Le tour est le même que celui dont se servent les tourneurs. L'extrémité du fuseau a un filet sur lequel sont vissés des coins de bois, de forme conique, et de différents diamètres, selon la grandeur du vase qu'on veut tourner. Le tourneur reçoit d'un ouvrier le vase à tourner, le fixe sur le plateau du tour, et commence par rabaisser les bords.

Les instruments dont il se sert ont de 0<sup>m</sup>06 à 0<sup>m</sup>05 de largeur, et 0<sup>m</sup>15 de long. Ils sont de fer fort mince, l'extrémité destinée à couper est courbée suivant une inclinaison de 0<sup>m</sup>06.

Le mouvement étant imprimé au tour, le tourneur applique son instrument nommé *tournassin* sur les diverses parties du vase qui doivent être réduites. Après quoi le fuseau reçoit une impulsion contraire, durant laquelle le tourneur applique légèrement le plat de son instrument sur le vase, pour l'affermir et l'unir en même temps.

Dans les tours que fait mouvoir la vapeur, les procédés ne sont pas tout à fait les mêmes. Un arbre horizontal s'étend dans toute la longueur de l'atelier, et en face de chaque tour est un tambour qui, au moyen d'une courroie en cuir, communique le mouvement à un système de poulies de diverses grandeurs, fixées sur un arbre. Sur cet arbre est une poulie *folle*, correspondant par une courroie croisée à une petite poulie fixée sur le fuseau du tour, qui reçoit ainsi un mouvement inverse toutes les fois que la courroie du tambour arrive sur la poulie folle. Les poulies du fuseau ont des diamètres inverses des poulies correspondantes de l'arbre; en sorte que, la courroie restant toujours également tendue, la vitesse du tour peut varier, suivant que l'ouvrier, au moyen d'un guide qu'il fait mouvoir avec le pied, dirige la courroie sur telle ou telle poulie. Quand le vase est ébauché en faisant passer la courroie du tambour sur une autre poulie, on opère un mouvement rétrograde, pendant lequel le tourneur donne le poli à son ouvrage.

Le *tour mécanique* s'emploie pour donner aux objets circulaires des

bords mousés; conséquemment il diffère du tour ordinaire par la conformation de l'extrémité du fuseau. Des plaques d'acier très minces, dans les bords desquelles sont pratiquées, à des intervalles réguliers, de profondes incisions de diverses largeurs, sont faites pour être fortement assujetties par des vis sur l'extrémité du fuseau. Le collet du fuseau s'adapte de manière à être soumis à l'action d'une vis qui lui donne le mouvement horizontal nécessaire. En face de la plaque d'acier est fixé un morceau de fer qui s'ajuste dans les incisions. Les instruments du tourneur sont limés selon la forme particulière qu'on veut donner aux ornements, et le vase, après avoir été tourné selon la méthode ordinaire, reçoit un mouvement contraire en avant et en arrière, le fuseau tournant lentement; et ce n'est que lorsque l'incision admet le morceau de fer que le vase est en contact avec l'instrument de l'ouvrier. Quand le fer est contre le bord, l'instrument ne touche pas la surface. On fait avec le tour mécanique une foule de vases aussi élégants que curieux par leurs formes. Les théières noires à l'égyptienne présentent un modèle de toutes les manières de tourner sur ce tour.

Les vases, au sortir du tour, sont en partie desséchés, ou ce qu'on appelle *dégourdis*; on les fait aussitôt que possible passer dans les mains d'ouvriers qui y fixent les anses, les manches, et autres objets semblables de menus détails.

Ces divers accessoires, qui sont la plupart du temps de forme courbe ou ovale, sont façonnés dans des moules dont nous aurons bientôt occasion de parler.

On se sert aussi, pour confectionner ces objets, d'une presse qui se compose d'un cylindre de fer de 0<sup>m</sup>15 de diamètre, et 0<sup>m</sup>25 de hauteur. Ce cylindre a un fond très fort, au milieu duquel se trouve une espèce de filière qu'on profile de diverses manières. Dans le cylindre est un piston mû par une vis. La filière étant garnie d'un profil de forme convenable, on met de la terre dans le cylindre, et le piston l'en fait sortir sous la forme désirée. Les ouvriers la coupent ensuite en morceaux auxquels ils donnent la longueur convenable; et quand ces morceaux sont suffisamment secs, ils les collent aux vases avec de la pâte délayée dans de l'eau ou *barbotine*. On se sert également de barbotine pour attacher tous les objets de détail.

Après avoir laissé sécher le vase un instant, on ôte avec un couteau l'excès d'argile, on le finit avec d'autres outils, et l'on efface tous les joints avec une éponge mouillée, qui, en faisant disparaître les inégalités, donne au tout une moiteur uniforme.

Avant de passer à la manière de presser nous allons faire connaître les fonctions du modeleur et du mouleur, fonctions bien distinctes de l'art du potier.

Le modeleur a devant lui un vaste champ pour exercer ses talents et son goût, car de lui dépendent la forme, la grandeur, l'élégance, la convenance et la symétrie des ornements.

Voici comment il procède :

Il prend une masse d'argile bien délayée avec laquelle il ébauche son modèle, au moyen d'une espèce de couteau pointu à lame étroite. Puis il le finit au moyen d'outils en ivoire, en bois ou en métal, abattant les parties saillantes, ajoutant ou retranchant de la pâte jusqu'au perfectionnement de son œuvre.

Les modeleurs de nos jours ont poussé leur art très loin ; et pour le prouver, il suffit de dire que tous ceux qui ont vu le vase *Portland* ou de *Barbarini* ( on assure que M. Wedgwood a donné à Webber, pour le modeler, la somme énorme de 10,000 fr. ), avouent qu'un bon modelleur pourrait aujourd'hui exécuter seul la même pièce en moins d'un mois, et en moins de quinze jours avec un aide exercé. L'art du modelleur est devenu bien plus commun qu'il ne l'était du temps de M. Wedgwood ; néanmoins les bons modelleurs sont encore très chèrement payés.

Le mouleur reçoit le modèle tout prêt, et fait d'après ce modèle les moules avec du plâtre de Paris.

On commence d'abord par écraser, dans un moulin semblable au moulin à farine, le gypse ou sulfate de chaux. Après cela on le met dans une longue auge, sous laquelle passe un tuyau qui communique avec le feu, pour faire fermenter ou bouillir ce plâtre jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'eau dedans. On appelle cela bouillir et brûler. L'ouvrier a la précaution d'avoir toujours le nez et la bouche recouverts, pour ne pas aspirer la poussière qui, si elle pénètre intérieurement, attaquerait ses poumons.

Le mouleur met d'abord autour du modèle, avec une large palette, une couche épaisse d'argile ; ensuite il jette, dans un vase contenant une certaine quantité d'eau, la proportion nécessaire de plâtre réduit en poudre très fine, et pour que l'eau en pénètre toutes les parties, il le remue avec vivacité, et le verse sur son modèle et autour, secouant la masse doucement ou brusquement selon le cas. La chaleur s'en échappe aussitôt, et le tout forme une masse compacte un instant après ; le moule se détache facilement du modèle, et l'on met chaque partie dans un fourneau pour la faire sécher.

Quand les moules sont achevés, on les entretient secs ( et dans cet état ils sont disposés à absorber l'humidité rapidement ), pour que le presseur puisse en détacher facilement son ouvrage, et dans ce cas on dit que le moule donne bien.

Dans quelques-uns des principaux ateliers, on a des planches en plâtre, qui ont le double but de soutenir les pièces fraîchement moulées, et de les faire sécher promptement en absorbant une partie de leur eau.

L'ouvrier désigné sous le nom de faiseur de tasses est celui qui moule les assiettes, les plats, les saucières, les bols, c'est-à-dire toute la poterie creuse ; il commence par prendre un morceau d'argile, de la grandeur nécessaire ; il le coupe en deux, ou le casse avec les mains, bat les deux parties l'une contre l'autre avec force, et répète cette opération pour chasser toutes les bulles d'air qui pourraient se trouver dedans. Ensuite il met son morceau ainsi préparé sur une table de bois ou de plâtre, et avec un gros morceau d'argile plat et uni en dessus, il l'aplatit au degré convenable, suivant le vase qu'il veut faire.

L'ouvrier dit le tourneur se sert, pour faire les bols, les plats et les assiettes, d'un fuseau vertical, surmonté d'un bloc de bois rond, de 0<sup>m</sup>25 de diamètre et de 0<sup>m</sup>05 d'épaisseur environ. Sur ce bloc il place son moule en plâtre, et par-dessus l'argile ; d'une main il met le tout en mouvement, tandis qu'avec l'autre, qu'il a trempée dans l'eau, il presse l'argile contre le moule en plâtre : pour y ajouter soit le rebord, soit le pied, il se sert de la barbotine. Puis il applique un cercle mince en tôle, pour donner au vase la forme et l'é-

paisseur convenables et enlever les bavures du bord, et il y passe l'éponge pour enlever toutes les inégalités; quand la pièce est finie, on la laisse sécher un peu, et on la polit ensuite avec un instrument en corne.

Chaque moule peut servir cinq à six fois le même jour, parce qu'aussitôt qu'il a servi, on le fait sécher au four.

Lorsqu'on a retiré des moules les bols, les plats ou les assiettes, et qu'on a ébarbé les bords avec un couteau bien mince, on les polit légèrement à la main, puis on les empile les uns sur les autres par quantités de 4, de 8, de 12 ou plus, selon leur grandeur, pour les laisser sécher et durcir, avant de les mettre dans les *cazettes* pour aller au four.

Le presseur se sert de moules doubles ou triples. Les moules à figures ont toutes leurs parties numérotées. Il prend une batte d'une grandeur et d'une épaisseur convenable, et la met dans une partie du moule, puis avec une grosse éponge frappe et l'enfonce de force dans toutes les cavités; il passe ensuite à un autre partie sur laquelle est le fond, et presse les deux parties ensemble; après cela il roule un morceau d'argile, qu'il fait entrer dans les parties de la pièce où est la jonction du moule, abat les inégalités, et lie les parties par une courroie, pour qu'elles ne se désunissent pas pendant que le moule est au four ou au séchoir. Quand on ôte la courroie, on détache les parties du moule avec précaution, et l'on finit le vase en affranchissant, nettoyant et épongeant les jointures. On fait et l'on finit de la même manière les becs, les anses, les couvercles, l'extérieur des ornements, ainsi que les figures.

Cette façon était remplacée autrefois par le jet, mais on ne s'en sert aujourd'hui que pour les formes irrégulières les plus élégantes, où la force est sans importance.

On se sert souvent, pour mouler, d'un procédé fondé sur la propriété absorbante du plâtre. Le moule dont les parois sont fort épaisses, étant bien séché, bien joint et bien lié, on mêle de l'argile avec de l'eau, et l'on en fait une pâte claire de la consistance de crème. On verse cette pâte dans le moule jusqu'à ce qu'il soit plein; le plâtre absorbe l'eau de l'argile, et laisse une couche d'argile attachée au moule. Au bout de quelques instants on laisse écouler l'excès de pâte.

Quand la première couche est sèche, on répète l'opération jusqu'à ce que l'objet ait l'épaisseur voulue; alors on met le moule près d'un four; quand le moule est assez sec pour qu'on puisse le démonter sans le briser, on en détache l'objet, qu'on fait sécher à moitié; dans cet état on lisse et on fait disparaître les joints; et quand la pièce est parfaitement sèche, on la met dans une cazette pour la porter au four.

Tous les objets moulés par ces divers procédés doivent être séchés sur des planches, à la température de l'appartement où ils ont été faits, dans un séchoir, ou dans un four, avant d'être exposés à la cuisson.

Le faiseur de cazettes doit connaître la juste proportion de marne, de vieilles cazettes et de sable nécessaire pour faire les meilleures cazettes. On les fait de différentes grandeurs et de différentes formes, d'une composition très poreuse, capable de résister à une chaleur extraordinaire sans fondre. Il y a au fond de chaque cazette une légère couche de sable blanc fin, qui empêche les pièces de poterie de le toucher et de s'y attacher

Pour les vases de porcelaine, tels que plats, assiettes, etc., on met dans le fond de la cazette de petits triangles en terre qui forment saillie, et sur lesquels ces vases s'appuient, pour maintenir chaque pièce dans sa forme. Pour séparer une cazette de l'autre, on met sur ses bords des morceaux très épais d'argile.

L'homme qui met la poterie dans les cazettes, et les cazettes dans le four, se nomme le fournier.

Le four du potier à cuire le biscuit et le vernis diffère peu de ceux dans lesquels on fait cuire la brique et la tuile dans ce pays-ci. C'est un cylindre qui se termine en dôme. Autour de ce four, on établit des foyers ou bouches, d'où le feu passe dans des tuyaux horizontaux placés dans le fond, et dans des tuyaux intérieurs appelés sacs, d'où il monte entre tous les intervalles des piles de cazettes, jusqu'à l'ouverture pratiquée dans le dôme du four.

Presque tous les fours sont enveloppés d'une bâtisse de forme conique qu'on appelle cheminée, assez grande pour donner passage à l'homme qui charroie le charbon et qui alimente les bouches, et pour abriter lui et le four contre le mauvais temps.

On met sécher les cazettes contre les murs du four ou dans un local échauffé exprès.

Le four au biscuit est très vaste. L'ouvrier y travaille sans interruption, 40 ou 50 heures. La chaleur y augmente progressivement; mais pour la porcelaine, le feu étant poussé plus vivement, la cuisson s'y opère plus promptement.

On place comme épreuves, dans différentes parties du four, des cerceles de terre noire d'Égypte, au moyen desquels un fournier exercé peut dire, non pas à une heure près, comme l'indique le pyromètre de Wedgwood, mais à 10 minutes près combien de temps la cuisson doit se prolonger.

On donne le nom de *biscuit* à la faïence cuite de cette façon, parce qu'elle ressemble, quant à l'apparence et au toucher, au biscuit de mer bien cuit; l'extérieur est presque toujours sans couleur; quelquefois cependant il est coloré par une chaleur violente. Quand on retire les cazettes, on fait le triage des pièces, et on rebute toutes celles qui sont défectueuses.

Si l'on se servait de la poterie à l'état de biscuit, elle serait parfois perméable à l'eau; c'est pour cela que les rafraichissoirs, *alcarazas*, sont toujours en biscuit. Les meilleurs rafraichissoirs sont ceux qui ont à peu près la capacité d'une bouteille, parce qu'alors l'air exerce plus d'influence sur l'eau qui, en passant à travers les pores de la poterie, amène une évaporation, et par suite une diminution de température rapide.

Tous les articles de poterie qui n'ont qu'une seule couleur, et beaucoup d'autres qui en ont plusieurs, sont ornés ordinairement avec le pinceau, ou par des impressions faites d'après des gravures. La première méthode s'appelle *peinture bleue* ou *en biscuit*; l'autre, *impression en bleu*. Ces deux peintures se font sur le biscuit, avant qu'il ait été trempé dans le vernis. Si la terre n'était pas cuite d'avance, l'eau employée pour délayer les couleurs, l'amollirait; et il serait impossible de lui transmettre nettement les impressions des gravures. On ne pourrait pas non plus se servir d'eau pour enlever le papier de ces gravures: de plus, l'eau qui contient les parties essentielles du

verniss serait absorbée par la masse d'argile, qui deviendrait si molle qu'elle se déformerait au four.

On a pensé qu'il serait avantageux de mêler à l'argile sur laquelle on ne doit pas peindre, quelque substance capable de résister à l'action de l'eau, parce qu'alors on pourrait mettre le vernis avant la cuisson, de sorte qu'il ne faudrait plus qu'une cuisson pour le biscuit et le vernis, ce qui donnerait une économie de travail, de temps et de combustible.

Pour la peinture bleue, on mêle la couleur avec l'eau et la gomme, et on l'étend soigneusement sur la terre biscuit. Comme chaque coup de pinceau laisse une marque dans les pores du vase, il faut être très attentif au modèle, parce que le trait, une fois fait, reste ineffaçable. Quand l'échantillon est fini, on le laisse sécher à l'air, puis on le plonge dans le vernis; après quoi on l'expose à la chaleur du four à vernisser; cette chaleur fait fondre les minéraux contenus dans les couleurs, et donne à chacune une couche de beau vernis. On emploie principalement des jeunes femmes pour cette branche de poterie.

Imprimer en bleu, c'est imprimer au moyen d'une presse à rouleaux, d'après des gravures. L'imprimeur en bleu met la planche gravée sur un fourneau, et la frotte en même temps avec sa couleur à l'huile; la chaleur fait couler et entrer facilement dans les traits les parties métalliques contenues dans l'huile. La couleur est du cobalt mêlé avec d'autres substances en diverses proportions, suivant qu'on veut avoir des bleus clairs ou foncés.

Pour enlever l'excès de couleur, on nettoie bien avec un linge la planche pendant qu'elle est chaude; on la met sous la presse, et on la recouvre d'un morceau de fort papier, sur lequel on a étendu, avec une brosse, une épaisse couche de savon fondu. On fait passer tout cela sous la presse; la chaleur de la planche sèche le papier, fait adhérer la couleur, et facilite l'enlèvement. Quand on a obtenu l'impression, on donne l'épreuve à une petite fille, qui la coupe en morceaux, qu'elle passe à une femme qui les place sur le biscuit: quand ils sont bien arrangés, elle les frotte jusqu'à ce que les divers morceaux soient tout à fait collés au biscuit. Quand on les a laissés assez longtemps pour que la chaleur soit absorbée, on enlève le papier avec de l'eau propre, et l'on met le biscuit dans un four pour évaporer l'huile. Quelquefois on imprime seulement l'esquisse du modèle sur le vase, et l'on ajoute ensuite les couleurs au pinceau.

Dans cet état, la poterie est prête à recevoir la légère couche qu'on appelle vernis ou couverte. Le but de ce vernis n'est pas toujours de rendre le vase imperméable, puisque beaucoup le sont déjà avant d'être vernis; mais d'en déguiser la substance, dont la couleur et la contexture n'ont pas toujours un aspect très agréable. Une couche de vernis pur, naturellement transparent, ne ferait que mieux ressortir les défauts; c'est pour cela qu'on emploie une composition vitrifiable d'oxide de plomb, de sable blanc, etc., ressemblant un peu au cristal ordinaire, et rendue soluble par la présence d'un alcali. Cette composition, quand elle est bien employée, conserve assez d'opacité, à un certain degré de chaleur, elle coule, se vitrifie et pénètre la pierre ou la terre avec laquelle elle s'incorpore; ce qui a l'effet non seulement de remplir les pores de la pièce en biscuit, mais aussi de revêtir le tout d'une couche opaque et brillante.



Comme le vernis qui convient à une espèce de terre ne convient pas à l'autre, à cause des différentes espèces et de la proportion des matières, il faut faire varier la composition suivant la proportion et la densité des matières qui entrent dans le vase qu'il doit couvrir; autrement, chaque changement de température ferait éprouver au vase et au vernis des dilatations inégales, et amènerait promptement la destruction.

Quand la pièce manque de cuisson, son vernis est très sensible aux variations de température, et bientôt il se fendille. Alors les graisses pénètrent dans la pâte et donnent aux aliments un goût désagréable.

Le vernis se fend ou se fêle, soit parce qu'il contient trop d'alcali, soit parce qu'il est mal appliqué, soit parce qu'il est composé de matières inégalement fusibles, ou que le feu nécessaire à la fusion est trop fort pour le vase lui-même.

M. Parkes prétend qu'un peu de chaux mêlée avec la terre empêche la gerçure; mais les manufacturiers sont d'un avis contraire. La chaux ajoutée faiblement à la diaphanéité de la porcelaine, et la rend très sujette à gercer. Si on retire du four les objets en biscuit ou en émail, avant qu'ils soient suffisamment refroidis, l'action de l'air leur est très nuisible et surtout au vernis, qui est alors mal apprêté.

L'émail est une composition vitrifiable, qui ressemble beaucoup à la crème, et qui en a la consistance. Il est essentiel qu'il soit clair, et qu'il acquière le degré d'opacité convenable à peu près au point de fusibilité du biscuit, afin que la combinaison en soit plus intime et plus durable. La composition de l'émail ou vernis varie pour chaque corps, et presque suivant chaque fabricant.

La dépense du vernis étant assez élevée, le fabricant cherche à arriver au meilleur vernis, au meilleur marché possible: aussi a-t-il grand soin de tenir ses recettes secrètes, pour que les potiers étrangers n'en profitent pas au détriment de sa fabrique.

On emploie les vernis crus, pour la poterie commune, tels que jouets, cruches, ustensiles pour le thé, etc. On fait ces sortes de vernis avec du blanc de plomb, de la pierre de Cornouaille et du silex écrasé dans un moulin à bras. Les vernis crus pour la porcelaine sont rarement de très bonne qualité; mais on emploie le plus ordinairement les vernis frites, qui sont tous excellents.

On appelle vernis frites une certaine combinaison de différentes matières bien mêlées ensemble et ensuite calcinées; cette préparation lui donne de l'homogénéité, de la solidité et une pureté qu'on ne peut pas obtenir autrement. En général, on cuit ce mélange dans l'étage inférieur du four à faïence.

L'un des ingrédients qu'on emploie quelquefois dans ces vernis est le sable de Lynn. Certaines personnes se servent de soude pour rendre le vernis plus liquide quand il passe au feu. Quelquefois on se sert de sel ordinaire, qu'on mêle avec une dose de potasse, mélange qui le décompose et le nettoie en partie de ses impuretés. Il faut se souvenir cependant que c'est le plomb seul qui donne au vernis son éclat, et que l'usage des sels donne généralement un mauvais résultat.

On pile la fritte calcinée, on la nettoie, on la tamise et on la réduit en poudre très fine; après quoi on la mêle avec des doses convenables de blanc de plomb et de silex. On fait passer ensuite ce mélange sous la meule d'un moulin; plus

il est fin, plus il est propre à l'emploi auquel il est destiné; le vernis n'en vaut que mieux, il se polit mieux, cuit plus promptement, brille davantage, et n'est pas susceptible de gercer.

Le plomb fait vitrifier à un certain degré de chaleur les autres matières, et il durcit ou ramollit le vernis, selon que l'on en met plus ou moins. On a élevé beaucoup d'objections contre l'usage de ce minéral : nous avons déjà parlé de celles qui ont rapport aux usages domestiques; quant à la paralysie dont les vernisseurs ou plongeurs sont souvent atteints, et qu'on attribue au plomb, on doit prendre toutes les précautions nécessaires pour la prévenir. Mais si l'on a l'attention de se tenir propre et de recourir à l'eau et à l'essuie-mains, qui est à la disposition des ouvriers, on en éprouve bien plus rarement les effets délétères.

Les matières étant bien écrasées et délayées dans l'eau, on les met dans le tube à plonger; comme elles sont lourdes, il faut avoir soin de les tenir constamment en suspension et uniformément réparties dans l'eau. Le plongeur, aidé d'un petit garçon qui brosse les pièces et les lui passe une à une, les trempe vivement dans le liquide, et les retourne rapidement lorsqu'il les a retirées, afin d'égaliser sur toutes les parties l'épaisseur du liquide. Le biscuit boit l'eau par ses pores, et il reste à l'extérieur une couche assez dure pour s'y attacher. Avant de mettre la pièce dans la cazette, ou la pose sur une planche; on en trempe une autre de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout soit fini; c'est alors qu'on met le tout dans les cazettes.

La planche est semée de clous, qui la dépassent d'environ 25 millimètres et laissent écouler l'excédant de matière; par cette méthode, les objets sont mieux vernis et donnent moins d'embaras.

On met les pièces creuses et la poterie imprimée en bleu sur des tamis de crin, ou sur quatre morceaux de tôle de 0<sup>m</sup>6 à 0<sup>m</sup>9 de long, auxquels on donne le nom de violon : en trois minutes les objets trempés sont assez secs pour être mis sur la planche, et quelques minutes après dans les cazettes.

Dans la poterie commune on mêle avec le vernis certains oxides métalliques, tels que l'oxide de cuivre, etc. Quand on a trempé l'objet de cette façon, on l'achève sur le tour pour marquer ce qui doit être blanc, et quand on y a mis les accessoires on le fait sécher au four.

On remet les pièces dans les cazettes pour faire fondre le vernis, et comme dans cette opération elles se colleraient l'une à l'autre par le contact, on met entre elles, pour les séparer, des morceaux d'argile qu'on nomme indistinctement *échasses*, *ergots*, *anneaux*, *chevilles*, *battes*, etc.

On empile les cazettes, comme il a déjà été dit, dans le four à vernis, qui ne contient que la moitié de la poterie qu'on fait entrer dans le four au biscuit. Le vernisseur fait monter la température aussi vite que possible au degré nécessaire pour fondre le vernis, qui est de beaucoup inférieur à celui du four à biscuit; il l'entretient pendant 16 ou 19 heures. Dans cette opération, les épreuves en terre rouge sont très utiles pour empêcher que la poterie soit chauffée plus que le corps du biscuit ne pourrait le supporter; en effet, si la température du four à vernis excédait celle du four à biscuit, il s'ensuivrait que les objets se contracteraient et se voileraient, ou bien que le vernis serait endommagé. Par cette cuisson, la couche de vernis s'étend sur toute la surface du biscuit et fait corps avec lui.

Comme on chauffe quelquefois le four au vernis à un degré de chaleur trop fort pour certaines couleurs, on a recours à un autre procédé qu'on appelle *émailler*, dans lequel les dessins sont plus élégants d'exécution et de forme, et les couleurs incorporées dans le vernis de la poterie.

Les couleurs qu'on y emploie sont minérales ou métalliques. Pour les noires, c'est un mélange d'oxide de fer, d'oxide de manganèse et d'oxide de cobalt. Le meilleur oxide de fer est celui obtenu par l'action de l'air chaud sur le fer.

Pour les violets, c'est le protoxide de manganèse et le pourpre de Cassius.

Pour les verts, de l'oxide de chrome, le bioxide de cuivre, et un mélange d'oxide de cobalt, d'acide antimonieux et d'oxide de plomb.

Pour les bleus, de l'oxide de cobalt.

Pour le brun on se sert de l'oxide de manganèse.

Tous ces oxides sont en poudre très fine ; on les applique de manière à ce qu'ils ne dépassent pas les traits, c'est-à-dire qu'ils n'altèrent pas le dessin en cuisant.

On broie chaque couleur avec une molette, sur une grosse pierre dure ; on y joint de l'acide pyroligneux, de l'huile de térébenthine, ou toute autre huile d'une évaporation facile. On se sert de pinceaux de poil de chameau pour mettre les couleurs sur la poterie.

La peinture en bleu est la plus fine et la plus solide de toutes ; on peut la faire servir aux ornements les plus élégants et les plus précieux, parce que ni l'air ni l'usage ne peuvent altérer la beauté du dessin ni l'éclat des couleurs.

Pour dorer, on emploie du précipité d'or soluble, pour qu'il se mêle avec l'huile de térébenthine ; il faut aussi de grandes précautions pour l'appliquer. Quand le vase est chauffé, l'oxigène se dégage, et laisse l'or dans son état métallique ; mais il n'a pas de brillant. Pour le lui donner, on le frotte avec un instrument appelé brunissoir en agate, en sauguine ou en acier ; par ce moyen, il prend de l'éclat, et ne se ternit jamais.

L'impression en noir se fait par un procédé curieux et tout différent. L'ouvrier fait bouillir de la colle jusqu'à ce qu'elle ait une certaine consistance, et la verse sur des surfaces unies par couches de 0<sup>m</sup>004 à 0<sup>m</sup>006 d'épaisseur. Lorsqu'elle est froide, il la coupe en bandes, qu'on appelle papiers. Prenant ensuite une planche de cuivre, bien gravée, il la frotte avec de l'huile bouillante, et après l'avoir bien nettoyée, il appuie avec force le papier-colle dessus ; la planche est attachée solidement à un morceau de bois, qu'on tient d'une main, et le papier est étendu sur une brosse ou coussin, qu'on tient de l'autre. L'huile s'attache par la pression au papier-colle, que l'ouvrier applique ensuite avec beaucoup de précaution contre la pièce en poterie ; puis, avec du coton fin, il répand légèrement, sur le dessin tracé à l'huile, la couleur, à l'état de poudre impalpable. Quelque temps après, l'huile étant évaporée, on peut enlever la couleur inutile avec de vieux chiffons de soie, ce qui demande beaucoup d'attention et une main légère. Après que la poterie est imprimée en noir, on la met dans le four à émail, où la couleur et le vernis se fondent et s'incorporent l'un à l'autre.

Le four à émail est ordinairement de la forme d'une moufle de chimiste ; il a de 3<sup>m</sup> à 7<sup>m</sup>80 de long et de 0<sup>m</sup>90 à 1<sup>m</sup>50 de large. Le nombre des bouches

varie de 1 à 4 selon la grandeur du four et le service auquel il est destiné. Ces bouches servent à recevoir le bois. On met bien soigneusement les objets dans des étagères ou séparations minces, préparées dans le four jusqu'à ce qu'il soit tout plein ; puis on en ferme l'entrée, et on le chauffe pendant 8 ou 10 heures environ.

Les objets tous peints, dorés ou imprimés en noir, sont soumis à cette troisième cuisson dans le four à émail, qui fait fondre à la fois le vernis et les couleurs, et pénétrer les oxides métalliques.

Il existe des poteries qu'on recouvre d'une feuille métallique : cette poterie est de qualité inférieure. On lui donne des formes communes ; elle prend la couleur de l'or, du platine ou du cuivre, etc., fixée sur le vernis. Son grand éclat, quand elle est nouvellement faite, lui a fait donner le nom de terre lustrée.

La facilité avec laquelle on fait ce vernis, et le prompt débit de cette marchandise, l'ont rendue si commune, et d'une qualité si inférieure, qu'elle est très peu estimée des potiers.

La poterie couverte d'une feuille d'or est en terre rouge du pays. On se sert ordinairement, pour celle recouverte d'argent, d'une poterie fort commune, couleur de crème.

L'oxide employé pour les couleurs d'or, de platine, etc., se mêle avec de l'huile essentielle, au moyen de la chaleur, et est ensuite étendu avec une brosse sur la surface des objets. Quelquefois on y ajoute des ornements. Pour cela, on se sert d'un liquide de suie ou de noir de fumée, qu'on applique sur le vase, suivant un modèle, et qu'on fait sécher dans un four de tôle, puis on étend l'oxide métallique avec la brosse. On fait chauffer le tout dans une moufle, et la chaleur rend à l'oxide presque tout son éclat primitif. Pourtant, généralement l'or tire sur le cuivre et le platine sur l'acier.

Dans la porcelaine brillante, ou biscuit noir de MM. Riley, la matière est de la porcelaine noire, ayant subi un tel degré de vitrification que la surface, quoique sans vernis, brille comme du jais ; chose fort importante pour la durée, l'élégance et l'utilité. On peut garantir que le temps ni l'usage n'en altèrent jamais l'élégance, et qu'elle se nettoie à l'eau, comme la porcelaine la plus fine. Elle a un avantage marqué sur le corps sec, ou le noir d'Egypte ordinaire, qu'on polit et qu'on huile pour le faire paraître luisant, mais qui finit toujours par absorber la poussière. La substance dont il est composé étant poreuse de sa nature, les liquides qu'on y verse la pénètrent, ce qui peut être parfois malfaisant et toujours désagréable à la vue et au toucher. La porcelaine noire de MM. Riley est exempte de tous ces inconvénients, parce que sa vitrification est telle que le liquide ne peut pénétrer à travers les pores du vase.

Les coliques, les paralysies, et souvent la mort prématurée des ouvriers attestent assez combien l'emploi du plomb dans les manufactures de poterie a des conséquences dangereuses ; et cependant c'est avec ce minéral que se fait le vernis de la poterie rouge commune dans laquelle le bas peuple prépare ses aliments. Le plomb est faiblement soluble dans l'huile animale, il l'est davantage dans les acides de nos fruits ordinaires, et beaucoup plus quand le feu nécessaire à la cuisson aide à leur action. Il n'est pas déraisonnable d'attribuer à cette cause peu suspectée le grand nombre de maladies d'intestins qui existent chez les gens pauvres faisant usage de cette poterie, et il est probable

que c'est pour se soulager des douleurs occasionnées par l'usage de ces poteries qu'ils s'habituent à l'usage délétère des liqueurs fortes.

C'est dans cette persuasion que la société d'encouragement pour les arts, les manufactures et le commerce, a cru devoir proposer un prix considérable pour la composition d'un vernis de poterie rouge, dont les matières ne fussent pas nuisibles à la santé, et qui, par son bon marché et sa fusibilité à une température moindre que celle qu'il faut pour cuire la poterie rouge pût remplacer le plomb dans cette branche de manufacture.

La solution de ce problème si important pour l'hygiène publique est due à M. J. Meigh de Shelton. Son procédé, outre les conditions de salubrité auxquelles il satisfait, présente encore aux fabricants une amélioration sensible dans la qualité des produits et une très grande économie de matière et de combustible.

Voici dans quels termes s'exprime l'inventeur :

« La grosse poterie rouge commune faite avec de la terre à brique est très poreuse, et on la fait cuire fort peu, tant pour économiser la dépense du bois que pour prévenir la fusion ou le changement de forme inévitable quand on fait cuire à grand feu l'argile ordinaire; il faut donc nécessairement employer un vernis pour boucher les pores, afin que le vase puisse garder les liquides. Ce vernis doit être bien fusible et peu dispendieux: aussi a-t-on l'habitude de se servir de litharge pour les vases transparents, et de mine de plomb ordinaire pour les vases noirs opaques. L'emploi du vernis de plomb est mauvais, d'abord parce que, quand il arrive, par un feu vif, à la température de l'eau bouillante, la différence de dilatation entre la terre et le vernis fait craquer ce dernier, ce qui laisse alors pénétrer le liquide dans le corps du vase; et secondement, parce que le vernis de plomb, seul ou mêlé avec des matières terreuses en petite quantité, est très soluble dans le vinaigre, dans le jus des fruits acides, et dans la graisse animale bouillante. »

M. Meigh propose, pour remédier à ces graves inconvénients, d'employer un mélange de marne rouge, qu'on peut réduire dans l'eau en pâte fine, et d'y plonger le vase assez longtemps pour que ses pores se remplissent des fines parcelles de la marne; ensuite on procède au vernissage, qui se fait avec un mélange épais et homogène de parties égales de manganèse noir, de pierres de Cornouaille (surtout du feldspath), réduites en poudre très fine; si c'est un vernis blanc, on retranche le manganèse. Cette opération faite, on fait sécher et cuire la poterie comme à l'ordinaire.

M. Meigh propose aussi, pour remplacer les matières de la poterie rouge commune, un mélange composé de quatre sixièmes de marne commune, d'un sixième de marne rouge, et d'un sixième de terre à briques. Ce mélange donne une poterie d'un brun clair rougeâtre, plus dure, plus compacte et moins poreuse que la poterie rouge, plus économique pour le potier, et de nature à ne pas nuire à la santé des personnes qui font usage de la poterie rouge.

Le but des principaux manufacturiers a toujours été de trouver, pour la porcelaine, une composition d'argile et de vernis qui, étant cuite, fût d'une pâte très fine, extrêmement blanche en couleur, bien transparente, et en même temps capable de résister aux changements brusques de température.

Pour que le lecteur saisisse mieux les diverses conditions regardées par

les manufacturiers comme essentielles pour perfectionner la porcelaine, nous dirons :

1° Que la première et la plus importante des qualités de la porcelaine est une blancheur telle que l'œil n'y aperçoive aucune tache, et que le vernis blanc lui donne la douceur du velours et le poli d'une glace;

2° Que la seconde qualité essentielle est la durée, autrement dit, que la porcelaine puisse supporter, sans s'altérer, une augmentation de température subite et rapide, et surtout l'action de l'eau bouillante;

3° Que la troisième qualité essentielle est la transparence, qui, tout agréable qu'elle est, ne mérite cependant pas la préférence qu'on lui accorde ordinairement.

Autrefois les connaisseurs faisaient grand cas de la porcelaine d'une composition fine et grenue; mais on peut souvent se tromper aux apparences.

Pour juger de la pâte d'une porcelaine, il faut la fracturer; car il arrive souvent que des pièces, fabriquées en même temps et de la même manière, présentent à l'œil des apparences très diverses.

La porcelaine est composée d'une argile blanche très onctueuse, appelée kaolin (en Angleterre on la tire de la province de Cornouaille); on y mélange une certaine proportion de terre bleue, et d'un vernis fait avec du plomb, du verre de rebut, de la pierre de Cornouaille et du silice. Elle est très épaisse et très solide, mais moins transparente que la porcelaine d'os. On fait, avec cette porcelaine, beaucoup de bocaux et de vases de la plus grande espèce.

La porcelaine dite  *Pierre de fer*  n'est pas très transparente, mais elle est très forte, compacte, épaisse et solide. On s'en sert peu pour les ustensiles à thé; mais elle a toutes les qualités propres aux services de tables, aux cruches et aux ornements. Elle a été inventée par MM. G. et C. Mason. Elle est plus avantageuse qu'aucune autre espèce de poterie ou porcelaine.

La porcelaine faite avec le feldspath décomposé ou kaolin est nouvellement inventée; c'est la plus célèbre de toutes les porcelaines; elle est le produit d'une nouvelle matière qu'on mêle en certaine proportion avec la terre et le vernis.

La pierre de Cornouaille, que nous venons de citer ci-dessus, et qui est employée à cet usage, est une espèce de granit en état de décomposition, qui contient beaucoup de feldspath. On casse avec des pics le granit en décomposition, et l'on en jette les fragments dans l'eau courante, qui, dans sa marche, entraîne et tient en suspension les parcelles légères d'argile susceptibles de se mêler avec ce fluide. L'eau se décharge dans des fosses, au fond desquelles ces particules se précipitent. Quand ce dépôt argileux a pris de la consistance, on l'enlève et on le fait sécher en partie; autrefois cette dessiccation se faisait par l'action de l'air, maintenant on l'exécute au moyen de tuyaux chauds qui passent sous les réservoirs dans lesquels on a placé le dépôt. L'eau étant évaporée; on divise la matière en morceaux carrés, et on la fait sécher sur des planches, où elle devient extrêmement blanche et se met en poussière; après cela on la met en barils et on l'expédie aux manufacturiers.

L'argile qui donne la plus belle porcelaine de feldspath est un composé de kaolin et de feldspath; ce mélange demande la plus scrupuleuse attention,

car l'excès de feldspath donnerait trop de retrait aux vases dans le four à biscuit, avant la fusion des parcelles de terre qui produit la transparence, et l'excès de kaolin en augmenterait l'opacité. Dans les deux cas, le vernis s'étendrait ou se contracterait en raison inverse du biscuit, et ferait gercer les objets. Le feldspath se fond facilement, parce qu'il contient environ treize centièmes de potasse; c'est ce qui en fait une des meilleures matières pour venir la porcelaine. On emploie aussi l'os calciné, qui rend la terre très blanche; mais il faut l'employer avec discernement, parce que sa friabilité fait fêler les objets dans lesquels on en met trop.

Outre la terre de porcelaine dont nous venons de parler, les manufacturiers en consomment de quatre autres espèces. Les deux premières se tirent du Devonshire, et les deux autres du Dorsetshire.

La *terre noire* est remarquable en ce que la matière bitumineuse qui lui donne la couleur d'où elle tire son nom disparaît au feu; et plus la terre est noire quand on la tire du sol, plus la poterie devient blanche.

La *terre cassante* a l'avantage d'être d'une blancheur éclatante quand elle est cuite; mais il faut y mettre une égale proportion de silex, autrement l'objet éclaterait pendant la cuisson du biscuit.

La *terre brune* blanchit beaucoup au feu sans se gercer. Il y a des manufactures qui en consomment beaucoup. Cette terre passe difficilement au tamis de linon, et a besoin d'être exposée très longtemps à l'action de l'air pour opérer la séparation de ses parties et pour empêcher la gerçure; elle exige différentes proportions d'autres matières; mais le plus grand inconvénient qu'on y trouve est qu'une partie de celle qu'on extrait depuis plusieurs années donne une couleur inférieure à celle employée autrefois.

La *terre bleue* est la meilleure et la plus chère. Elle forme un corps très blanc et très solide, et demande une plus grande quantité de silex, ce qui améliore considérablement la qualité de la poterie; mais il faut une minutieuse attention dans les proportions, et plus de chaleur pour cuire le biscuit.

La *poterie couleur de crème* tire son nom de ce que la teinte de sa couleur est celle d'une crème. Lorsqu'elle est bien faite et cuite à propos, elle est très sonore, assez dure pour que l'acier en fasse sortir des étincelles, et pour contenir des liquides sans les absorber. Quand elle se trouve de bonne qualité, elle résiste à l'action du salpêtre, du verre de plomb et autres: aussi est-elle d'une grande utilité dans tous les besoins ordinaires et dans les expériences chimiques où il faut une très grande chaleur. Pendant que la poterie est en contact avec le feu, il faut veiller au courant d'air, pour empêcher sa contraction ou son expansion subite; autrement sa dureté et sa densité la rendent très sujette à casser. Il est reconnu que la poterie de crème de Wedgwood a une grande supériorité sur les autres, ne se détériorant ni ne se fendant avec le temps, tandis que ces deux inconvénients se trouvent très fréquemment dans la poterie qui sort des petites manufactures.

La poterie couleur de crème se compose d'un mélange de terre bleue et de terre de porcelaine, de silex et de pierre de Cornouaille. D'autres y ajoutent des terres noires et brunes, mêlées d'un peu de silex et de pierre. Des expériences récentes ont prouvé qu'on peut faire de l'excellente poterie en mêlant de 30 à 40 pour cent de kaolin avec des argiles bleues, du silex et de la pierre.

Le vernis qu'on emploie pour la poterie couleur de crème se compose de blanc de plomb, de pierre de Cornouaille et de silex. L'excès de plomb lui donne une teinte plus ou moins jaune, à laquelle il est facile de remédier par le mélange d'autres matières. Le silex donne de la consistance au plomb, pendant que s'opère la vitrification, et prévient par là une trop grande fluidité qui pourrait le faire couler le long des vases, et laisser certaines parties à découvert.

Les effets pernicieux qui résultent de l'emploi du blanc de plomb dans les vases destinés à la cuisine ont été signalés, aussi bien que l'utilité de la substitution à y faire; mais les meilleurs fabricants faisant entrer beaucoup de silex et de pierre de Cornouaille dans la composition de leurs terres, on ne trouve rien dans leur poterie qui puisse justifier de semblables craintes. Il y a donc toujours avantage et sécurité à se fournir dans les grandes manufactures.

On ne sait pas assez que la poterie que vendent les marchands ambulants est d'une qualité aussi inférieure que dangereuse. La terre dont elle est faite, en raison de sa composition, n'est jamais en état de supporter un degré de chaleur un peu élevé; d'autant moins qu'elle est trop molle et n'est pas restée assez longtemps exposée au feu. De là vient que lorsqu'on s'est quelquefois servi de cette poterie, l'eau chaude qu'on emploie pour la nettoyer fait voir tous ses défauts à découvert, et qu'en fort peu de temps elle se fend de tous les côtés.

Cette poterie si molle s'égrène facilement avec un couteau. Les matières huileuses la tachent, et le vinaigre, ou tout autre acide faible, la dissolvent.

La vraie poterie couleur de crème, au contraire, subira toutes ces épreuves sans en être altérée, et la quantité de plomb qu'on y fait entrer est si peu de chose qu'on n'en doit craindre aucun effet pernicieux, quoique quelques fabricants de faïence aient prétendu qu'il n'était pas possible d'obtenir de la bonne poterie sans y mêler beaucoup de plomb.

La poterie imprimée en bleu est d'un très grand usage et d'une qualité supérieure. On la recherche d'autant plus qu'elle se vend très bon marché.

Cette supériorité est due à deux causes; l'une particulière à l'argile qui renferme plus de silex, de terre bleue et de kaolin; l'autre propre au vernis, qui se compose du mélange de certains ingrédients qu'on fait calciner avec soin, que l'on broie avec du verre et du blanc de plomb, et qu'on mêle enfin avec une certaine quantité de silex et de pierre de Cornouaille. Une variété de cette poterie a un vernis qui la rend propre à être émaillée.

La faïence imprimée en bleu a depuis peu pris le nom de demi-porcelaine, attendu que lorsqu'elle est bien cuite, non seulement elle est très fine, très blanche et très nette, mais encore elle a un certain degré de transparence.

La poterie de *calcaire* a une qualité aussi éminemment belle que bonne; elle est d'un blanc délicat, d'un grain fin, doux et brillant. La nature de la terre et du vernis la rend très propre à être émaillée.

On fait évaporer l'argile sur un four à plâtre; elle se compose d'un mélange de terre à porcelaine bleue et de terre de Galles, pulvérisée et calcinée,



ou de silex dans son état primitif, de pierre de Cornouaille, et d'émail blanc nuancé d'azur. Quelques personnes y ajoutent des os calcinés et du plâtre fin. Cette poterie demande le feu le plus ardent, comme pour le biscuit.

Le vernis se compose de verre calciné, de pierre de Cornouaille, de silex, de borax, de nitre, de plomb rouge, de potasse, de sable de Lynn, de soude, de chaux et de cobalt. Après l'avoir bien exposé à l'action du feu, on le broie, et on le mêle avec du blanc de plomb, du verre, du silex et de la pierre de Cornouaille.

La *poterie rouge fine* se compose en proportions presque égales de terre de brique jaune et de rouge du bois de Bradwall. On en fait d'une qualité inférieure pour les poteries qui doivent être recouvertes d'un vernis métallique.

Dans les mines de charbon d'Hall-field, on trouve une espèce de marne qui, convenablement préparée, c'est-à-dire broyée et séchée, donne seule un très beau rouge clair, de quatre nuances différentes, selon l'intensité du feu. Elle fut découverte en 1814, par M. Jones, qui monta une fabrique de ce genre de poterie pour MM. Burnett, qui l'expédiaient en Hollande; mais le retour soudain de Napoléon de l'île d'Elbe arrêta totalement cette entreprise.

L'introduction de l'ocre change le rouge en une couleur brune.

La *poterie couleur de bambou* est d'un beau genre; on l'emploie surtout dans les objets d'ornement, et pour les plus grandes pièces d'un déjeuner. Elle n'est jamais vernie en dehors, quoiqu'il y en ait une espèce dont l'intérieur est vitrifié. L'intérieur des tasses, théières, etc., est bien lavé avec un liquide, qui, exposé au feu, se convertit en une mince couche de verre. La couleur varie, mais celle qui domine est le nankin. La meilleure terre pour la fabrication de cette poterie se compose de marne noire, de terre brune, de pierre de Cornouaille et de débris de poterie couleur de crème.

La *poterie jaspée* fut inventée par M. Wedgwood; elle est extrêmement belle, et se compose de terre bleue et de porcelaine, d'argile, de pierre de Cornouaille, de sulfate de baryte, de silex et d'un peu de gypse, nuancé de bleu de cobalt.

La *poterie perle* est d'un genre tout à fait élégant, et fort estimée. La terre se compose d'argile bleue et de porcelaine, de pierre de Cornouaille, d'un peu de verre et de plomb rouge; ce qui forme la meilleure pâte qu'on puisse employer pour les mortiers d'apothicaires; ils sont plus coûteux, mais durent davantage que les mortiers ordinaires.

La *poterie noire d'Egypte* est aujourd'hui d'un usage tellement répandu pour les tasses, théières, etc., qu'il est peu de personnes qui ne sachent ce dont nous voulons parler. Elle se compose d'argile couleur de crème, de manganèse et d'ocre; quelquefois on la vernit avec du plomb, de la pierre de Cornouaille et du silex, tandis qu'on lave l'intérieur avec du blanc de plomb, du silex et du manganèse. Il était d'usage autrefois de graisser l'extérieur avec du beurre, pour lui donner du lustre.

L'ocre s'extrait de l'eau qu'on tire de mines de charbon; cette eau est conduite par des canaux, dans lesquels sont de petites claies, pour déterminer la précipitation du sédiment. Quand il s'y en est accumulé une quantité suffi-

sante, on détourne l'eau, on vide les claies, et le fluide épais est jeté dans de petits fossés, où le soleil en opère la dessiccation. On brûle ensuite, avec du petit charbon, cette substance, qui dès lors devient propre au service.

Le désagrément de la graisse qu'on emploie pour donner le lustre au noir a été l'objet de plaintes si fréquentes et si générales que MM. Ryley, de Burslem, se sont occupés d'y remédier. De leurs recherches est résultée l'invention d'une nouvelle espèce de porcelaine noire, d'un poli brillant, vitré, et supérieure à toute poterie sèche. Elle n'absorbe jamais ni la poussière ni l'humidité, et on peut la nettoyer avec de l'eau aussi bien que la plus belle porcelaine, sans que jamais elle perde rien de la beauté de son noir.

La poterie dont on se sert dans les objets où il convient d'unir la force à l'ornement, tels que les pots à fleurs, les cruches, etc., se compose d'argile bleue, de terre à porcelaine, de terre de Bradwall-wood, de pierre de Cornouaille, et de marne noire mêlée avec du nickel. Il en est une sorte qu'on fait avec des débris résultant de terre couleur de crème mise au tour, réduits en copeaux, et mêlés avec du nickel. On blanchit l'intérieur en lui donnant une couche composée d'argile, de silex et de terre de porcelaine.

Il est d'usage depuis peu parmi les dames de bon goût, et qui ne sont point étrangères aux beaux-arts, d'acheter de la porcelaine dans son état vernis, afin de pouvoir l'orner elles-mêmes à leur gré. Dans ce passe-temps fort agréable, elles sont secondées par les fabricants eux-mêmes, qui leur procurent tous les moyens d'émailler facilement ces sortes de services. Ils leur fournissent les couleurs minérales qui conviennent, de l'huile d'ambre rectifiée, et la meilleure huile de térébenthine. Ils veillent à ce que l'émail soit soumis à l'action d'une chaleur convenable, brunissent l'or et mettent le tout en état d'être servi sur table.

Dans les différentes combinaisons des matières, leur nature paraît moins importer pour la fabrication de la bonne poterie qu'une attention particulière à en bien déterminer les proportions. Toutes les terres renferment quelques matières métalliques, en plus ou moins grande quantité, ce qui cause une grande différence dans leur aspect, comme dans les effets que le feu produit sur elles. La teinte des terres varie selon l'ardeur du feu; ce qui fait que l'ouvrier employé au four doit être on ne peut plus attentif à placer les cazettes dans les endroits les plus convenables.

Les principaux ingrédients dont se compose la pâte des poteries sont de la glaise et du silex; car il ne peut y avoir de poterie parfaite qu'elle ne soit confectionnée avec la terre convenable et une certaine quantité de silex. La grande difficulté est d'unir dans la même composition la beauté à la bonté. S'il y entre trop de silex, la poterie, en sortant du feu pour passer à l'air, se fendra, et s'il n'y en entre pas assez, le vernis ne tiendra pas après la cuisson. Toute terre non mêlée se fend en séchant; et cela est si vrai que si la terre argileuse pouvait être suffisamment adoucie pour être travaillée sur le tour, elle se retirerait, en séchant, d'un douzième; ce qui la ferait fendre inévitablement.

L'argile pure ou alumine est toujours opaque, au lieu que le silex ou quartz est toujours transparent; mais on les mélange l'une et l'autre avant de s'en

servir, et l'on en forme une pâte, qui, lorsqu'elle est sèche, résiste bien aux variations de température.

On peut arriver à composer des terres qui, à la cuisson, deviennent blanches, et susceptibles d'un beau vernis, mais qui manquent de consistance et résistent mal aux variations de température, ou des terres qui deviennent très dures au feu, mais qui n'ont ni la blancheur, ni la finesse, ni le transparent des porcelaines naturelles.

Le lecteur sera sans doute surpris que nous en soyons venus jusque là sans lui donner, ainsi que cela se pratique dans des livres de ce genre, aucune recette pour la manière de faire différentes poteries. Mais ce dont nous pouvons lui donner la certitude, c'est que la plupart de celles dont on remplit ainsi les livres sont erronées ; et, en effet, les fabricants sont tellement circonspects à cet égard, qu'il est même difficile d'en obtenir des renseignements sur la manière dont ils composent leurs terres, leurs vernis et leurs couleurs. Nous terminerons donc ce chapitre en disant que le district qu'on appelle les Poteries est une partie de terrain du côté de North-Pirehull et du comté de Stafford, de 13 kilomètres de long et 9 à 10 de large : et que les principales villes et hameaux qu'il comprend, sont Stoke, Stanley, Shelton, Golden-Hill, New-Field, Smith-Field, Tunstall, Long-Port, Burslem, Cowbridge, Struria, Lune-End, Lower-Lune, et Lune-Delft.

## HORLOGERIE.

Dans les premiers siècles, le temps se mesurait par des cadrans solaires et par des clepsydras ; par les premiers, au moyen d'une aiguille ou de l'arête supérieure d'un plan perpendiculaire au cadran, et dont l'ombre tombait sur des lignes destinées à marquer les heures ; par le second, au moyen d'une certaine quantité d'eau s'écoulant, par une petite ouverture, d'un vase sur lequel étaient tracées des lignes qui indiquaient depuis combien de temps le vase se vidait.

A ces usages a succédé celui des horloges, des montres, et des chronomètres, qui marquent le temps par des mouvements mécaniques.

Sous le titre général d'horlogerie, nous traiterons donc de la construction des diverses machines qui ont été inventées pour mesurer le temps ; d'où il résultera que ce chapitre général se subdivisera en trois autres : *Horloge*, *Montres* et *Chronomètres* ; à ceux-ci nous en joindrons deux autres, traitant des meilleurs modèles de pendule et d'échappement.

### HORLOGES.

Les horloges sont des machines construites et réglées sur l'action uniforme d'un pendule, de manière à mesurer le temps en le divisant par grandes ou petites portions, avec la plus grande exactitude.

Figure 491, horloge vue de profil. P, poids suspendu à une corde s'enroulant autour du cylindre C, fixé sur l'axe  $a a$ ;  $b b$ , pivots s'introduisant dans des trous pratiqués dans les plaques T S, T S, et dans lesquels ils tournent librement. Ces plaques sont de cuivre ou de fer, et se rattachent l'une à l'autre par quatre piliers Z Z, et le tout s'appelle le *mouvement*.

Le poids P, s'il n'est point arrêté, fera nécessairement tourner le cylindre C d'un mouvement uniformément accéléré, de la même manière que si le poids tombait librement d'une hauteur quelconque. Mais le cylindre est garni d'un rochet K K, dont les dents sont arrêtées par un cliquet fixé au moyen d'une vis 9 à la roue D D, ainsi que le représente la fig. 470; le poids agissant sur la roue D D, ses dents entraînent celles de la petite roue  $d$ , qui tourne sur le pivot  $c c$ . Le mode de communication d'une roue avec l'autre s'appelle *engrenage* : une petite roue telle que  $d$  est un *pignon*, et ses dents les *ailes* du pignon. La bonté de l'engrenage résulte de la forme des dents et de leur égalité parfaite entre elles. Il faut également que le pignon soit dans une proportion exactement déterminée avec la roue dont il reçoit l'action, et qu'il soit à une certaine distance de cette roue.

La roue E E est fixée sur l'axe du pignon  $d$ , et le mouvement, communiqué à la roue D D par le poids, est transmis au pignon  $d$ , et conséquemment à la roue E E, ainsi qu'au pignon  $e$  et à la roue F F, qui fait mouvoir le pignon  $f$ , sur l'axe duquel est fixée la roue de rencontre G H. Les pivots du pignon  $f$  jouent dans les trous des plaques L M, fixées horizontalement aux plaques T S. Enfin le mouvement commencé par le poids se transmet de la roue G H aux *palettes* I K, et au moyen de la *fourchette* U X, rivée sur les palettes au pendule A B, qui est suspendu au crochet A. Le pendule A B décrit autour du point A un arc de cercle, en allant et venant alternativement. Si le pendule est une fois mis en mouvement par une simple impulsion de la main, le poids, qui est en B, le fera revenir sur lui-même et dépasser la verticale, et il continuera d'aller et venir alternativement, jusqu'à ce que la résistance que l'air oppose au pendule, et le frottement qui s'opère au point de suspension A, détruisent la force primitive. Mais si, à chaque oscillation du pendule, les dents de la roue de rencontre G H agissent sur les palettes I K, et que, après qu'une dent H a communiqué le mouvement à la palette K, cette dent s'échappe, la dent opposée G agissant pareillement sur la palette I, et s'échappant de la même manière, le pendule, au lieu de s'arrêter, continuera son mouvement.

La roue E E achève sa révolution en une heure. Le pivot  $c$  de cette roue passe par les plaques, et se prolonge en  $r$  : sur le pivot est une roue N N, ayant une longue tige fixée dans le centre. A l'extrémité de cette tige  $r$ , se rattache l'aiguille des minutes. La roue N N agit sur la roue  $o$ , dont le pignon  $p$  agit sur la roue  $g g$ , fixée sur un pivot qui tourne avec la roue R. La roue  $g g$  achève sa révolution en douze heures; c'est sur son pivot qu'est fixée l'aiguille des heures.

De la description précédente, il résulte évidemment, 1° que le poids P fait tourner toutes les roues, et maintient en même temps le mouvement du pendule; 2° que la vitesse du mouvement des roues dépend de celui du pendule; 3° que les roues indiquent les portions de temps, divisé par le mouvement

uniforme du pendule. En un mot, le poids produit le mouvement, et le pendule le règle.

Quand la corde à laquelle est suspendue le poids est entièrement déroulée, on la roule de nouveau sur le cylindre au moyen d'une clef qui va à l'extrémité carrée de l'arbre en Q, et qu'on tourne dans un sens opposé à celui selon lequel le poids descend. Alors, le côté incliné des dents de la roue K, figure 490, soulève le cliquet C, de manière que le rochet tourne pendant que la roue D est en repos. Dès que la corde est roulée, le cliquet retombe dans les dents, et oblige la roue D à tourner de nouveau avec le cylindre. Le ressort A maintient le cliquet dans les dents du rochet K.

Nous allons maintenant expliquer comment le temps se mesure par le pendule, et comment la roue E, sur l'axe de laquelle est fixée l'aiguille des minutes, ne fait exactement qu'une révolution par heure. Les oscillations du pendule s'opèrent en un temps plus ou moins long, selon sa longueur. Un pendule de 19 millimètres de longueur fait 3,600 oscillations par heure, c'est-à-dire que chaque oscillation s'opère en une seconde; ce qui fait qu'on l'appelle le *pendule à secondes*. Mais un pendule de 249 millimètres oscille 7,200 fois par heure, ou deux fois par seconde; ce qui lui a fait donner le nom de *pendule à demi-secondes*. De là vient que dans la construction d'une roue dont la révolution doit s'opérer dans un temps donné, on doit prendre en considération le temps des oscillations du pendule qui en règle le mouvement. Supposons donc que le nombre des vibrations du pendule A B soit de 7,200 par heure, et voyons comment la roue E mettra une heure à achever sa révolution. Cela dépend entièrement du nombre de dents que comportent les roues et les pignons. Si la roue de rencontre se compose de trente dents, elle fera un tour dans le même temps que le pendule fait 60 oscillations; car à chaque tour de la roue, la même dent a agi une fois sur la palette I, et une fois sur la palette K, ce qui produit deux oscillations différentes dans le pendule. Conséquemment il faut que cette roue fasse 120 révolutions par heure, parce que 60 oscillations, qu'elle produit à chaque révolution, sont contenues 120 fois dans 7,200, nombre d'oscillations que fait le pendule en une heure.

Pour déterminer le nombre de dents que doivent avoir les roues E F, et les pignons e f, il faut remarquer qu'une révolution de la roue E doit faire tourner le pignon e autant de fois que le nombre des dents de ce pignon est contenu dans le nombre des dents de la roue. Ainsi, si la roue E comporte 72 dents, et le pignon 6, le pignon fera douze révolutions pendant que la roue en fait une; car chaque dent de la roue pousse une dent du pignon, et quand les six dents du pignon sont poussées, il s'est opéré une révolution complète. Mais la roue E n'a pendant ce même temps avancé que de six dents; il lui en reste donc 66 à avancer, ou onze révolutions à faire faire au pignon. Par la même raison, la roue F ayant 60 dents, et le pignon / six, celui-ci fera dix révolutions pendant le temps que la roue mettra à en faire une. Or la roue F, mue par le pignon e, fait douze révolutions pendant que la roue E en fait une, et le pignon f dix contre une de la roue F: conséquemment le pignon f fait dix fois 12 ou 120 révolutions pendant que la roue E en fait une. Mais la roue G, mue par le pignon f, produit 60 oscillations dans le pendule à chaque tour qu'elle fait; conséquemment elle produit 60

fois 120 ou 7,200 oscillations, pendant que la roue achève une révolution. Mais 7,200 est le nombre des oscillations que produit par heure le pendule, par conséquent la roue E ne fait qu'une révolution par heure; et ainsi de suite.

Il suffit de combiner le nombre des dents des roues et des pignons avec la longueur du pendule et de la corde qui tient le poids suspendu, en remarquant toutefois que si, la durée du temps augmentant, le poids reste le même, la force qu'il communique à la dernière roue G H s'en trouve diminuée.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à parler du nombre des dents des roues qui font tourner les aiguilles des heures et des minutes. La roue E achève une révolution par heure. La roue NN, mue par l'axe de la roue E, doit également ne faire qu'une révolution dans le même temps; et l'aiguille des minutes est fixée sur le pivot de cette roue. La roue N a 30 dents, et agit sur la roue O, qui a le même diamètre et également 30 dents, conséquemment la roue O met une heure à faire une révolution. Or la roue O emporte le pignon *p*, qui a six dents, et agit sur la roue *g g* de 72 dents; conséquemment le pignon *p* fait 12 révolutions pendant que la roue *g g* en fait une; d'où il résulte que la roue *g g* met 12 heures à faire la sienne. C'est sur le pivot de cette roue qu'est l'aiguille des heures. Ce que nous venons de dire à l'égard des révolutions s'applique aussi bien aux montres qu'aux horloges.

La partie du mouvement appelée *sonnerie* consiste en un marteau soulevé par des chevilles, et qui frappe, sur une cloche ou timbre, le nombre de fois indiqué par l'heure que marquent les aiguilles.

La fig. 491 bis représente la sonnerie. H est la grande roue, mue par un poids ou ressort fixé sur le cylindre G. Dans les horloges qui ne marchent que 16 ou 34 heures, cette roue a généralement des chevilles, et s'appelle la *roue à chevilles*; dans les horloges qui marchent huit jours, c'est généralement la seconde roue I, mue par la première, qu'on appelle la roue à chevilles, ou roue *frappante*. Après celle-ci vient la roue à détente, ou la roue à *cerceau*, entourée presque d'un cerceau, dans lequel est une ouverture où s'adapte la sonnerie. Vient ensuite la troisième ou quatrième roue, suivant le temps que doit marcher l'horloge, appelée la roue *avertissante* L. La dernière est le pignon volant Q, garni d'ailes qui, par la résistance que leur fait éprouver l'air, modèrent la rapidité du mouvement de l'horloge.

A la sonnerie sont encore adaptés, 1° un *rochet*, espèce de roue garnie de douze grandes dents, concentriques à la roue du cadran, et servant à lever les détentes à chaque heure; 2° les détentes qui, en s'élevant et s'abaissant, déterminent l'horloge à sonner ou l'en empêchent; 3° le marteau S, qui frappe sur la cloche R; 4° les pièces qui lèvent et ferment la sonnerie; et 5° les leviers P, qui lèvent et ferment les détentes.

Nous allons maintenant procéder à l'explication d'une horloge fort ingénieuse, inventée par le célèbre Franklin de Philadelphie; elle marquait les heures, les minutes, les secondes, et son mouvement ne se composait que de trois roues et deux pignons.

Le cadran de cette horloge est représenté dans la fig. 492. Les heures sont gravées en spirale sur les deux diamètres perpendiculaires d'un cercle conte-

nant quatre fois 60 minutes. L'index A fait le tour en quatre heures, et marque les minutes depuis l'heure qu'il vient de passer jusqu'aux suivantes. Il est, d'après la figure, trois heures vingt-huit minutes ou sept ou onze heures passées; et ainsi de suite dans chaque quart de cercle, marquant le nombre des minutes après les heures sur lesquelles l'index a passé en dernier lieu. Or, comme il est presque impossible qu'on soit dans l'erreur de huit heures ou même de quatre heures sur l'estimation du temps, on peut toujours connaître l'heure et la minute en regardant l'horloge, depuis le temps où l'on se lève jusqu'à celui où l'on se couche. La petite aiguille B, dans l'arc du sommet, fait le tour en une minute, et marque les secondes comme dans une horloge ordinaire.

La fig. 493 montre les rouages de l'horloge. A, première ou grande roue; elle porte 160 dents, et tourne en quatre heures. L'index A (fig. 492) placé sur son axe, tourne dans le même temps. Le trou de l'index est rond; on l'assujettit sur l'extrémité ronde de l'axe, de manière à ce qu'il soit emporté par le mouvement de la roue. On peut à volonté le mettre à l'heure ou à la minute convenable, sans déranger ni la roue ni son axe. Cette roue de 160 dents fait tourner un pignon B, de dix dents; et comme 10 n'est que la seizième partie de 160, le pignon tourne en un quart d'heure. Sur l'axe de ce pignon est placée la roue C, qui contient 120 dents; elle tourne également en un quart d'heure, et fait mouvoir en une minute un pignon D, qui porte huit dents; car il y a 15 minutes dans un quart d'heure, et huit fois 15 font 120. Sur l'axe de ce pignon est l'aiguille B (fig. 492), et la roue E (fig. 493), de 30 dents qui fait mouvoir le pendule au moyen de palettes, comme dans l'horloge ordinaire.

Cette horloge ne se monte pas avec une manivelle, mais comme une horloge qui ne va que 30 heures : pour cela il faut que la corde passe sur une poulie placée sur l'axe de la grande roue, comme dans les horloges ordinaires de 30 heures.

Un inconvénient attaché à cette horloge, c'est que si l'on s'éveille pendant la nuit et qu'on y regarde, on peut se tromper dans les huit heures, attendu que l'aiguille ne peut être, ni passer sur aucune heure, sans indiquer, en même temps, une heure quatre ou huit fois plus avancée. Pour remédier à cet inconvénient, l'ingénieur M. Ferguson a inventé le moyen suivant :

On voit dans la fig. 494 le cadran de cette horloge, dans lequel est pratiquée une ouverture *abcd*, plus bas que le centre : au travers de cette ouverture paraît en partie une plaque, sur laquelle sont gravées les 12 heures, divisées en quarts. Cette plaque est contiguë à la partie postérieure du cadran, et tourne en 12 heures; de sorte que l'heure vraie paraît dans le milieu de l'ouverture, à l'extrémité d'un index A, qui est gravé sur la surface du cadran. B est l'aiguille des minutes, tournant, comme dans les horloges ordinaires, en une heure; et pendant ce même temps, la plaque qui paraît au travers de l'ouverture *a b c d* fait avancer une heure sous l'index A. De cette manière, il est toujours facile de connaître l'heure et la minute, à quelque moment qu'on regarde le cadran. Dans ce cadran est une autre ouverture *efgh*, au travers de laquelle on voit les secondes sur un anneau plat et mobile, contigu au derrière du cadran; et à mesure que l'anneau tourne, les secondes qui y sont marquées sont désignées par l'extrémité d'une fleur de lis C, gravée sur la surface du cadran.

La fig. 495 représente les roues et les pignons de cette horloge. A, première ou grande roue; elle porte 120 dents et tourne en douze heures; le cadran où sont gravées les heures est placé sur l'axe de cette roue. Ce cadran n'est pas fixé sur l'axe, mais seulement assujéti sur une partie ronde de cet axe; de sorte que, telle heure ou fraction d'heure que ce soit peut être mise à l'extrémité de l'index fixé A (fig. 494), sans déranger le mouvement de la roue. Pour cela, on perce douze petits trous dans la plaque, un à chaque heure, au milieu des divisions des quarts; et en mettant une cheville dans chacun des trous en évidence, on peut faire avancer la plaque sans déranger aucune partie du rouage. Cette grande roue A, de 120 dents, fait tourner en une heure un pignon B, qui a dix dents; l'aiguille des minutes B (fig. 494) est sur l'axe de ce pignon, l'extrémité de l'axe n'étant pas carrée, mais ronde, afin que l'aiguille des minutes puisse dans l'occasion être avancée ou reculée sans déranger aucune partie du mouvement. Sur l'axe du pignon B est une roue C, de 120 dents, tournant en une heure, et faisant tourner en trois minutes un pignon D, qui contient six dents, car trois minutes sont la vingtième partie d'une heure, et six la vingtième de 120. Sur l'axe de ce pignon est une roue E, de 90 dents, tournant en trois minutes, et tenant en mouvement un pendule à secondes, comme dans les horloges ordinaires, où la roue du pendule n'a que 30 dents et tourne en une minute: mais comme cette roue ne tourne qu'en trois minutes, si l'on veut qu'elle marque les secondes, il faut diviser une plaque très mince en trois fois 60 ou 180 parties égales, les numéroter 10, 20, 30, 40, 50, 60; 10, 20, 30, 40, 50, 60; 10, 20, 30, 40, 50, 60, et la placer sur le même axe que la roue de 90 dents, si près du cadran qu'elle ait seulement la faculté de tourner sans le toucher; ces divisions indiqueront les secondes au travers de l'ouverture *efgh* du cadran, en passant successivement au-dessus de la pointe fleur de lis C.

La grande roue A et la poulie que porte son axe, sur laquelle passe la corde (comme dans les horloges ordinaires de 30 heures), ne tournant que deux fois en 24 heures, cette horloge ira une semaine avec une corde d'une longueur ordinaire, et laissera toujours lire l'heure vraie à l'extrémité supérieure de l'index A fixé sur le cadran.

L'horloge de M. Ferguson a sur celle de Franklin deux avantages; mais elle a aussi deux désavantages dont celle-ci est exempte; car, dans celle-ci, bien que la roue de 12 heures fasse tourner cet index avec la main pour le mettre à la minute convenable, il ne mettra pas la plaque des 12 heures en mouvement, de manière à mettre la partie correspondante de l'heure au-dessus de l'extrémité de l'index A: aussi, après avoir avec la main dirigé l'index des minutes B, il faut régler la plaque des heures au moyen d'une cheville que l'on place dans les trous de la plaque. Ce désavantage, à la vérité, n'est pas grand; mais la roue du pendule, ayant 90 dents au lieu de 30 qu'elles ont habituellement, doit vraisemblablement faire quelque différence à l'égard de l'échappement, en raison de la petitesse des dents, et il est certain que ce sera un motif pour que le balancier décrive de petits arcs dans ses oscillations. Quelques savants pensent que ces petits arcs sont préférables; mais pourquoi? Nous l'ignorons; car, que le balancier décrive un grand ou un petit arc, si cet arc ne s'écarte pas sensiblement de la forme de la cycloïde, les oscillations s'opéreront dans des temps égaux; le temps dépendra donc



entièrement de la longueur du pendule, et non de la longueur de l'arc que décrit le balancier. Plus l'arc est grand, plus le *moment* du balancier sera augmenté; et plus le moment augmente, moins le temps des oscillations sera affecté par quelque impulsion inégale de la roue du pendule sur les palettes.

Le plus grand reproche qu'on puisse faire à l'horloge de M. Ferguson, c'est que le poids de l'anneau plat, sur lequel sont marquées les secondes, charge les pivots de l'arc de la roue du pendule, et occasionne un grand frottement qu'on devrait autant que possible éviter. Cependant il en a exécuté quelques unes qui, malgré le poids de l'anneau, ne laissent pas que de bien aller. Du reste, il est facile de remédier à cet inconvénient en supprimant cet anneau; car les secondes sont de peu d'importance dans une horloge qu'on ne destine pas aux observations astronomiques.

A cette description, nous allons ajouter celle d'une autre horloge du même auteur, dans laquelle sont indiqués les mouvements apparents journaliers du soleil et de la lune, l'âge et les phases de celle-ci, ainsi que le temps de son passage sous le méridien, et celui des marées hautes et basses. Il n'ajoute pour cela que deux roues et un pignon au mouvement ordinaire.

*Horloge de M. Ferguson, indiquant les mouvements apparents journaliers du soleil et de la lune, la hauteur des marées, etc.*

Le cadran de cette horloge est représenté dans la fig. 498; il contient les 24 heures du jour et de la nuit. S, le soleil, sert d'index pour les heures, et tourne autour du cadran en 24 heures; M, la lune, fait le tour du cadran en 24 heures 50 minutes et demie, temps égal à celui qui s'écoule entre deux passages de la lune au même méridien. Le soleil est fixé à une plaque circulaire (fig. 497), et emporté par le mouvement de la plaque sur laquelle sont gravées les 24 heures; en dedans est un cercle divisé en 29 parties et demie égales, pour les jours de l'âge de la lune comptés depuis une nouvelle lune jusqu'à l'autre; chaque jour se trouve immédiatement sous le temps (dans le cercle des 24 heures) où la lune arrive au méridien; les 12 heures qui sont sous le soleil figurent celles de midi à minuit, et les 12 autres les heures de minuit à midi. Ainsi, quand la lune a huit jours, elle arrive au méridien à six heures et demie de l'après-midi; et quand elle en a seize, elle y arrive à une heure du matin. La lune M, fig. 498, est fixée à une autre plaque circulaire du même diamètre que celle qui porte le soleil; cette plaque tourne en 24 heures 50 minutes et demie; elle est ouverte de manière à laisser voir quelques jours et quelques heures de l'âge de la lune. Sur la plaque au-dessous de celle qui emporte le soleil, et au travers de l'ouverture on voit en *a* et en *b* deux courts morceaux de fil de laiton. Le fil *a* indique le jour de l'âge de la lune et le temps de son arrivée sur le méridien; le fil *b* indique le temps de la marée haute pour ce jour sur la même plaque. Ces fils doivent être placés aussi loin l'un de l'autre que le temps employé pour la lune pour venir sous le méridien diffère du temps de la marée haute, dans l'endroit pour lequel est destinée l'horloge. Au pont de Londres la marée monte quand la lune est à deux heures et demie après le méridien.

Au-dessus de la plaque qui emporte la lune est une plaque N, supportée par un fil de laiton A, dont l'extrémité supérieure est fixée à cette plaque, tandis que l'autre est courbée à angle droit et fixée dans le cadran sur le n° 12 qui correspond à minuit. Cette plaque peut représenter la terre et le point en L, Londres, ou tout autre lieu où l'horloge est destinée à indiquer le temps de haute et basse marée.

Autour de cette plaque est une ombre elliptique tracée sur la plaque qui emporte la lune M; les points les plus élevés de cette ombre sont marqués marée haute, et les plus bas marée basse. Comme cette plaque enveloppe dans sa rotation la plaque fixe N, les points de haute et de basse marée passent successivement au-dessus de L, et indiquent les époques où il y a marée haute ou basse dans le lieu donné; les heures de ces marées sont marquées par le soleil sur le cadran; une plaque H, placée au-dessus du XII du cadran, s'élève et s'abaisse selon la marée dans le lieu donné: ainsi quand la marée monte, à Londres je suppose, l'un des points les plus hauts de l'ombre elliptique se trouve exactement au-dessus de L, et la plaque H à sa plus grande hauteur; quand la marée baisse à Londres, l'un des points les plus bas de l'ombre elliptique se trouve au-dessus de L, et la plaque H s'abaisse entièrement, au point de disparaître derrière le cadran. Le soleil fait le tour du cadran en 24 heures, et la lune M en 24 heures 50 minutes et demie; la lune marche plus lentement que le soleil dans une proportion telle qu'elle fasse 28 révolutions et demie, pendant que le soleil en fait 29 et demie, ce qui fait que la distance du soleil à la lune varie constamment; mais de telle façon que, à quelque distance que le soleil et la lune se trouvent l'un de l'autre, il est certain que 29 jours et demi après ils s'y retrouveront de nouveau: conséquemment, la plaque qui emporte la lune se meut plus lentement que celle qui emporte le soleil, de manière toutefois que le fil de laiton marque chaque 24 heures.

Dans la plaque qui emporte la lune est un trou *m*, au travers duquel on voit les phases de la lune sur la plaque du soleil, pour chaque jour de l'âge de la lune. Quand le soleil et la lune sont en conjonction, la totalité de l'espace vu au travers du trou *m* est noire; quand la lune est en opposition ou pleine, tout cet espace est blanc; quand elle est dans l'un ou dans l'autre de ses quartiers, ce même espace est moitié blanc et moitié noir; dans ces positions et dans toutes les autres, la partie blanche représente la partie éclairée et visible de la lune pour chaque jour.

Pour montrer ces différents aspects de la lune, il y a un espace noirci (fig. 497 N *f* F *l*) sur la plaque qui emporte le soleil. Quand le soleil et la lune sont en conjonction, tout l'espace qu'on voit au travers du trou rond est noir; tel est N. Quand la lune est pleine, en opposition avec le soleil, tout l'espace qu'on voit au travers du trou rond est blanc; tel est F; quand elle est dans son premier quartier, comme en *f*, ou dans le dernier, comme en *l*, on ne voit qu'une moitié d'ombre, et plus ou moins ensuite selon la position de la lune, ainsi que l'indique assez clairement la figure.

Les rouages et le mécanisme des marées de cette horloge sont représentés par la fig. 496, dans laquelle A et B sont deux roues de diamètres égaux; A a 57 dents; son axe est creux, passe au centre du cadran de l'horloge, et emporte la plaque du soleil avec le soleil S, fig. 498. B a 59 dents; son axe est plein; il tourne dans l'intérieur de l'axe creux de A, et emporte la plaque de

la lune avec la lune M, fig. 496. Un pignon C de 19 dents engrène avec les dents des deux roues et les fait tourner. Ce pignon tourne, au moyen du mouvement ordinaire, en 8 heures, et comme 8 est le tiers de 24, et 19 le tiers de 57, la roue A de 57 dents, qui emporte le soleil, tournera en 24 heures exactement. Mais comme le pignon C (qui fait tourner la roue A, de 57 dents) fait aussi tourner la roue B de 59 dents, cette dernière roue tournera en 24 heures 50 minutes et demie; car le rapport de 24 heures à 24 heures 50 minutes et demie est à peu près le même que celui de 57 à 59.

Sur l'axe de la roue de la lune de 59 dents est fixé un anneau elliptique D, qui, à mesure qu'il tourne, soulève ou laisse tomber un levier EF fixé par son extrémité à une cheville F, autour de laquelle il peut tourner. Ce levier, au moyen d'une barre droite G, élève et abaisse la plaque des marées H deux fois pendant le temps que la lune met à faire une révolution. On voit le bord supérieur de cette plaque en H, fig. 498; elle se meut entre quatre galets R R R R, fig. 496.

M. Ferguson rapporte qu'il fit marcher une de ces horloges, à l'aide d'un vieux mouvement de montre, de la manière suivante. A l'extrémité de l'axe de la grande roue d'une montre, qui fait le tour en 24 heures, il plaça une roue de 120 dents qui en faisait tourner une de 40 fixée sur l'axe du pignon C, au moyen de quoi ce pignon tournait en 8 heures, la roue A en 24, et la roue B en 24 heures 50 minutes et demie.

L'auteur des différentes branches de l'horlogerie, dans l'Encyclopédie du docteur Rees, prétend qu'il y a dans le nombre des rouages adoptés dans cette horloge une cause d'inexactitude qui la rend très imparfaite, si l'on s'en sert un certain temps sans la rectifier. Voici, dit-il, comment s'explique cette inexactitude :

« Comme le pignon de 19 met en mouvement les deux roues de 57 et de 59, quand la première a achevé sa révolution solaire, la dernière l'a achevée à deux dents près, et ne la complète que lorsque deux dents de la seconde révolution de la roue 57 ont été de nouveau poussées; de sorte que, par chaque 24 heures, la petite lune perd deux cinquante-neuvièmes de sa révolution, ce qui est un mouvement rétrograde relatif; de sorte que, autant de fois 2 sont contenus dans 59, autant il doit y avoir d'espaces de jour sur la plaque solaire figurés dans un sens rétrograde, les figures regardant la plaque principale, c'est-à-dire que la lune mettra exactement 29 jours et demi à faire une révolution selon ces roues; mais comme le mouvement réel de la lune diffère d'une petite quantité du mouvement indiqué par l'horloge, il y aura approximativement par mois une erreur de 44 minutes 3 secondes, ce qui s'élèvera à près d'un jour entier dans l'espace d'environ 32 lunes. »

Il y a en outre dans la pratique un autre inconvénient à ce que les roues 57 et 59 soient unies par le même pignon 19, c'est que, comme elles sont du même diamètre, l'intervalle qui sépare leurs dents n'est pas le même pour les deux, d'où il suit que l'action des dents de l'une des roues doit être mauvaise si l'autre est dans des proportions convenables. Il en résulte des secousses périodiques qu'il faudrait éviter dans des rouages qui marcheraient par un mouvement d'horloge ou de montre. Que M. Ferguson eût ou non devant les yeux le cadran de l'horloge d'Hampton-Court, quand il inventa ce mécanisme simple, c'est ce que nous ne chercherons pas à savoir; cependant la

chose paraît extrêmement probable, surtout lorsqu'on considère qu'il a copié la position de la *série* annulaire dans une autre de ses horloges. Habitué à calculer les nombres propres à représenter certaines périodes dans les horloges, les montres, etc., nous nous sommes attachés à perfectionner cette horloge sous le rapport de l'exactitude; nous demanderons au lecteur la permission de lui soumettre les changements que nous y avons introduits pour la rendre plus parfaite que celle que nous venons de décrire.

En faisant la description de l'horloge d'Hampton-Court, nous nous sommes efforcés de prouver que quand l'âge de la lune est indiqué par la différence des vitesses des deux aiguilles, se mouvant dans le même sens et représentant le soleil et la lune, la dernière doit passer le point de 12 heures, chaque jour 50 minutes 473 environ plus tard que le jour précédent; mais par les calculs de M. Ferguson, nous voyons que le mouvement rétrograde journalier est de 50 minutes 526, et la différence 0 053 s'élève à la totalité du mouvement d'un jour en un peu plus de 952 jours, ou un peu plus de 32 lunes, ainsi que nous l'avons déjà dit. Ainsi, ce qu'il nous faut, dans ce dernier cas, ce sont deux nombres divisibles qui seront à peu près l'un à l'égard de l'autre dans la proportion de 24 heures à 24 heures 50 minutes 473; nous avons trouvé que les nombres les plus approchés qu'on puisse obtenir sans s'élever davantage dans l'échelle des proportions continues, heureusement susceptibles d'être réduits en multiples, étaient 2368 : 2451; ainsi on peut regarder le produit 2368 comme égal à  $74 \times 32$  et  $2451 = 57 \times 43$ ; ainsi la série  $43574 \times 57532$  sera le rouge demandé. La roue solaire de 74 dents étant faite pour tourner avec un tube pour arbre en 24 heures, par le mouvement de l'horloge, doit mouvoir la roue de 43 placée sur un clou à large tête, ou autrement, sur la plaque de face du châssis, à l'un de ces côtés; et sur cette roue de 43 doit être fixé le conducteur suivant 32, pour mouvoir la dernière roue ou la roue lunaire 57, placée sur un arbre solide, concentriquement et derrière la roue solaire, comme l'a fait M. Ferguson. Pour ce qui est du cadran et des autres dessins de la face de l'horloge, ils peuvent rester tels que nous les avons décrits; de sorte que, au lieu du pignon de 19 dents, mouvant à la fois deux roues inégales, nous aurons une paire de petites roues attachées ensemble et mues l'une par l'autre. Le mouvement viendra d'un arbre de 12 heures, emportant une roue de 37 pour faire marcher le 74 en 24 heures, au lieu de venir d'un arbre de 8 heures, ainsi que le proposait M. Ferguson, bien que cette dernière manière soit également praticable.

Il y a encore une différence entre le mouvement réel de la lune et celui qu'indique l'horloge: mais elle n'est que d'un 0,000271 de minute par chaque jour lunaire; ce qui ne formera guère en somme une erreur d'un jour entier que dans 1,868,472 jours semblables, ce qui fait qu'on la peut prendre comme approchant beaucoup de la vérité.

Si le lecteur pouvait supposer que l'horloge de M. Ferguson soit capable d'aller pendant 32 lunes sans être rectifiée, nous demandons la permission de lui faire observer que, dans l'espace d'un jour lunaire, il y a deux flux et reflux; conséquemment une erreur de trois quarts d'heure dans chaque lunaison en occasionnera une, dans la position de la plaque des marées H, de trois heures dans l'espace d'environ quatre mois; au bout de huit mois la marée haute se trouvera changée en marée basse.

En 1803, la société d'encouragement des arts, etc., donna à M. Prior, de Nessfield, une récompense de 765 francs pour l'invention de la partie-sonnerie d'une horloge de 8 jours. Cette invention pouvant être de quelque utilité, nous allons en donner la description. Elle se compose d'une roue et d'un volant, avec une spirale de six tours, taillée sur la roue qui sert à compter les heures. Les chevilles placées au-dessous de cette spirale élèvent le service de la détente. Cette seule roue remplit les fonctions de roue de compte, de roue à chevilles, de roue à détente, et de roue à ailes, et elle a six révolutions en frappant les douze heures. Si nous supposons une série de roues et de pignons tels que ceux dont on se sert dans les autres parties frappantes, faite sans erreur, et les roues et les pignons tournant sans secousse ni jeu, alors, en admettant pour vraie la supposition précédente (bien que tout mécanicien sache le contraire), on trouverait le mécanisme de M. Prior six fois supérieur aux autres, en sonnant les heures 1, 2, 5, 7, 10, 11; 12 fois supérieur, en sonnant 4, 6, 8; et 18 fois, en sonnant 3, 9, et 12. En sonnant 2, l'inventeur fit à dessin une imperfection égale à l'espace de trois dents de la roue; et en frappant 3, une imperfection de 9 ou 10 dents, et cependant ces heures sonnent toutes deux très exactement. Les ailes des horloges tournent, terme moyen, environ 60 fois par chaque coup de marteau, mais celui-ci ne tourne que trois fois pour le même objet: et en supposant les pivots de diamètres égaux, l'influence de l'huile sur eux serait comme le nombre des révolutions de chacun. Il serait mieux que les horloges n'eussent point de réveil du tout, mais que la pièce en limaçon levât un poids à peu près semblable au modèle que M. Prior envoya à l'examen de la société d'encouragement.

La sonnerie de cette horloge est représentée dans la fig. 499.

A, grande roue, sur la surface de laquelle sont taillés les six tours d'une spirale.

B, vis qui agit sur la roue ci-dessus, et fait aller les ailettes C.

D, spirale de la roue A. Les points noirs indiquent les rainures dans lesquelles tombent les détentes en frappant l'heure.

E, rainure dans laquelle retombe la pièce F, quand elle frappe une heure, et d'où elle va vers les parties extérieures de la spirale dans les heures suivantes; la détente supérieure G étant levée en même temps que la pièce F.

En frappant midi ou minuit, la pièce F, étant arrivée à la spirale extérieure en H, fait monter un plan incliné, retombe par son propre poids dans le cercle concentrique dans lequel elle doit frapper une heure, et passe, en suivant un mouvement progressif, par les différentes heures, jusqu'à ce qu'elle revienne à douze.

I est le marteau de forme ordinaire, mu par treize chevilles placées sur la surface de la spirale.

Fig. 500, les treize chevilles K, qui font mouvoir le marteau, se voient de profil.

L, chevilles extérieures qui arrêtent la détente.

M, ressort de la détente.

Vers le XIV<sup>e</sup> siècle, un artiste, nommé Jacques Dondi, construisit, pour la ville de Padoue, une horloge qui fut regardée, pendant longtemps, comme une des merveilles de l'époque. Outre l'indication des heures, elle représen-

fait les mouvements du soleil, de la lune et des planètes, et marquait, en même temps, les différentes fêtes de l'année. C'est ce qui fit donner à cet artiste le surnom d'*Orologio*, devenu depuis celui de ses descendants. Peu de temps après, William Zelandier construisit, pour la même ville, une horloge encore plus compliquée, qui fut restaurée dans le *xvi<sup>e</sup>* siècle, par Jasselin Turianus, mécanicien de Charles V.

Les horloges des cathédrales de Strasbourg et de Lyon sont bien plus remarquables encore. Celle de Strasbourg est l'ouvrage de Conrad Dayspsodius, mathématicien de cette ville, qui la finit vers 1573. La façade de cette horloge a trois cadrans ; l'un deux est rond et composé de plusieurs cercles concentriques, dont les plus petits font leur révolution en un an et servent à marquer les jours de l'année, les fêtes et autres époques remarquables du calendrier. Les deux cadrans latéraux sont carrés et servent à indiquer les éclipses de soleil et de lune.

Au-dessus du cadran du milieu, les jours de la semaine sont représentés par différentes divinités, qu'on suppose présider aux planètes, et dont elles portent le nom. La divinité du jour paraît dans un char porté par des nuages, et à minuit elle disparaît pour faire place à la suivante. En avant on voit un globe appuyé sur les ailes d'un pélican, autour duquel tournent le soleil et la lune. Mais cette partie du mécanisme, ainsi que plusieurs autres, est dérangée depuis longtemps. La tourelle, pièce d'ornement, qui est au-dessus est munie d'un grand cadran de la forme d'un astrolabe, qui indique le mouvement annuel du soleil et de la lune dans l'écliptique, les heures du jour, etc. Au-dessus se trouve un autre cadran qui sert à indiquer les phases de la lune. Ce morceau présente aussi une quantité considérable de cloches et de figures qui exécutent différents mouvements. Par exemple, au-dessus du cadran dont nous venons de parler, des figures symboliques représentent les quatre âges de l'homme : chaque quart d'heure, il passe une de ces figures, qui marque le quart en frappant sur une cloche ; ces figures sont suivies de la Mort, qui chasse Jésus-Christ sortant du tombeau ; il lui donne cependant le temps de sonner l'heure, pour avertir l'homme que le temps fuit et s'envole. Deux petits anges exécutent aussi leurs mouvements ; l'un, en frappant une cloche avec un sceptre, tandis que l'autre tourne un sablier toutes les heures ; enfin, ce travail est orné de différents animaux qui rendaient des sons comme ceux de la nature ; mais il n'en reste plus du tout, excepté le coq qui chante immédiatement avant que l'heure sonne, et après avoir allongé le cou et battu des ailes. Il est bien à regretter qu'une grande partie de cette curieuse machine soit tout à fait dérangée maintenant.

L'horloge de la cathédrale de Lyon est de même grandeur que celle de Strasbourg, et elle ne lui cède en rien par la vérité des mouvements ; elle a de plus l'avantage d'être en bon état ; c'est Leppuis, de Bâle, qui en est l'auteur. Elle fut parfaitement bien réparée le siècle dernier, par un habile horloger nommé Nourisson. Comme celle de Strasbourg, elle indique, sur différents cadrans, la marche annuelle et diurne du soleil et de la lune, les jours de l'année, leur longueur, et tout le calendrier civil et ecclésiastique. Un cadran particulier indique les jours de la semaine ; les heures sont annoncées par le chant du coq répété trois fois, et précédé du battement d'ailes et de plusieurs autres mouvements. Quand le coq a fini de chanter, on voit pa-

raltre des anges qui viennent frapper différentes cloches, et font entendre un hymne. L'annonciation de la Vierge est représentée aussi par des figures mobiles et par une colombe qui descend des nuages, après quoi l'heure sonne. On voit à l'un des côtés de l'horloge un cadran ovale, sur lequel les heures et les minutes sont indiquées par une table qui s'allonge ou se raccourcit selon la longueur du demi-diamètre de l'ellipse sur laquelle elle se meut.

On voyait autrefois dans les appartements du château de Versailles une horloge fort curieuse, ouvrage de Martinot, célèbre horloger du dix-septième siècle. Avant de sonner l'heure, deux coqs, placés au coin d'un petit édifice, chantaient alternativement en battant des ailes. Deux portes latérales de l'édifice s'ouvraient immédiatement après, et laissaient voir deux cymbaliers portant des cymbales que battaient des espèces de gardes armés de massues. Dès que ces figures étaient rentrées, la porte du milieu s'ouvrait, et il en sortait un piédestal surmonté d'une statue équestre de Louis XIV. pendant qu'une figure de renommée, sortant de derrière un amas de nuages, venait couronner la statue. En même temps les clochers carillonnaient un air ; après cela les deux figures rentraient, les deux gardes relevaient leurs massues, qu'ils avaient abaissées en signe de respect en présence du roi, et c'est alors que l'heure sonnait.

Puisque nous avons jugé à propos de décrire ces ingénieux chefs-d'œuvre d'artistes étrangers, nous ne devons pas négliger de citer le travail non moins ingénieux de quelques-uns de nos compatriotes. Nous voulons parler de deux horloges faites par des artistes anglais et données en présent à l'empereur de la Chine par la Compagnie des Indes. Ces deux horloges sont faites en forme de chariots. Dans chacun d'eux est une dame dans une attitude élégante, tenant la main droite appuyée sur une partie du chariot, au-dessous de laquelle on voit une horloge fort curieuse par le travail, un peu plus grande qu'un schelling, qui sonne l'heure, est à répétition et va pendant huit jours. Sur le doigt de la dame est un oiseau parfaitement imité, et orné de diamants et de rubis, déployant les ailes comme s'il était prêt à s'envoler, et que l'on fait voltiger effectivement un moment en touchant un bouton en diamant placé au-dessous ; le corps de l'oiseau renfermant les rouages qui semblent l'animer n'a pas deux millimètres. La dame tient dans la main gauche un tube d'or un peu plus gros qu'une forte épingle : en haut de ce tube est une petite boîte ronde sur laquelle se trouve un ornement circulaire qui n'est pas plus grand qu'une pièce de quinze sous ; il est enrichi de diamants, et tourne près de trois heures très régulièrement. Au-dessus de sa tête est un double parasol porté par une petite colonne cannelée de la grosseur d'une plume, au-dessous duquel est une cloche très éloignée de l'horloge, de laquelle elle semble tout-à-fait isolée, mais d'où part cependant une communication secrète allant à un marteau qui frappe l'heure et la répète à volonté, en appuyant sur un bouton de diamant placé au-dessous de l'horloge. Aux pieds de la dame est un chien d'or.

Malgré notre désir, dans un ouvrage comme celui-ci, de suivre la marche progressive des perfectionnements dans un sujet aussi intéressant, et de rendre justice au grand nombre d'hommes de génie et de talents qui ont opéré ces perfectionnements de loin en loin, nous sommes forcés de nous renfermer dans certaines limites qui nous empêchent de nous étendre plus longuement

sur cet article ; nous nous contenterons de renvoyer nos lecteurs au Catalogue de la Philosophie naturelle du docteur Young.

Nous allons nous occuper de donner la description du mécanisme d'une montre ordinaire, à laquelle nous ajouterons une série utile de tables publiées par M. W. Stirt.

## MONTRES.

La figure 501 représente le travail intérieur d'une montre ordinaire, avec l'échappement d'une roue à couronne, tel qu'il est vu lorsque le dessus est démonté et enlevé, comme on le voit dans la figure 505 ; la figure 502, qui est une élévation latérale de la montre et de son contenu, nous fait voir la disposition relative de toutes les parties. Ces deux figures, portant les mêmes lettres de renvoi, s'expliquent l'une par l'autre. Le grand ressort, qui fait aller toutes les roues et les pignons, et qu'on appelle en terme général mouvement, est renfermé dans le barillet *a*, représenté sous différents aspects dans les fig. 501, 502 et 508. Dans cette dernière on en voit toutes les parties détachées, savoir : le barillet, le ressort détendu, immédiatement au-dessus, en forme de spirale ; le pivot avec son crochet, auquel se rattache le bout intérieur du ressort, et le recouvrement dans lequel passe le pivot de l'arbre ; au moyen d'un outil fait exprès, on fait entrer de force dans le barillet, ce ressort, et alors on attache le bout extérieur à une cheville dans le bord circulaire de la boîte, en sorte que si la boîte tourne pendant que le pivot est fixe et immobile, le ressort commence à se replier sur lui-même au centre ; alors on dit qu'on monte la montre. L'effet serait le même si c'était la boîte qui fût fixe et le pivot seulement qui tournât ; mais, dans ce cas-là, la chaîne qui se déroule de dessus le barillet resterait immobile ; il faut donc que la boîte tourne pendant que l'arbre est en repos, ce qui a lieu comme nous allons l'expliquer : il y a un bout de la chaîne attaché sur le côté du barillet, et l'autre à la fusée *b*. après avoir tourné plusieurs fois autour du barillet ; comme le bout carré du pivot du barillet est retenu par le petit rochet et le cliquet *c*, fig. 507, de manière à l'empêcher de tourner, il est clair qu'en introduisant une clef sur le carré de l'arbre de fusée, et en la tournant dans le sens convenable, la chaîne se roulera sur la rainure spirale de la fusée, en même temps qu'elle se déroulera de dessus le barillet ; et pendant que cette opération s'exécutera, le ressort se roulera sur lui-même au centre du barillet, c'est-à-dire qu'il sera dans sa plus grande tension pour ramener la fusée. Le mouvement rapide que le ressort tendu dans toute sa force communiquerait à la fusée, en sens rétrograde, est empêché par le train du rouage et de la roue de rencontre. Ainsi, par exemple, la grande roue *d* ne tient pas au gros bout de la fusée, comme le dessin semble l'indiquer ; mais elle porte un cliquet et ressort de cliquet *z*, comme le démontre la fig. 503, tandis que la roue à rochet de la fig. 504 est attachée à la fusée ; il s'ensuit que, pendant qu'une clef appliquée à l'arbre de fusée monte la montre et roule la chaîne dans les rainures de la fusée, jusqu'à ce qu'elle arrive au petit bout de cette fusée, le cliquet dans la fig. 503 glisse par dessus les dents du rochet (voyez fig. 504) sans faire effort dessus, et laisse ainsi la grande roue *d*, qui est en repos, en communication avec le pignon *e* placé sur l'arbre de la roue des minutes ; quand le ressort agit sur la fusée en



sens contraire, les dents du rochet, buttant contre le cliquet attaché à la roue, rendent cette roue solidaire de la fusée, jusqu'à ce que le grand ressort ait besoin d'être remonté, ce qui arrive ordinairement une fois toutes les 28 ou 30 heures ; on le monte communément une fois par 24 heures.

L'action de la grande roue *d* sur le pignon *e* est celle d'un long levier sur un court, c'est-à-dire que cette roue a un grand désavantage, car ce que le pignon gagne en vitesse, il le perd en puissance. Sur l'arbre central de ce pignon *e*, est fixée la roue du centre *f*, qui fait sa révolution dans une heure de temps, comme on peut le voir ; cette même roue fait tourner le pignon *g* sur l'arbre de la troisième roue *h*, mais avec désavantage, car la force qu'elle communique au pignon *i*, sur l'arbre de la roue de rencontre, diminue encore dans le rapport du diamètre de la roue à celui de son pignon ; ainsi la force du grand ressort va toujours diminuant, et quand la roue de rencontre se met en mouvement, elle a précisément la force nécessaire pour faire marcher le pignon horizontal placé au-dessus d'elle, en sorte que l'impulsion alternative donnée par ses dents aux palettes de la verge du balancier suffit pour perpétuer l'oscillation de droite à gauche, malgré la résistance du frottement et celle de l'air. C'est une chose fort curieuse que l'échappement de la roue à couronne, quoique le plus ancien que nous connaissions soit encore celui qui est en usage dans les montres communes, ce qui probablement est dû à la facilité avec laquelle on le construit ; car il est certainement bien plus exposé à l'influence des irrégularités de la force du grand ressort que tout autre échappement. Les propriétés et l'action de cet échappement ont été minutieusement expliquées à l'article de l'échappement ; nous prions le lecteur de reporter toute son attention sur l'explication et la figure.

Pour que la force qui agit à chaque oscillation sur les palettes de la verge ne varie pas sensiblement, on a jugé à propos d'égaliser, autant que possible, les forces variables du grand ressort dans les différents degrés de tension, et le meilleur moyen d'y parvenir a été de convertir le cylindre placé sur l'arbre de la grande roue en une figure de forme parabolique, c'est-à-dire en un solide engendré par la révolution d'une parabole ; de cette façon, la force du ressort augmentant avec sa tension, son action sur la grande roue diminue dans la même proportion, en raison de la diminution progressive du rayon de la fusée autour de laquelle se roule la chaîne, pour communiquer la force ainsi modifiée. Chaque ressort séparé a donc non seulement sa force isolée proportionnée à l'effet qu'il est destiné à produire, mais il faut que son échelle de variation de force soit exactement contrebalancée dans tous les degrés de tension par la forme de la fusée ; ce que l'on fait à l'aide d'un outil qu'on appelle outil à ajuster la fusée, et qui n'est autre qu'un levier avec un poids attaché au bout carré de la fusée, comme il est représenté par la fig. 509. En effet, lorsque le poids sur le levier fait parfaitement équilibre à la force du grand ressort dans tous les points des révolutions successives de la fusée, puisque au lieu de clef c'est un levier qui monte le ressort, la forme de la fusée est convenable ; c'est pour cela que, toutes les fois qu'on met un grand ressort neuf à une montre, on doit ajuster la fusée dans la machine à fusée, selon que l'outil à ajuster le permet.

Les forces comparatives du ressort aux extrémités de la fusée peuvent être ajustées ou réglées par le petit rochet *c*, placé derrière la grande platine

(voy. fig. 507); mais quand le ressort a le degré de tension nécessaire pour agir également aux deux extrémités de la fusée, il ne faut pas qu'elle soit altérée par le cliquet des rochets; il faut alors égaliser les forces intermédiaires en donnant à la fusée une forme convenable. Nous ne nous sommes arrêtés si longtemps sur cette partie du mécanisme que parce qu'étant le premier moteur, elle est la base de tous les autres mouvements. Le nombre de tours que doit avoir la spirale de la fusée parabolique dépend de la longueur du mécanisme, ou, ce qui est la même chose, de l'épaisseur de la montre. Les Français omettent souvent la fusée, et cherchent à égaliser les forces du grand ressort. Ce moyen peut quelquefois réussir passablement avec des échappements détachés; mais avec l'échappement de la roue à couronne, la fusée est indispensable. Le nombre des dents de la grande roue et du pignon du centre dépend aussi du nombre de tours qu'il y a dans la spirale de la fusée.

Dans une montre de 36 heures, avec une fusée de 6 tours, la grande roue doit avoir cinq fois autant de dents que le pignon du centre; de sorte que si ce pignon en a 6, la roue doit en avoir  $5 \times 6 = 30$ ; s'il en a 8, elle doit avoir  $5 \times 8 = 40$  dents; si la spirale a 7 tours, la grande roue 48 et le pignon 12, alors le temps pendant lequel elle ira sera  $4 \times 7 = 28$  heures; comme aussi, s'il y a 5 tours sur la fusée, 50 dents à la roue, et 10 au pignon, la montre ira vingt-sept heures; mais si on voulait ne la faire aller que pendant 24 heures, avec 6 tours et un pignon de 12 dents, il faudrait que la grande roue en eût 48.

Ainsi, quand on fait un changement, soit dans le pignon, soit dans la roue, ou bien dans les tours de la fusée, on doit faire dans les autres pièces une modification correspondante pour faire aller la montre pendant le même temps; mais toujours faut-il que la roue du centre tourne une fois par heure. Dans les montres communes, ces pignons n'ont que 6 dents chacun, et ne vont pas aussi bien que les pignons qui ont un plus grand nombre de dents. Dans les bonnes montres et dans tous les chronomètres, les dents des roues et des pignons sont plus nombreuses. Dans les montres soignées, les pivots, surtout ceux de la verge et de l'arbre d'échappement, tournent sur des diamants, afin de diminuer le frottement. Les échappements détachés et de *remontoire* sont les meilleurs correctifs des oscillations inégales, quand le mouvement est sale.

La potence *m*, la petite potence *n*, qui tiennent les pivots de la roue de rencontre, sont de petits stiles qui se voient dans la fig. 502, et qui sont visés à la platine de dessus; mais on ne voit point les ressorts, les boutons et les charnières de la boîte, parce qu'ils ne font pas partie du mouvement. La fig. 505 représente la partie extérieure de la platine de dessus avec le contrepoids *p*, le stile *o* et le ressort de contrepoids *s* appelé ressort du balancier. Au moyen de ce ressort on régularise le mouvement. Dans tous les ressorts de contrepoids il faut prendre une certaine longueur, comme longueur effective, qui limite exactement le temps que va la montre à laquelle on en fait l'application; quand l'expérience a déterminé cette longueur, on met une goupille qui retient les bouts extérieurs comme au point n° 4, dans la fig. 505, pour l'empêcher de varier; mais comme le changement de température altère la longueur du balancier, il en résulte un retard quand il fait chaud et un excès de vitesse quand il fait froid, variations causées par l'augmentation et

la diminution des dimensions du balancier lui-même, et par quelques altérations dans le ressort. Pour remédier à ce défaut dans une montre ordinaire, on a imaginé le moyen indiqué dans la fig. 506; la roue  $t$  est placée sous le cercle gradué  $r$ , fig. 505, et une roue à rochet  $u$ , fig. 506, qui tient l'extrémité du ressort du balancier n° 5, représenté dans les deux figures, se meut par un mouvement qui lui est communiqué quand on met une clef à l'arbre carré de cercle; par ce moyen c'est la position de l'extrémité 5 qui limite la longueur effective du ressort-spirale; et selon que l'on fait tourner la clef en avant ou en arrière, vers les mots *retard* ou *avance*, le ressort, devenant plus court ou plus long, modifie la vitesse de la montre jusqu'à ce que l'on trouve la longueur exacte qui convient à la température.

Dans l'horloge de Harrison, l'extrémité du balancier était mu par un levier composé de deux métaux que le changement de température faisait agir; mais dans les chronomètres plus modernes, les leviers compensateurs forment les trois portions qui sont les trois divisions du bord du balancier, et au moyen de grosses vis qui font partie du balancier mouvant, on règle la montre, et l'on rectifie les variations causées par la température. Dans ces mouvements perfectionnés, on détermine la longueur du ressort, qu'on fait maintenant de forme cylindrique, de manière à ce que les vibrations longues et courtes aient lieu dans le même temps, et c'est ce qu'on appelle longueurs *isochrones*.

La partie de la montre qui fera l'objet de notre dernière explication est le cadran servant à indiquer les heures et les minutes; ceci sera facile à comprendre en jetant les yeux sur les figures 502 et 507. Lorsque le pignon dit *chaussée*, qui est près de l'aiguille des minutes dans la figure 502, est fixé à l'arbre de la roue du centre, il tourne avec elle dans une heure, et reçoit l'aiguille des minutes sur le bout carré sortant; ce pignon fait tourner la roue  $x$ , et avec elle un pignon  $w$  fixé à son centre, lequel pignon fait aussi tourner en 12 heures une seconde roue  $v$  autour des tubes de la chaussée; c'est à ce pignon que tient l'aiguille des heures. Cette diminution de douze révolutions, depuis la chaussée jusqu'à la roue des heures, pourrait s'effectuer par un pignon qui mettrait en mouvement une seule roue qui aurait douze fois son nombre de dents; mais, comme le mouvement doit être ramené au centre du cadran, il faut y intercaler deux roues de plus, ou une roue et un pignon: c'est donc, entre la roue et le pignon, le rapport de 12 à 1, qu'on peut obtenir aisément sans se servir d'une grande roue et d'un petit pignon. Ainsi, supposons que la chaussée ait 15 dents, sa roue peut en avoir  $4 \times 15 = 60$  pour la roue  $x$ , et si la roue  $v$  est de même dimension, son pignon sera  $\frac{60}{3} = 20$  et le train  $\frac{60}{15} \times \frac{60}{20} = \frac{3600}{300} = \frac{36}{3} = \frac{12}{1}$  ou 12; de sorte que lorsque les pignons sont fixés pour le cadran, on a bientôt déterminé les roues, et *vice versa*.

Les tables qui suivent, à quelque légère différence près, ont été publiées par M. Stirt, mécanicien très habile dans la confection des roues de rencontre et des fusées.

## TABLES

*Indiquant le nombre de tours sur la fusée et les dents de la roue de rencontre avec les battements par heure, et le nombre de secondes que met la 4<sup>e</sup> roue à faire sa révolution, pour régler facilement les montres par les vibrations des pendules.*

Roue de rencontre avec 9 dents.

2 <sup>e</sup> roue 58 6 pign. de la 3 <sup>e</sup> roue.	60 8	60 6	60 6	60 6	60 6	64 6	64 8
3 <sup>e</sup> roue 55 6 pign. de la 4 <sup>e</sup> roue.	56 7	58 6	58 6	60 6	60 6	60 6	60 8
4 <sup>e</sup> roue 54 6 pign. de la 5 <sup>e</sup> roue.	80 6	52 6	56 6	54 6	60 6	54 6	80 6
Battements 14,616 par heure.	14,400	15,080	16,240	16,200	18,000	17,280	14,400
Temps dans lequel la 4 <sup>e</sup> roue fait son tour 39 9/10 secondes.	60	37 1/4	37 1/4	36	36	33 1/4	60

Roue de rencontre avec 11 dents.

2 <sup>e</sup> roue 48 6 pign. de la 3 <sup>e</sup> roue.....						54 6	54 6	56 7	56 6	56 6
3 <sup>e</sup> roue 45 6 pign. de la 4 <sup>e</sup> roue.....						45 6	50 6	45 6	54 6	56 6
4 <sup>e</sup> roue 70 6 pign. de la 5 <sup>e</sup> roue.....						65 6	60 6	78 6	54 6	55 6
Battements 15,400 par heure. ....						16,087	16,500	17,160	16,632	17,567
Temps dans lequel la 4 <sup>e</sup> roue fait son tour 60 s.						53 1/3	48	60	42 2/3	41 1/4
58 6	58 6	58 6	58 6	58 7	60 6	60 6	60 6	60 6	60 6	60 6
52 6	54 6	54 6	56 6	56 6	50 6	52 6	54 6	54 6	54 6	55 6
52 6	52 6	54 6	54 6	56 6	52 6	52 6	50 6	52 6	54 6	52 6
15,973	16,588	17,226	17,817	15,879	15,888	16,520	16,500	17,160	17,820	17,477
42 3/4	41 1/3	41 1/3	39 3/4	54 1/3	43	41 1/2	40	40	40	39
60 6	60 7	60 8	60 8	60 6	60 8	60 7	62 6	62 7	63 6	63 6
56 6	56 6	56 7	56 7	60 6	60 6	60 7	54 6	58 6	54 6	56 6
50 6	56 6	74 6	78 6	48 6	56 6	60 6	52 6	52 6	50 6	56 6
17,111	16,426	16,280	17,160	17,553	15,400	17,163	17,935	16,324	17,325	17,248
38 1/2	40	60	60	36	48	49	38 1/4	45	33	42 3/4
64 6	64 6	65 7	70 8	70 7	72 8	72 7	80 8	75 10	72 9	72 9
50 6	52 6	62 7	54 7	63 7	63 7	64 7	72 8	72 9	66 8	60 8
50 6	52 6	59 7	68 6	58 7	54 6	58 7	68 8	66 8	60 6	54 6
16,296	17,625	15,250	16,830	16,408	16,035	17,142	16,830	13,200	12,200	11,880
40 1/2	39	43 3/4	53 1/3	40	44 1/2	38 1/4	40	60	66	60

LE MÉCANICIEN ANGLAIS.

Roue de rencontre avec 13 dents.

2 <sup>e</sup> roue 48 6 pign. de la 3 <sup>e</sup> roue.....	48 6	52 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6
3 <sup>e</sup> roue 45 6 pign. de la 4 <sup>e</sup> roue.....	45 6	52 6	50 6	50 6	52 6	52 6	54 6	48 6	52 6	52 6
4 <sup>e</sup> roue 66 6 pign. de la 5 <sup>e</sup> roue.....	68 6	52 6	50 6	48 6	50 6	50 6	48 6	48 6	50 6	50 6
Battelements 17,160 par heure.....	17,680	16,925	16,274	16,224	16,900					
Temps dans lequel la 4 <sup>e</sup> roue fait son tour, 60 s.	60	46 1/2	48	46	46					
54 6	54 6	55 6	56 7	56 6	56 6	56 6	56 6	56 6	58 6	58 6
52 6	52 6	51 6	45 6	50 6	50 6	52 6	52 6	54 6	48 6	50 6
51 6	52 6	51 6	66 6	50 6	51 6	48 6	50 6	49 6	52 6	50 6
17,238	17,576	17,219	17,160	16,851	17,188	16,824	17,525	17,836	17,425	17,453
48	46	46 1/4	60	46 1/2	46 1/2	44 1/2	44 1/2	42 3/4	46 3/3	44 2/3
60 6	60 8	60 6	60 6	60 7	60 6	60 7	60 8	60 7	60 8	60 6
48 6	48 6	50 6	50 6	54 6	54 8	56 7	56 7	58 7	58 6	60 7
48 6	66 6	46 6	48 6	52 6	60 6	56 6	66 6	56 6	56 6	48 6
16,640	17,160	16,611	17,333	17,382	17,550	16,640	17,160	17,234	17,593	17,828
45	60	43	43	46 2/3	54	52 1/2	60	50 2/3	49 1/2	42
60 8	60 6	62 7	63 7	63 7	64 7	64 7	64 8	64 8	65 7	70 8
60 6	60 7	59 7	52 6	60 7	52 6	60 7	60 8	64 8	62 7	60 7
54 6	56 7	56 6	51 6	60 7	50 6	60 7	66 6	72 7	58 7	52 6
17,550	17,828	17,194	17,238	17,191	17,168	17,464	17,160	17,115	17,717	16,900
48	42	50 1/4	46 1/4	46 2/3	46	45 3/4	60	56 1/4	43 1/2	48
70 8	72 8	72 8	74 8	74 8	75 10	75 10	80 10	96 12	96 12	90 10
66 8	52 6	70 8	64 8	68 8	72 9	72 9	60 8	75 10	75 10	90 10
64 7	52 6	63 8	63 7	68 8	70 7	72 9	60 8	80 8	88 8	90 10
17,160	17,673	17,403	17,316	17,400	15,600	12,480	15,600	15,600	17,160	18,934
50	44 3/3	52 1/2	48 2/3	60	60	60	60	60	60	44 1/2

Roue de rencontre avec 15 dents.

2 <sup>e</sup> roue 48 6 pign. de la 3 <sup>e</sup> roue.....	48 6	48 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6	54 6
3 <sup>e</sup> roue 45 6 pign. de la 4 <sup>e</sup> roue.....	45 6	45 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6
4 <sup>e</sup> roue 54 6 pign. de la 5 <sup>e</sup> roue.....	58 6	60 6	46 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6	48 6
Battelements 16,200 par heure.....	17,400	18,000	16,560	17,280	17,280					
Temps dans lequel la 4 <sup>e</sup> roue fait son tour, 60 s.	60	60	50	50	50					
54 6	56 7	56 7	56 7	56 6	56 7	58 6	58 6	60 8	60 8	60 8
50 6	45 6	45 6	45 6	48 6	60 8	48 6	50 8	48 6	48 6	56 7
48 6	56 6	58 6	60 6	46 6	60 6	46 6	58 6	58 6	60 6	48 6
18,000	16,800	17,400	18,000	17,173	18,000	17,786	17,520	17,400	18,000	14,400
48	60	60	60	48	60	46 3/4	59 2/3	60	60	60
60 8	60 7	60 8	60 8	60 8	60 6	60 6	60 6	60 6	60 10	60 6
56 7	56 7	56 7	56 7	56 7	60 8	60 10	60 8	60 10	60 6	60 10
56 7	58 7	58 6	60 6	60 7	48 6	48 6	56 7	58 6	60 6	64 8
14,400	17,044	17,400	18,000	15,886	18,000	14,400	18,000	17,400	18,000	14,400
60	52 1/2	60	60	60	48	60	48	60	50	60
60 8	60 8	62 8	63 7	63 7	64 8	64 8	64 8	64 6	65 7	70 6
61 8	64 8	60 8	54 7	58 7	45 6	60 8	60 8	60 10	56 7	60 10
66 7	70 7	60 6	50 6	56 7	56 6	58 6	60 6	70 8	56 7	48 6
16,971	18,000	17,437	17,356	17,280	16,800	17,400	18,000	16,800	17,828	16,800
60	60	61 2/3	51 3/4	50	60	60	60	56 1/4	48 1/3	51 1/3
70 7	70 8	70 8	70 10	70 6	72 8	72 8	72 8	72 8	75 8	81 9
60 10	64 8	64 8	65 8	60 10	64 8	64 8	64 8	65 8	64 8	72 9
79 7	50 6	58 7	60 6	48 6	50 6	54 7	64 8	64 8	64 8	72 9
18,000	17,500	17,400	17,062	17,280	18,000	16,662	17,280	17,550	18,000	17,280
60	51 1/3	51 1/3	56 3/4	50	50	50	50	49	48	50

## Roue de rencontre avec 17 dents.

2 <sup>e</sup> roue 48 6 pign. de la 3 <sup>e</sup> roue.....	56 7	60 8	64 8
3 <sup>e</sup> roue 45 6 pign. de la 4 <sup>e</sup> roue.....	45 6	56 7	60 8
4 <sup>e</sup> roue 50 6 pign. de la 5 <sup>e</sup> roue.....	53 3	52 6	60 7
Battements 17,000 par heure.....	18,020	17,828	17,485
Temps dans lequel la 4 <sup>e</sup> roue fait son tour 60 sec.....	60	60	60

G. W. S. W. P. T. N. S.	G. W. S. W. P. T. N. S.	G. W. S. W. P. T. N. S.
48 10 6 1/4	60 10 5	55 12 6 6/11
50 10 6	62 10 4 5/6	56 12 6 3/7
52 10 5 3/4	64 10 4 2/3	58 12 6 1/5
54 10 5 5/9	48 12 7 1/2	60 12 6
55 10 5 6/11	50 12 7 1/5	62 12 5 5/6
56 10 5 1/3	52 12 5 12/13	64 12 5 5/8
58 10 5 1/6	54 12 6 2/3	

Si l'on divise le double du produit des quatre roues ensemble par le produit réuni des trois pignons, le quotient donnera le nombre de battements tels que les donnent les tables; de même si l'on prend les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> roues et leurs pignons respectifs comme fraction composée d'une heure, on aura les secondes pendant lesquelles la 4<sup>e</sup> roue attachée au dernier pignon fait sa révolution; ainsi les  $\frac{50}{60}$  les  $\frac{7}{36}$  de 60<sup>m</sup> = 1<sup>m</sup> ou 60<sup>sec</sup>, nombres qui conviennent à une montre indiquant les secondes; et si le nombre des battements est 18000 ou 14400, il y aura 5 ou 4 battements par seconde; ce sont les meilleurs *trains* pour mesurer les parties fractionnaires d'une seconde.

## CHRONOMÈTRES.

Le chronomètre diffère d'une montre ordinaire, principalement par l'échappement et le balancier. Ces instruments réclament une attention particulière, tant à cause de leur utilité pratique dans la navigation qu'en considération des principes d'après lesquels ils sont construits. Les forces irrégulières d'impulsion et de résistance diminuent considérablement en raison de l'exactitude de la forme et de la dimension du chronomètre.

Sous le règne de la reine Anne, le parlement anglais rendit un bill par lequel la nation offrait 250,000 fr. de récompense à celui qui trouverait le moyen de déterminer la longitude à un degré de grand cercle près; 375,000 fr. pour celui qui en approcherait à 64 kilomètres près, et 500,000 fr. pour l'approximation de 48 kilomètres, pourvu que ce moyen pût s'étendre à plus de 128 kilomètres de la côte. L'espoir d'obtenir cette récompense soutint les efforts infatigables d'un horloger nommé Harrison. En s'occupant de cette recherche, il se trouva conduit par hasard à appli-

quer le principe de dilatation de différents métaux à une montre destinée à se régler elle-même en limitant la longueur effective du ressort en spirale de manière à ce qu'il réponde aux changements alternatifs du froid et du chaud, changements qui, comme on le sait aujourd'hui, altèrent la force de ce ressort et la régularité du balancier.

Harrison ayant, par son industrie et sa persévérance, obtenu la récompense promise, on rétracta le premier bill, auquel on en substitua un autre, offrant des récompenses séparées à toute personne qui trouverait un moyen pratique de déterminer, dans des limites connues, la longueur d'un vaisseau en mer; pour une horloge, la récompense promise était de 125,000 fr., si elle déterminait la longueur à un degré près; de 187,500 fr. si elle la déterminait à 64 kilomètres près, et de 250,000 fr., si elle la déterminait à un demi-degré près. Malgré l'exigence des conditions et la réduction de la récompense promise, il se présentèrent cependant plusieurs candidats, parmi lesquels Mudge, les deux Arnold et Earnshaw virent leurs efforts couronnés de quelques succès.

Ou fit d'abord de très grands éloges de l'horloge de Mudge; mais depuis, la complication du mécanisme et les frais dispendieux de construction ont tellement discrédité sa réputation, qu'on l'a presque tout à fait abandonnée, et que maintenant on s'en sert très peu. Ceux de nos lecteurs qui voudront en connaître la construction devront consulter l'ouvrage intitulé : Description de l'horloge de M. Mudge, publiée en 1799 par Thomas Mudge.

Le chronomètre que nous nous proposons maintenant de soumettre à nos lecteurs est celui construit par M. Earnshaw, bien convaincus, d'après divers documents que nous avons eus sous les yeux, et d'après une similitude frappante dans la construction de l'échappement, que M. Arnold s'est prévalu du principe de M. Earnshaw.

Dans le chronomètre de M. Earnshaw, l'échappement est détaché, ce qui vaut mieux pour la mesure égale du temps, parce que les vibrations du balancier sont exemptes du frottement des roues, excepté à peu près sur le douzième du cercle, au point où la roue d'échappement agit sur la palette pour entretenir le mouvement du balancier; ce qui s'opère avec une puissance bien plus considérable et avec moins de frottement que par tout autre échappement, parce qu'il ne reçoit qu'une seule impulsion de la roue, tandis que les autres échappements en reçoivent deux. Il a aussi l'avantage d'avoir une vitesse toujours égale, et l'impulsion que le balancier reçoit de la roue a lieu dans le sens même du mouvement et non en opposition avec lui, comme cela a lieu dans la plupart des échappements qui produisent un reculement.

Les pivots de l'axe du balancier doivent être de la grosseur des pivots à verge, dans une montre ordinaire, l'extrémité ou la partie agissante étant seule droite pour ajouter à leur force. Il faut que le trou de diamant soit aussi peu profond que possible, pour ne pas exposer le pivot à être coupé, et que la partie du trou dans laquelle tourne le pivot soit faite de manière à bien retenir l'huile; les trous profonds sont très mauvais, car lorsque l'huile s'épaissit elle s'attache aux pivots et gêne leur mouvement, ce qui empêche ou ralentit la marche du balancier. La palette devrait avoir le demi-diamètre de la roue, ou même être un peu plus grande, car si elle est moindre, ou n'a que le

quart du diamètre, comme dans le chronomètre d'Arnold, la roue agira avec trop de puissance, ce qui augmentera considérablement le frottement, et fera aussi vaciller le balancier ; or, on sait qu'une fausse position dans le mouvement du balancier peut faire arrêter la montre ordinaire, ainsi que les montres construites de cette manière. La face de la palette doit être sur une ligne oblique et à égale distance entre son centre et son extrémité, et non en ligne droite avec son centre, parce que cela occasionne une augmentation de frottement, et une diminution de la puissance que donne la roue, en agissant à l'extrémité de la palette. Les dents de la roue d'échappement doivent avoir la même direction que la face de la palette évidée en dessous pour éviter le frottement et entretenir la puissance. Il ne faut pas que les bouts des dents de la roue soient arrondis ; il faut, au contraire, les laisser aussi pointus que possible. Les pivots de la roue d'échappement doivent être un peu plus gros que les pivots du balancier.

Au lieu d'une détente à pivots, comme en mettent les Français, c'est un ressort qui arrête la roue ; car ces pivots ont besoin d'huile, et, quand l'huile s'épaissit, elle gêne tellement le ressort des détentes à pivots que cela empêche la détente de tomber assez vite dans la roue, ce qui déränge la marche de la montre, et finit par l'arrêter tout à fait.

Quand le ressort est fixé sur le côté de la roue, la partie sur laquelle la roue repose doit avoir un peu moins que l'angle droit, pour que la roue ait une tendance à se porter en dedans ; car, si elle incline de l'autre côté, de manière à former un angle obtus, elle aura une tendance à repousser le ressort en dehors, et, dans ce cas, elle tournerait librement. La roue ne doit avoir de prise sur le ressort qu'autant qu'il en faut pour l'arrêter, autrement le frottement serait plus grand. L'extrémité du petit ressort de retour, attaché à l'autre ressort, doit être aussi mince que possible, et un peu plus gros par le bout en dehors ; le ressort doit être placé assez près de la roue pour ne pas la toucher ; la palette de décharge doit avoir environ un tiers, ou au plus la moitié de la grosseur de la principale palette, la face en ligne droite vers le centre, un peu contournée en s'éloignant du centre, de l'autre côté. On doit user de beaucoup de précautions en retranchant les bords de cette pièce de décharge pour l'arrondir, afin qu'elle ne coupe pas le ressort ; on ne peut pas la faire trop mince, pourvu qu'elle ne coupe pas ; le bout le plus près du balancier doit être un peu plus éloigné du centre de l'axe du balancier que la partie inférieure qui est vers la potence, pour contrecarrer la tendance naturelle du ressort à se porter vers le bas, effet de la pression de la roue d'échappement.

Le balancier doit être en acier très pur, tourné sur lui-même jusqu'à ce qu'il soit tel qu'il doit être ; on le met dans un creuset avec une quantité de cuivre première qualité, qui puisse le couvrir étant fondu. Le cuivre s'attache à l'acier, et, quand son épaisseur est suffisante, on le tourne à l'épaisseur qu'il faut, et on le creuse de façon à laisser le bord en acier à peu près de l'épaisseur d'un ressort de répétition pour une petite montre à répétition. Le cuivre doit être tourné et avoir à peu près deux ou trois fois l'épaisseur de l'acier. *Les poids de compensation* doivent être en cuivre de première qualité et bien battu, et avoir une rainure faite au tour pour recevoir le bord du balancier. Ils doivent être coupés en quatorze parties égales, et former sept paires de



pièces égales en grosseur et en poids ; chacune est vissée sur le bord du balancier, à distances égales, de manière à se faire équilibrer. On doit avoir grand soin, en faisant les balanciers, qu'ils ne reçoivent aucuns dommages ni courbures ; car si le métal était dentelé d'un côté par quelque accident, cette partie serait moins sensible à l'action atmosphérique que les autres, dont les pores n'auraient pas été comprimés avec autant de violence.

Pour régler ou ajuster le balancier au chaud et au froid, faites subir à la montre 85 ou 90 degrés de chaleur du thermomètre ordinaire, et marquez exactement de combien elle avance ou retarde en 12 heures ; ensuite mettez-la au froid le plus fort possible, également pendant 12 heures ; fixez les poids de compensation au bras du balancier, sur une profondeur d'environ 3 millimètres, et si la montre avance d'une minute de plus en 12 heures de chaleur qu'en 12 heures de froid, enfoncez les poids de 3 autres millimètres sur le bras du balancier, et ainsi de suite dans les mêmes proportions, toujours en tâtonnant jusqu'à ce que vous ayez mis la montre en état d'aller de la même manière, quelle que soit la variation de l'atmosphère.

M. Earnshaw a trouvé le moyen d'obvier à ces difficultés, en faisant aller les horloges à peu près de la même manière, dans quelque position qu'on les mette. Ce moyen fort simple consiste à faire le ressort du balancier avec justesse et précision ; mais si le ressort est fait comme il va être dit plus loin, il suffit que le balancier soit de poids égal, et alors la montre ira, à quelques secondes près par jour, de la même manière dans toutes les positions ; et si elle ne vibre pas plus d'un quart de cercle, en appliquant un petit poids à cette partie du balancier qui est en bas lorsqu'elle est dans la position où elle retarde le plus, on la corrigera avec exactitude. Si elle vibre de plus d'un quart de cercle, il faudra que le poids soit en dessus au lieu d'être en dessous, après que la montre aura marché quelques mois, et, si ses vibrations se réduisent à un quart de cercle, elle ira de plus en plus mal, par la raison que le poids se trouve mal placé ; donc, pour éviter cela, il faut absolument fixer les vibrations à un quart de cercle ; c'est le mouvement le plus constant.

Le plus grande difficulté que M. Earnshaw eût à surmonter dans la construction de ses chronomètres était de trouver les propriétés invisibles de cette partie apparente de la machine appelée *ressort du balancier*. Il découvrit, en raisonnant sur les corps, que les ressorts de montre, comme le corps humain, se relâchent et se fatiguent lorsqu'ils sont constamment en mouvement ; ceci en est une preuve : si une montre qui a marché pendant plusieurs mois reste arrêtée une semaine ou deux, et qu'on la fasse aller de nouveau, si c'est une bonne pièce, et que le temps ne l'ait pas altérée, elle avancera de quelques secondes par 24 heures sur la marche qu'elle avait avant de s'arrêter ; mais elle perdra graduellement ce surplus de vitesse en avançant de moins en moins, jusqu'à ce qu'elle soit revenue à son premier point. Alors, voyant que les ressorts isochrones ne pouvaient pas convenir, et ayant fait des ressorts qui, par leur forme, rendaient les vibrations longues et courtes, égales en temps, et retardaient cependant de plus en plus, M. Earnshaw fit des ressorts d'une autre forme que dans les vibrations courtes, avançant d'environ 5 à 6 secondes par jour sur les longues ; ce n'est que par une longue expérience qu'on est parvenu à savoir cela ; le moyen dont il se servit pour en établir la preuve fut d'essayer le mouvement de la montre avec un balancier dont les oscillations

étaient à peu près d'un tiers de cercle, puis ensuite il l'essaya avec des oscillations d'un quart de cercle; quand les oscillations courtes étaient plus lentes que les longues, il s'apercevait que la montre retardait; quand elles étaient égales, elle retardait aussi, mais seulement par l'effet du relâchement; il reconnut, en outre, que quand elle gagnait, dans les courtes oscillations, plus de 5 ou 6 secondes par 24 heures, elle reprenait sa marche à la longue; mais que si elle ne dépassait pas ce nombre, et que les autres parties de la pièce fussent parfaites et inaltérables au froid comme au chaud, une montre ou une horloge qui aurait tous ces avantages serait à juste titre un morceau achevé. M. Earnshaw a observé que le relâchement ordinaire du ressort du balancier était d'environ 5 ou 6 secondes par jour dans le cours d'une année.

Comme nous venons de donner à nos lecteurs les observations préliminaires présentées par M. Earnshaw au bureau des longitudes, nous allons maintenant faire la description générale des différentes parties de son chronomètre.

La fig. 510 représente l'ensemble de la montre.

Fig. 511, la platine de dessus, d'où l'on prend le *compas d'épaisseur*; *a* hauteur des piliers.

Fig. 512, le barillet avec le grand ressort; *b* profil du barillet.

Fig. 513, la fusée et la grande roue, avec le *rochet* qui la fait aller pendant qu'on la monte; *c* profil de la fusée.

Fig. 514, seconde roue à pignon; *d* profil de cette seconde roue.

Fig. 515, troisième roue à pignon; *e* son profil.

Fig. 516, quatrième roue à pignon; *f* son profil.

La fig. 517 représente la platine supérieure avec l'échappement en dessus, d'où l'on peut prendre le *compas d'épaisseur*. Dans cette figure, le dessinateur n'a pas placé la palette assez près de la roue; mais ce défaut est peu de chose en lui-même, parce qu'on a donné dans la fig. 522 le dessin vrai et exact de l'échappement d'après une plus grande échelle; ainsi ce n'est que d'après cette figure qu'il faut juger l'échappement, parce qu'elle indique les dimensions des roues.

La fig. 518 représente le profil du ressort d'échappement.

La fig. 519 représente un des poids de cuivre à fixer sur le bord du balancier pour la compensation entre le chaud et le froid; *g* la rainure destinée à recevoir le bord du balancier. Le bord du balancier est percé en deux endroits, en sens contraire, comme dans la fig. 510, et deux de ces poids doivent être placés sur le bord du balancier, à égales distances, comme on peut le voir, et assujettis par la vis comme au point *h*. Ces poids sont mobiles en arrière et en avant, sur le bord du balancier, pour faire aller la montre plus vite ou plus lentement, à la chaleur ou au froid, suivant que le besoin l'exige.

La fig. 520 est le profil de ces poids en cuivre; *g* la rainure destinée à recevoir le bord du balancier; sa profondeur indique la largeur du cercle du balancier.

Fig. 521, ressort du balancier cylindrique. Le seul avantage de la forme cylindrique est qu'il est plus facile à faire, et qu'il économise presque une heure de temps; car si le corps du ressort ressemble à la tige d'une plume à écrire, il importe peu qu'il soit contourné en spirale ou en cylindre.

Le modèle d'après lequel on a copié les quatre figures suivantes contient,

outre les parties nécessaires pour expliquer la nature de l'échappement, une boîte renfermant un ressort qui, quand il est roulé sur lui-même, communique à la roue du balancier, au moyen de quelques roues de plus, une force suffisante pour la faire mouvoir quelque temps, quand le balancier est mis en mouvement. Ces roues sont contenues entre deux platines de cuivre, liées ensemble par quatre piliers droits. La platine de dessus est celle que représente la fig. 522, dans laquelle P Q R S sont les quatre vis qui entrent dans la tête des quatre piliers ci-dessus, et qui la rattachent au reste du modèle. La platine P Q R S contient cependant l'ensemble des parties nécessaires. Le côté que l'on voit de cette platine est celui qui est en dessous quand on regarde dans le modèle; de sorte que la figure représente cette platine comme étant enlevée, le côté voisin du balancier étant sur la table, et l'œil est supposé regarder perpendiculairement au-dessus.

Dans la platine P Q R S il y a une ouverture formée par l'enlèvement de la pièce représentée par T U W X Y Z. Dans cette ouverture se meut la roue du balancier A B C D; on y voit aussi la palette M S K et une partie du balancier U V. La roue du balancier porte sur deux pièces de cuivre O N H, O I. La pièce O N H est vissée sur le côté de la plaque le plus près du spectateur, au moyen d'une forte vis *t*, et assujettie par de petites chevilles représentées par  $\pi \pi \pi \pi \pi \pi$ ; ces chevilles s'appellent *chevilles fixes*; elles sont rivées dans les pièces de support O H, et entrent dans des trous de la plaque P Q R S, préparés pour les recevoir. La partie O N de cette pièce de support s'élève au-dessus de la partie O H, au moyen d'une charnière en N; l'autre support O I est fixé sur le côté opposé de la plaque; et entre les deux tourne librement et sans vaciller la roue du balancier, dans la direction des lettres A B C D. La petite roue M S X s'appelle la grande palette; c'est une pièce d'acier en forme de cylindre, entaillée en *thi*; sur le côté de cette entaille est un morceau de rubis *hl*, carré, plat et bien poli, fixé dans la palette. Le cylindre, à l'égard de la roue du balancier, est disposé de telle façon qu'il ne peut pas être dégagé de plus de deux dents adjacentes. E F est un ressort long et mince qui est assujéti par une extrémité, s'enclavant dans un point fixe G, et portant légèrement sur la tête d'une vis *m*; l'autre extrémité se recourbe, et forme une espèce de crochet; à ce ressort s'en rattache un autre très délié en J, et qui se projette à une certaine distance au-delà. Ce petit ressort repose sur le côté du gros, qui est le plus rapproché de la roue du balancier. Cette vis *m* entre dans une petite aiguille de cuivre en *ap*, qui est fortement vissée sur la plaque supérieure. Sur le ressort E F est fixée une cheville demi cylindrique, qui s'y élève perpendiculairement, et d'une longueur suffisante pour tomber entre les dents de la roue de balancier ABCD. Cette cheville s'appelle la palette d'arrêt, et se place sur le côté du ressort opposé à celui qui est en perspective. Par le centre de la palette cylindrique MSX passe un fort axe d'acier, qu'on appelle verge. La palette est assujettie à cet axe, qui passe également par le centre du balancier, et s'y rattache; il a deux petits pivots à son extrémité, sur lesquels il tourne librement, entre deux forts supports de cuivre, fermement assujettis par des vis et des chevilles sur la plaque principale. Un peu au-dessus de la palette cylindrique M S K est fixée une petite pièce d'acier *in*, également cylindrique, se projetant en *i*, au travers de laquelle passe également la verge: c'est ce qu'on appelle la pa-

lette d'impulsion; son diamètre est d'un tiers ou de la moitié de celui de la grande palette; il se fixe sur la verge comme un collier, et s'y assujettit au moyen d'une corde, de manière à pouvoir être mis dans toutes les positions à l'égard de la grande palette *M S K*. L'extrémité *E G* du long ressort *E F* étant très mince, si l'on applique une légère force au point *o*, pour chasser cette extrémité hors de la roue *A B C D*, elle cède aisément selon la direction donnée, et tourne sur *G* comme sur son centre; on peut aussi la faire glisser dans une rainure pratiquée dans ce point fixe, de telle façon que l'extrémité *o* peut être placée à quelque distance que ce soit du centre de la verge. Après avoir ainsi fait la description de plusieurs parties, telles qu'elles sont représentées dans la figure, nous avons à faire connaître quelle est leur position et quels sont leurs rapports les unes à l'égard des autres. Supposons le long ressort *E F* placé de telle façon que l'extrémité du petit ressort *j i* puisse s'élever un peu au-dessus du point *i n* de la palette d'impulsion, de manière que le point de la palette passe à côté de l'extrémité crochue du ressort *E F* sans la toucher; supposons également que la tête de la vis *m* porte légèrement sur le côté intérieur dudit ressort *E F*, ou celui qui est le plus voisin de la roue, et qu'en même temps la palette d'arrêt soit disposée de telle manière que l'une des dents *D* de la roue du balancier puisse l'atteindre. Cette palette ne se peut voir à sa place dans la figure, attendu que la vis *m* et une partie du ressort *E F* nous en dérobent la vue; sa position se trouve donc indiquée par le point *g* sur l'autre côté de la roue, sur lequel porte la dent *A*. De la description que nous venons de faire des différentes parties de l'échappement et de leurs rapports entre elles, il est aisé de voir comment elles agissent : au reste en voici l'explication.

Supposons une force appliquée à la roue du balancier, qui la ferait tourner dans la direction des lettres *ABCD* : l'une des dents *D*, par exemple, frappera contre la palette d'arrêt, ainsi que cela se trouve représenté en *A*. Qu'on suppose maintenant le balancier en repos, et sa position se trouvera celle qui est représentée dans la figure; le point *i* de la palette *i n* d'impulsion se trouvera dégagé de l'extrémité saillante du petit ressort, la face *h l* de la grande palette *M S K* tombera un peu au-dessous du point de la dent *B*, et le balancier, *y* ayant son ressort cylindrique appliqué, demeure parfaitement en repos.

Or, le balancier et les deux palettes *MSK* et *i n* étant fixés sur la verge, il est évident qu'ils doivent se mouvoir ensemble : soit donc le balancier mu circulairement dans la direction des lettres *MSK*; par ce mouvement, l'extrémité *i* de la palette *i n* sera amenée à presser contre l'extrémité saillante du petit ressort; et comme ce ressort est fixé sur le côté du ressort *EF*, le plus voisin de la roue du balancier, le point *i* forcera les deux ressorts à sortir ensemble de la roue du balancier; alors, comme le point *D* seulement (voyez sa position en *k*) touche la palette d'arrêt quand le ressort *EF* repose contre la tête de la vis *m*, il s'échappera, le ressort étant chassé hors de la dent (car la palette d'arrêt, qu'avant on supposait en *k*, sera maintenant en *a*, dégagée de la dent *A* de la roue du balancier); la roue étant alors en liberté, tournera en obéissant à la force qu'on y suppose appliquée; mais comme le point *i* de la palette d'impulsion marche et détend le ressort, le point *l* de la grande palette approche du point de la dent *B* de la roue du balancier, de telle façon que quand le ressort *EF* est

suffisamment chassé pour dégager la roue, le point  $l$  de la grande palette viendra en  $c$ ; dans cette position le point de la dent B de la roue du balancier y tombera à l'instant où le point de la dent D vient de se dégager de la palette d'arrêt  $m$ ; la force de la roue, se trouvant par ce moyen appliquée au sommet de la palette  $h l$ , augmente la vitesse du balancier et seconde son mouvement dans la même direction; par suite du mouvement continu de la grande palette dans la direction MSK, le point de la dent B, qui le pousse en avant, se meut vers le fond de la palette vers  $h$ , jusqu'à ce que les surfaces plates et unies de la dent et de la palette arrivent en contact; pendant ce temps l'extrémité  $o$  du petit ressort s'est dégagée du point  $i$  de la palette d'impulsion et les deux ressorts sont rentrés dans l'état de repos, le ressort EF portant légèrement contre la tête de la vis  $m$ , et la palette d'arrêt, de manière à recevoir la dent suivante C de la roue du balancier. Lorsque les deux surfaces de la dent et de la palette sont ainsi en contact, la plus grande force de la roue s'exerce sur la palette, et par conséquent sur le balancier qui se meut avec lui. La dent portant encore sur la face de la palette, et la palette se mouvant dans la direction MSK, elle finit par se dégager, laissant le balancier parfaitement libre de continuer à se mouvoir dans la même direction. Dès que le point de la dent B, qui a pressé circulairement la grande palette, est prête à l'abandonner, la dent suivante C de la roue est presque en contact avec la palette d'arrêt  $m$ , de sorte qu'à l'instant où la dent B se dégage, la roue est de nouveau arrêtée, et l'action de cette dent sur le balancier cesse. Le balancier se mouvant avec la plus grande facilité sur son pivot, la force de la dent lui a communiqué une vitesse considérable, telle que le balancier continue de se mouvoir dans la même direction, lors même que la pression de la dent se dégageant de la palette a cessé; et cela jusqu'à ce que la force du ressort à pendule (lequel ne se trouve point représenté dans la figure) augmentant constamment à mesure qu'il se roule, l'emporte sur le moment du balancier, qui s'arrête pour un instant, et revient sur-le-champ poussé par le ressort à pendule, qui exerce sur lui une force considérable en se déroulant. Lorsque le balancier revient, le point  $i$  de la palette  $in$  passe près des extrémités des deux ressorts EF et YO, et en même temps pousse en dedans l'extrémité saillante  $o$  du petit ressort vers la roue du balancier, jusqu'à ce qu'il l'ait dépassé; après quoi, l'extrémité saillante  $o$  revient de nouveau, et, comme précédemment, s'applique contre l'extrémité crochue du ressort EF. Le ressort  $yo$  est tellement délié qu'il n'offre que peu de résistance au balancier, pendant que le point  $i$  de la palette  $in$  passe auprès, et par conséquent ne produit que peu ou point d'augmentation de moment. Pendant que le point  $i$  de cette palette presse contre le petit ressort  $yo$ , le long ressort EF reste fortement appuyé contre la tête de la vis  $m$ , l'extrémité crochue en  $o$  laissant précisément dans ce moment passer l'extrémité de la palette d'impulsion sans la toucher. Alors le ressort n'ayant point cessé d'agir sur le balancier, de l'extrémité de son oscillation vers la direction MSK, il lui a communiqué la plus grande vitesse lorsque le point  $i$  de la palette  $in$  passe près de l'extrémité  $o$  du petit ressort; car dans ce moment le ressort, qui se trouvait roulé par le mouvement contraire du balancier, se déroule, ou se remet comme dans l'origine à l'état de repos, et par conséquent ne produit aucun effet sur le balancier dans l'une ni dans l'autre direction. Le balancier, ayant alors toute la vitesse que lui

communiquerait le ressort en se déroulant, continue de se mouvoir selon la direction  $SMK$  jusqu'à ce que la force de ce ressort l'arrête de nouveau et le ramène en arrière, se mouvant dans le même sens que précédemment avec une vitesse considérable. Par ce retour du balancier, le point  $i$  de la palette d'impulsion revient à l'extrémité saillante  $o$  du petit ressort, repousse le long ressort  $EF$ , et dégage la roue; une nouvelle dent tombant alors sur la face de la palette  $hl$ , donne une nouvelle énergie au balancier, et le mouvement se poursuit comme précédemment.

#### ÉCHAPPEMENT.

Les mouvements d'une horloge ou d'une montre se règlent au moyen d'un pendule ou balancier, qui fait en quelque sorte les fonctions de régulateur; en effet, les roues, entraînées dans l'horloge par les poids, dans la montre par le ressort, tourneraient avec un mouvement accéléré jusqu'à ce que le frottement et la résistance de l'air le rendissent uniforme. Si l'on oppose à ce mouvement un pendule ou balancier, de telle façon qu'il n'y ait qu'une dent de la roue qui puisse passer à la fois, les révolutions de la roue dépendront de l'oscillation du pendule.

Le pendule oscille autour d'un centre, tandis que la pression sur les roues s'exerce constamment dans la même direction, et celles-ci tournent continuellement dans le même sens; de là il résulte qu'il faut avoir recours à quelque moyen pour faire concorder ces divers mouvements. Or, quand une dent de la roue a communiqué au pendule un mouvement dans un sens, si elle le quitte, le pendule, sollicité par l'action de la pesanteur, reçoit une impulsion dans le sens contraire. C'est le mouvement de la roue qui s'échappe qui a donné lieu au mot *échappement*.

L'échappement ordinaire est extrêmement simple et s'explique ainsi : soit  $xy$ , fig. 523), un axe horizontal auquel se rattache le pendule par une verge très mince. Cet axe a deux dents,  $c$  et  $d$ , une près de chaque extrémité, et dans des plans différents, mais disposées de telle façon que lorsque le pendule est en repos et vertical,  $c$  est éloigné de cette ligne de quelques degrés à droite, et  $d$  est dans une position semblable à gauche. C'est ce qu'on appelle les palettes. Soit  $a/b$  une roue tournant sur l'axe vertical  $eo$ , dans le sens  $a$   $f$   $b$ . Les dents de cette roue ont la forme de celle d'une scie, penchant en avant dans le sens du mouvement. Le nombre des dents de cette roue est généralement impair. Dans la figure nous voyons le pendule à la fin de son oscillation vers la droite; la dent  $a$  vient de s'échapper de la palette  $c$ , tandis que celle marquée  $b$  va être arrêtée par  $d$ .

Il est évident que pendant que le pendule se meut à gauche, suivant l'arc  $pg$ , la dent  $b$  presse sur la palette  $d$ , et par là accélère le mouvement du pendule, et dans sa descente le long de  $ph$ , et dans son ascension en  $hg$ ; la palette  $d$ , en tournant autour de l'axe  $xy$ , se lève au-dessus du plan de la roue, et par conséquent laisse échapper la dent  $b$ ; la dent  $i$  vient alors se placer sur  $c$ , qui est dans une position presque perpendiculaire. Ainsi  $c$  est pressé à droite, et le mouvement du pendule le long de  $gp$  s'accélère. D'un autre côté, tandis que le pendule a pris la position verticale  $xh$ , la dent  $b$ , en pressant sur  $d$ ,

chasse le pendule à gauche, en proportion de sa légèreté, et s'il n'est pas trop lourd, le fait tellement dévier de la verticale que *b* s'échappe, et que *i*, tombant sur *c*, ramène le pendule en *p*, lorsque le même mouvement est répété. Cet effet devient plus remarquable lorsque la verge du pendule se prolonge au-delà de *xy*, et porte une boule *q*, à l'autre extrémité, pour contrebalancer *p*.

Quand *b* s'échappe de *d*, les boules se meuvent avec une certaine vitesse et un certain moment; ce qui fait que le balancier est arrêté quand *i* tombe sur *c*. Il ne l'est pas toutefois complètement, car il continue à se mouvoir un peu à gauche, et *i* se trouve chassé un peu en arrière par la palette *c*. L'échappement ne peut avoir lieu au-dessus du sommet de la dent *i*, attendu que tout le moment du balancier a été produit par la force *b*, et que *i* est d'une puissance égale à *b*. D'un autre côté, quand *i* tombe sur *c*, et que le mouvement de *c* à gauche continue, le point inférieur de *c* s'applique à la face de *i*, qui alors agit sur le balancier par un long levier, et ne tarde pas à arrêter son mouvement dans cette direction; cette dent, en continuant de presser sur *c*, chasse le balancier dans la direction contraire. Par là on voit évidemment que le mouvement de la roue est inégal.

En considérant l'utilité de l'échappement suivant, il faut avoir présente à l'esprit cette proposition, qui, d'après les explications que nous venons de donner, n'exige pour ainsi dire aucune preuve; savoir, que les oscillations d'un pendule sont *isochrones*, c'est-à-dire s'achèvent dans des temps égaux. Or, le but principal de l'échappement est de conserver ce mouvement isochronique.

D'après le vice de l'échappement précédent, on engage les ingénieurs qui s'occupent de cette partie de la mécanique à essayer de lui substituer un échappement qui produise un mouvement plus régulier et plus uniforme. Le meilleur selon nous, et celui qui répond le mieux au but de son auteur, est celui de M. Cumming. Nous allons en donner l'explication, avec cette seule différence que pour en abrégier la description, celui que nous représentons est un peu moins compliqué.

Soit *A B C*, fig. 524, une portion de la roue qui fait marcher le balancier : *O* en est le centre, *A* une des dents, et *Z* le centre des palettes et du pendule. Le bras *Z F* forme la première détente, et la dent *A* est représentée comme *y* étant arrêtée en *F*. *D* est la première palette sur l'extrémité du bras *Z d*, se mouvant autour du même centre que les détentes, mais en étant indépendant. Le bras *d e*, auquel se rattache la palette *D*, se trouve en entier derrière le bras *Z F* de la détente, étant fixé à une pièce de cuivre ronde, *efg*, qui a des pivots concentriques à l'axe du pendule. A la même pièce de cuivre est fixé le bras horizontal *Z H*, portant à son extrémité la boule *H*, d'une grosseur telle que l'action de la dent *A* sur la palette *D* suffit pour l'élever à la position représentée. *Z P p* représente la verge du pendule, derrière la détente et la palette. Une cheville *p* s'avance en saillie, passant par la fente *ik*, sans toucher aucun de ses bords. Le bras *m n*, attaché à la verge du pendule, a une longueur telle que, lorsque cette verge est verticale, la distance angulaire de *nq* à la verge *e q H* est précisément égale à la distance angulaire du côté gauche de la cheville *p*, à partir de l'extrémité gauche *i* de la fente *ik*.

La position naturelle de la palette *D* est en *δ*, représentée par les lignes

ponctuées, reposant sur le derrière de la détente F. Elle se trouve naturellement amenée dans cette position par son propre poids, et plus encore par celui de la boule H. La palette D, étant placée sur le côté antérieur du bras en Z, tombe dans le même plan que la détente F et la roue du balancier, bien que la figure nous la présente dans une position différente. On suppose que la dent *c* de la roue s'est échappée de la seconde palette; alors la dent A prend immédiatement la palette D située en *d*, la déloge et presse sur la détente F, la palette D appuyant sur le sommet de la dent. Après l'échappement de *c*, le pendule, descendant par une demi-oscillation, arrive à une position verticale. Se dirigeant ensuite vers la gauche, la cheville *p* atteint l'extrémité *i* de la fente *i k*, et au même instant le bras *n* touche la verge *eH* en *q*. Le pendule avançant de l'épaisseur d'un cheveu, dégage la détente de la dent, qui alors chasse la détente en agissant sur la surface inclinée.

La roue se trouvant dégagée, la dent *c* placée de l'autre côté agit sur sa palette, la déloge et pose sur sa détente qui a été rapidement ramenée dans une position convenable par l'action de A sur le côté incliné de F. Par une action semblable de C, sur sa détente au moment de l'échappement, F a été mis dans la position convenable pour que les roues soient prises par la dent A. Le pendule continuant, la boule H et la palette qui s'y rattache sont emportées par le bras *m n*, et avant que la cheville *p* atteigne de nouveau l'extrémité de la fente, le pendule vient au repos. Il retourne alors à droite, chargé de la boule H à gauche, et le mouvement perdu pendant la dernière oscillation se trouve ainsi rétabli. Quand la cheville *p*, par son mouvement à droite, atteint l'extrémité *k* de *i k*, la roue à droite se dégage, et au même instant le pendule, étant retenu par l'action d'une dent telle que B sur la palette D, cesse d'agir.

Dans cet échappement, les palettes et les détentes sont détachées du pendule, excepté au moment où la roue se dégage, de sorte que, à l'exception de ce court intervalle, on peut dire que le pendule est libre pendant toute l'oscillation, et que par conséquent son mouvement est plus uniforme.

La construction d'un échappement convenable pour les montres exige un soin particulier, à cause des petites dimensions de la machine, dans laquelle une erreur de 0<sup>m</sup>00025 produit les mêmes défauts qu'une erreur de 25 millimètres dans une horloge ordinaire. D'un autre côté, l'extrême légèreté du balancier rend très difficile l'accumulation d'une quantité de mouvement suffisante. Pour l'obtenir on est obligé de donner au balancier une grande vitesse, en reportant, autant que possible, une grande partie de son poids vers sa circonférence, et en donnant beaucoup de développement à ses oscillations. La circonférence du balancier dans une montre passable doit avoir une vitesse d'au moins 25 centimètres par seconde.

D'après les meilleurs échappements de montres, nous pouvons établir le principe suivant : que les oscillations d'un balancier poussé par son ressort, et libre de tout obstacle, sont isochrones.

Dans les montres ordinaires, on emploie encore le premier échappement que nous avons indiqué, et même on trouve qu'il répond assez bien au but proposé; de telle façon que s'il est bien exécuté, une montre ordinaire donnera l'heure par jour, à une minute près. Mais ces montres deviennent sujettes à varier au moindre changement apporté dans la force des roues.



Voici comment est construit l'échappement que l'on regarde généralement comme le meilleur. Il se trouve représenté dans la fig. 525 tel qu'on le voit en regardant verticalement de haut en bas l'extrémité de la verge du balancier. C indique le centre du balancier et de la verge. C *a*, palette supérieure, c'est-à-dire celle qui est la plus voisine du balancier ; et C *b*, palette inférieure. F et D, deux dents de la roue du balancier, se mouvant de gauche à droite. E, G, deux dents de la partie inférieure, se mouvant de droite à gauche. On voit la dent D telle qu'elle est au moment où elle s'échappe du point A, et la dent E venant d'entrer en contact avec CB. Dans la pratique, il conviendrait de ne pas placer l'échappement si près, attendu qu'une petite inégalité de la dent pourrait empêcher D de s'échapper. Dans les meilleures montres, la distance entre la dent, c'est-à-dire G F E D, et l'axe C du balancier est un cinquième de F A, distance entre les pointes des dents. La longueur CA, CB, des palettes est de trois cinquièmes de cette distance, et le côté DH ou F K des dents fait un angle de 25° avec l'axe de la roue du balancier. Le côté en talus de la dent doit avoir la forme d'un épicycloïde.

Il paraît que, lorsque ces mesures sont adoptées, la palette A peut par l'action de la dent D s'écarter de 120 degrés de la ligne C L (axe de la roue du balancier) avant d'atteindre *a*. D'une autre part, B parcourra une distance égale de l'autre côté. Or, si de 240°, somme de l'étendue d'oscillation des deux palettes, nous retranchons 95°, angle des palettes, le reste, 145°, exprimera la plus grande oscillation que puisse faire le balancier sans toucher les dents. Pour plusieurs raisons cependant, il est prouvé que cet angle est trop grand et que l'angle de 120° forme une oscillation suffisante pour le meilleur échappement ordinaire.

### *Échappement à chevilles.*

En 1812, M. Prior le jeune reçut un prix, de la Société des Arts, pour un échappement tout particulier.

Son avantage est tel, qu'il donne au pendule une impulsion exacte, égale et sans frottement, qui ne saurait être affectée par aucune irrégularité provenant de l'épaississement des huiles ou d'une augmentation de frottement, si ce n'est toutefois pendant le court espace de temps que le pendule met à éloigner les détentes à ressort des dents de la roue d'échappement. Mais l'effet qui en résulte pour la vitesse ne peut jamais devenir sensible par aucun changement que pourrait occasionner l'épaississement de l'huile des pivots ou l'augmentation de frottement, tant que les roues seront en état de pousser le ressort qui renouvelle le mouvement; ce qui durera autant de temps qu'elles pourront se mouvoir, ce ressort ne devant pas se pousser rapidement ou au-delà d'un autre ressort pour être maintenu dans la situation convenable : dans le fait, il ne peut se produire aucune augmentation de frottement en poussant ce ressort, attendu qu'il agit dans une ligne aussi droite que possible. Il doit conséquemment servir indéfiniment, sans qu'il soit besoin de le nettoyer ni d'y mettre de l'huile.

La roue du balancier A, fig. 526 et 527, porte trente dents. Elle est constam-

ment sollicitée à se mouvoir par un petit poids X, fig. 527 et 527\*. C.D sont deux détentés à ressort qui entrent alternativement dans les dents de la roue. A de certains intervalles ces détentés sont dégagées par les parties saillantes, marquées 2 et 3, fig. 526, que porte la verge du pendule H : ces parties saillantes poussent l'une ou l'autre de petites chevilles *a b*, fig. 527, qui se projettent en dehors des détentés, selon que l'oscillation a lieu d'un côté ou de l'autre. E, ressort qui renouvelle le mouvement fixé sur le même centre F que les détentés ; il est courbé par la dent la plus élevée de la roue, ainsi que l'indique la fig. 526 (sa position, quand il est livré à lui-même, est indiquée par les lignes ponctuées). Supposons donc qu'une dent de la roue est saisie par la détente D, qui l'empêche de poursuivre son mouvement, et le ressort de s'échapper de la pointe de la dent ; dans cette position le pendule se trouve indépendant de la roue. Mais, si le pendule oscille vers G, sa partie marquée 2 rencontre la cheville *b*, fig. 527, qui s'avance en dehors du ressort E, et dégage ce ressort de la dent de la roue. Lorsque l'oscillation se prolonge un peu plus loin, le pendule écarte la détente D, qui retenait la roue, au moyen de la partie 3, qui presse sur la cheville *a*, en saillie sur la détente. La force conservatrice de l'horloge détermine la roue, ainsi dégagée, à avancer, jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par une dent reposant sur l'extrémité de la détente C, de l'autre côté. De cette manière, le ressort E se trouvera dégagé de la dent de la roue lorsqu'il retourne avec le pendule, et lui donnera une impulsion, au moyen de sa cheville *b*, qui presse contre la partie 2 du pendule, jusqu'à ce que le ressort prenne la position indiquée par la ligne ponctuée. Le pendule continue à osciller vers I, jusqu'à ce que la partie 1 rencontre la cheville de la détente C, l'écarte de la roue et la dégage ; la force conservatrice se porte alors en avant, chassant devant elle le ressort E, jusqu'à ce qu'une autre dent soit prise par la détente D, qui retient la roue dans la position dans laquelle nous l'avons d'abord décrite, le ressort E étant courbé, et prêt à donner une autre impulsion au pendule.

La cheville *d*, fig. 527, ne se rattache pas au ressort E même ; elle est fixée sur une pièce de cuivre qui va en s'amincissant du côté de la vis qui l'assujettit, ce qui laisse au ressort la faculté de céder, lorsque, par suite de l'enlèvement du poids ou de tout autre accident, la roue d'échappement tourne en arrière, en sens inverse des détentés.

Dans cet échappement, il est bon de prendre en considération les observations suivantes :

- 1° Le ressort E et les détentés doivent avoir un centre commun.
- 2° La force qu'on applique au pendule doit être, à l'égard de celle nécessaire pour courber le ressort E, assez supérieure pour vaincre l'influence de l'huile et du frottement des pivots de la machine.
- 3° Le ressort E, quand il est libre, doit reposer sur la pointe de la dent de la roue, d'où il résultera un avantage, attendu que par là il enlève à la dent de la roue, qui porte contre le ressort à détente, une force égale à la pression du remontoir C contre la face de la dent de la roue.
- 4° Les ressorts à détente doivent être aussi minces et aussi légers que possible ; ils enlèvent au pendule, par leur élasticité, une certaine force ; mais ils lui en rendent autant en le suivant jusqu'au point d'où il les a éloignés, ce qui fait que l'action et la réaction seront égales en sens contraire.

5° Il faut que le pendule écarte le ressort beaucoup plus qu'il n'est nécessaire pour dégager les dents de la roue, afin qu'il puisse encore aller, lors même que les détentes ne sont pas parfaitement de niveau.

M. Reid inventa, il y a environ quinze ans, un échappement dont voici la description; nous la tirons de l'Encyclopédie d'Edimbourg :

Fig. 528, SW, roue d'échappement, dont le diamètre peut être d'une grandeur indéterminée, pourvu toutefois qu'elle soit suffisamment dégagée de l'arbre de la roue qui s'engrène dans son pignon, dont le diamètre, dans les horloges qui marchent huit jours est le tiers de celui de la roue. Les dents de la roue d'échappement sont très profondes, pour que la roue soit aussi légère que possible, sans que toutefois les dents perdent rien de la force qui leur est nécessaire pour résister à l'action du poids qui agit sur les rouages. Ces dents pourraient s'appeler les dents d'arrêt, ainsi qu'on le verra plus clairement ensuite par l'explication qui sera donnée de leur usage. Celles qu'on appelle les dents d'impulsion se composent de très petites chevilles d'un acier doux, qu'on applique à la surface du bord de la roue, d'un côté seulement. Elles ont environ 5 millimètres de hauteur, et plus elles sont petites, plus elles laissent de place pour l'épaisseur des palettes. Elles seront assez fortes si elles peuvent supporter environ 6 à 7 grammes. Il n'y a point de règle établie au sujet de la place qu'elles doivent occuper à l'égard des dents d'arrêt; seulement on observe qu'on peut aussi bien les placer vis-à-vis de ces dents que partout ailleurs. PP, palettes dont le centre de mouvement est le même que celui de la verge en *a*. Ces palettes sont faites de manière à avoir les bras assez forts, et pourtant aussi légers que possible. Les centres de mouvement de la verge, du balancier et des détentes, doivent presque coïncider l'un avec l'autre. On pourrait les faire coïncider parfaitement en employant en guise de verge un cylindre creux, dans l'intérieur duquel passeraient les arbres de détente; mais cela demanderait un trop long travail. La partie du châssis de la palette, ainsi qu'on pourrait l'appeler, dans laquelle se trouve placée la pierre destinée à recevoir l'action des petites dents à cheville, est disposée rectangulairement, de manière à laisser la place d'une rainure, dans laquelle les palettes à pierre sont fixées, ainsi qu'on peut le voir en PP, fig. 528, et P, fig. 529, laquelle présente également une vue de profil de la verge en *a*. En *b*, fig. 529, on voit l'extrémité extérieure de l'une des palettes. La partie des palettes à pierre sur laquelle agissent les dents à cheville se voit dans la fig. 528, où elles sont représentées dans leurs positions respectives à l'égard des dents à cheville. On voit les détentes *d, d*, dont le centre de mouvement est en *cc*. La fig. 530 donne une vue de profil de l'une des détentes et de son arbre. Les vis *ee, ff*, sur les bras des détentes, ont un trou foré pour les recevoir, que l'on voit mieux dans la fig. 530 que dans la fig. 528. Les vis *ee* servent à ajuster la partie de l'échappement qui se rattache aux palettes, et empêchent les détentes d'arrêter la roue en pressant sur les dents. Les extrémités des vis *ee* rencontrent les palettes à pierre, dont l'une est représentée en *b*, fig. 529. Les vis *ff* servent à ajuster la roue à dents sur les détentes; *gg*, pièces de cuivre rectangulaires, qui peuvent avoir environ 25 millimètres de hauteur. Les extrémités des vis *ff* portent sur le côté de ces pièces rectangulaires, et, selon qu'elles sont plus ou moins prises par la vis aux extrémités des détentes, les pièces de détente auront plus ou moins de prise sur les

dents. Ces pièces de détente ne sont pas représentées dans la figure, attendu qu'elles y auraient mis de la confusion et auraient rendu les autres parties peu faciles à distinguer. Elles sont en pierre et ajustées dans la rainure d'une pièce laissée à cet effet sur l'intérieur des bras de détente, ainsi qu'il est facile de le concevoir d'après la figure, où elle est en partie représentée en  $e$ , fig. 530.

Après avoir ainsi décrit les parties de l'échappement, nous allons passer à l'explication de la manière dont elles agissent. Sur le côté gauche est représentée la dent à cheville venant de s'échapper de sa palette, telle qu'on la voit dans la figure 528; avant qu'elle ait glissé sur la surface inclinée de cette palette, supposons que son extrémité  $b$  a passé de ce côté par suite du mouvement du pendule, et que forçant la vis  $e$ , qui se trouve dans le bras à détente, elle a dégagé la dent de la roue, qui dès lors s'efforce d'avancer. Mais la dent à cheville, au moment du dégagement, rencontrant la surface inclinée de la palette, et s'avancant dessus, donne l'impulsion au pendule, et, après qu'elle s'est échappée de la palette, la dent d'arrêt qui suit est reçue par la détente sur le côté droit, où la roue se trouve arrêtée de nouveau. Pendant que le pendule, libre et détaché, décrit cette partie de son oscillation vers la gauche et que les palettes, se trouvant libres aussi, agissent indépendamment des petites dents à cheville, au retour du pendule vers la droite, la détente, au moyen de la palette qui est de ce côté, cesse d'arrêter la roue, qui alors s'avance; la dent à cheville, au même instant, donne une nouvelle impulsion au pendule, ainsi qu'il est facile de le voir dans la fig. 528. Lorsque la dent à cheville s'est échappée de la palette, la roue est arrêtée de nouveau du côté opposé, c'est-à-dire à gauche; le pendule continue de se mouvoir à droite librement et sans obstacle, jusqu'à ce que l'échappement prenne la roue à gauche, et ainsi de suite. Il faut observer que la roue commence à marcher lorsque le pendule est près du point le plus bas, ou du point du repos, et par conséquent lorsqu'il est au maximum de sa force.

Sans attacher aucune importance au mérite de cet échappement, nous remarquerons que l'horloge fut observée de temps à autre avec un très bon instrument, et que, pendant un espace de quatre-vingt-trois jours, elle marqua les secondes sans aucune déviation apparente. Cette exactitude est peut-être autant l'ouvrage du hasard que celui de l'artiste, d'où il résulte qu'on n'en peut guère raisonnablement faire la base de l'exactitude qu'on doit attendre d'un pendule.

#### DES PENDULES.

Le pendule est un corps d'un certain poids, suspendu de telle façon qu'il peut, par la seule force de la gravité, osciller autour d'un point fixe.

Les ascensions et descentes alternatives du pendule sont ce qu'on appelle ses *oscillations* ou *vibrations*; chaque oscillation est mesurée par l'arc qu'il décrit à partir du point le plus élevé d'un côté jusqu'au point le plus élevé de l'autre; le point autour duquel se meut le pendule s'appelle centre de mouvement; la ligne horizontale qui passe par le centre du mouvement, et qui est perpendiculaire au plan dans lequel se meut le pendule, s'appelle l'*axe d'os-*

*cillation*. Il y a aussi dans le pendule un certain point, tel que, si toute la matière dont se compose le pendule était réunie ou condensée en ce point, les espaces de temps que ses vibrations mettraient à s'achever ne seraient en aucune manière altérés ; ce point s'appelle le centre d'oscillation. La longueur du pendule s'estime toujours selon la distance de ce point au-dessous du centre du mouvement, attendu qu'il est généralement près de la base du pendule ; mais dans un petit cylindre, ou toute autre petite verge suspendue au sommet, il est à la distance d'un tiers de sa longueur, à partir du bas, ou de deux tiers au-dessous du centre de mouvement.

La longueur d'un pendule, mesuré entre l'axe et le centre d'oscillation, de manière à faire une oscillation par seconde, et que pour cette raison on appelle le pendule des secondes, a généralement, dans la latitude de Londres, été trouvée de 996 millimètres ; mais des expériences aussi exactes qu'ingénieuses ont fait découvrir au célèbre George Graham que la vraie longueur était très approximativement de 994 millimètres.

Varin, Deshays, Deglos et Godin ont découvert que le pendule, placé à Paris, et ayant des oscillations qui correspondent aux secondes, était de 994 millimètres ; selon Picard, elle serait de 993,7 millimètres, et selon Mairan, de 993,8 millimètres.

Les bois et les métaux étant plus ou moins affectés par les changements de température, on a eu recours à plusieurs expédients fort ingénieux pour détruire les effets de l'allongement ou du raccourcissement que produit la chaleur ou le froid sur la verge du pendule.

Le premier qui observa que le changement de température en apportait un dans la longueur des métaux fut Godfroi Wendelinus, et celui qui, le premier, mit à profit cette découverte pour détruire l'action de la chaleur et du froid sur le pendule fut Graham, qui, en 1715, composa un pendule fait avec une combinaison de verges de métaux inégalement dilatables, et dont la dilatation pût se compenser. Poussant plus loin ses recherches, il imagina peu de temps après que le mercure, en raison de sa grande expansibilité, répondrait mieux à son projet : aussi voit-on que, le 9 juin 1722, il avait construit une horloge dont le pendule était fait sur ce principe, et qui marcha constamment, sans qu'on changeât ni le pendule ni les aiguilles, pendant l'espace de trois ou quatre mois ; pendant ce temps, il n'y eut guère d'erreurs que la huitième partie de celles qui s'étaient manifestées dans une des meilleures horloges ordinaires avec laquelle il l'avait comparée. Ce pendule, appelé le *pendule mercuriel*, se compose d'une verge de cuivre, divisée vers l'extrémité inférieure de manière à embrasser un vase de verre cylindrique de 33 à 35 centimètres de long, sur environ 5 centimètres de diamètre ; ce vase, rempli de mercure à la hauteur d'environ 30 centimètres, formait le poids du pendule. Lorsqu'on règle ce pendule, si la dilatation de la verge était trop grande pour celle du mercure, il faudrait remettre un peu de ce métal dans le vase ; mais, si au contraire la dilatation du mercure l'emporte sur celle de la verge, de manière à ce que, par la chaleur, l'horloge marche trop vite, il faut retirer un peu de mercure, afin de diminuer la hauteur de la colonne. Ce pendule, quoique délicat à construire, à cause du tâtonnement indispensable pour mettre la proportion de mercure, est excellent en pratique, bien qu'il ne soit pas exempt de défauts, surtout lorsque la dilatation du

mercure commence avant celle de la verge. Le pendule mercuriel a été singulièrement perfectionné par Reid ; pour plus amples détails sur ce sujet, nous sommes obligés de renvoyer nos lecteurs à l'article *Horlogerie*, écrit par l'inventeur lui-même, et inséré dans l'*Encyclopédie d'Édimbourg*.

M. Harrison, dont nous avons déjà parlé à l'article *Chronomètres*, construisit, en 1726 ou quelques années avant, un pendule dans lequel la compensation s'opérait par la contraction de différents métaux. Ce pendule, appelé pendule à *gril* (nom qui lui a été donné parce qu'il ressemble à l'instrument de cuisine qui porte ce nom), était composé de cinq verges d'acier et de quatre de cuivre disposées alternativement les unes contre les autres ; celle du milieu, qui porte la lentille, est en acier. Ces verges sont rattachées les unes aux autres à leurs extrémités, de telle façon que lorsque la dilatation des verges d'acier tend à allonger le pendule, la dilatation des verges de cuivre, agissant de bas en haut, tend à le raccourcir ; ce qui fait que, par ces efforts combinés, le pendule conserve toujours la même longueur. Il faut convenir que cette invention est aussi ingénieuse que simple, et les seuls inconvénients qu'on y trouve sont, 1<sup>o</sup> la difficulté d'ajuster parfaitement la longueur des verges ; 2<sup>o</sup> celle d'établir une exacte proportion dans leur épaisseur, de manière à ce que, dans chacune, la dilatation ou la contraction commence au même instant ; 3<sup>o</sup> ainsi réunies, les verges d'un pendule sont sujettes à se mouvoir par secousses ; 4<sup>o</sup> ce genre de pendule donne plus de prise à la résistance de l'air qu'un pendule ordinaire.

Différentes autres manières de construire le pendule, sur le principe de la dilatation différente des métaux, furent inventées par divers artistes, parmi lesquels nous citerons Ellicott, Cumming, Troughton, Reid et Ward.

Dans le pendule d'Ellicott, le poids s'ajustait par des leviers, ce qui lui fait donner le nom de *pendule à levier* ; ce pendule est loin de valoir ceux où la dilatation et la contraction s'opèrent dans des métaux qui se touchent et qui sont dans la direction de la verge du pendule : sa construction toutefois ne laisse pas d'être extrêmement ingénieuse. La verge de ce pendule se composait de deux tringles, l'une de cuivre et l'autre d'acier ; elle avait deux leviers dont chacun portait la moitié du poids. Un ressort, placé sous la partie inférieure de ce poids, en soulageait les leviers en grande partie, de manière à en rendre le mouvement plus doux et plus facile. Ces leviers étaient placés en dedans des boules ou poids, et chacun avait une vis de rappel pour allonger ou raccourcir le levier et en rendre l'ajustement plus complet. Voyez les *Transactions philosophiques*, vol. XLVII, p. 479, où les principes de construction de M. Ellicott se trouvent expliqués avec figures.

Ce pendule fut singulièrement perfectionné par Cumming, qui imagina que là où il n'y avait qu'une tringle, il devait y avoir inégalité dans la répartition du poids, et que par conséquent la compensation ne pourrait jamais s'effectuer bien exactement. Pour y remédier, il construisit un pendule composé d'une barre de cuivre plate et de deux tringles d'acier ; en outre, au lieu de deux leviers, placés en dedans de la lentille du pendule, il en employa trois. Pour donner plus d'exactitude à l'ajustement de ce pendule, il est garni d'une petite lentille et d'une vis placée au-dessous de la lentille principale : une révolution entière de la vis change la marche de l'horloge d'une seconde par jour. Sa circonférence est divisée en trente parties, de sorte qu'une de

ces divisions apportera dans sa marche un changement d'une seconde par mois.

Le *pendule tubulaire* de M. Troughton, agissant d'après le principe du pendule à gril, est encore une découverte fort intéressante. Il se compose d'un tube extérieur en cuivre qui communique de la lentille presque jusqu'à la partie supérieure du pendule. En dedans de ce tube en est un autre portant intérieurement six fils de laiton, disposés de manière à produire ensemble (comme dans le pendule à gril d'Harrison) trois dilatations d'acier de haut en bas, et deux de cuivre de bas en haut; leurs longueurs bien proportionnées et bien combinées détruisent la tendance à s'allonger de chaque métal en particulier. La petite portion de verge visible vers le sommet est un tube de cuivre servant à couvrir l'extrémité du fil du milieu, qui, étant seul, se trouverait sans support. Ce pendule se voit dessiné dans le *Journal de Nicholson*, n° 36.

Le pendule de Reid se compose d'un tube de zinc, de trois longues verges d'acier plus ou moins longues, toutes réunies par des traverses. Deux de ces longues verges s'introduisent par l'une de leurs extrémités dans la lentille du pendule, et viennent de l'autre aboutir à la traverse supérieure qui les tient toutes respectivement dans une position parallèle les unes par rapport aux autres. A l'extrémité inférieure de ces verges, un peu au-dessus de la lentille, est une autre traverse, au milieu de laquelle la petite verge d'acier se trouve arrêtée par une cheville, pour passer ensuite dans son prolongement par le centre de la lentille. Un peu au-dessus de celle-ci est une autre traverse, sur le centre de laquelle porte le tube de zinc, se prolongeant par le centre, ou plutôt étant pressée par la traverse supérieure. La troisième verge d'acier, celle du milieu, passe par une ouverture pratiquée dans la verge supérieure, à égale distance de l'une et l'autre des deux autres verges d'acier; de là elle descend par le tube de zinc, et enfin se trouve arrêtée par une cheville sur la seconde traverse, la même sur laquelle porte le tube de zinc. D'après cette combinaison, la verge d'acier du milieu, s'allongeant par l'effet de la chaleur, fera descendre avec elle l'extrémité inférieure du tube de zinc; mais la même cause qui fait allonger la verge d'acier de haut en bas dilatera le zinc de bas en haut, ce qui enlèvera les deux verges d'acier extérieures auxquelles se rattache la lentille du pendule; leur dilatation de haut en bas, ainsi que celle de la verge du milieu, se trouve compensée par la dilatation de bas en haut du tube de zinc. Lorsqu'on construit un pendule sur ce principe, il serait bon de pratiquer quelques ouvertures dans le tube pour donner à l'air un plus libre accès auprès de la verge du milieu.

Le pendule de M. Ward se compose de deux lames d'acier et d'une de zinc, réunies les unes aux autres par trois vis. La description qui s'en trouve dans les *Transactions de la société des Arts*, pour l'année 1807, et la brochure que publia en 1808 M. Ward, contiennent des détails suffisants pour qu'un simple horloger le puisse copier.

Avant de terminer cet article, nous remarquerons en passant la sympathie ou l'action mutuelle des pendules d'horloge l'un sur l'autre.

Il y a environ un siècle qu'on s'aperçut que deux horloges, placées sur une même planche, se dérangaient réciproquement, que le pendule de l'une arrêtait celui de l'autre, et que celui qui était arrêté, après une pause, reprenait

ses oscillations, et, à son tour, ainsi que l'a observé M. John Ellicott, arrêta celui de l'autre horloge. Il y a longtemps qu'on sait que lorsque deux horloges sont placées près l'une de l'autre dans des boîtes légèrement fixées ou sur les planches d'un plancher très mince, leurs pendules s'affectent mutuellement dans leurs mouvements. M. Ellicott parle de deux horloges qui, appuyées contre la même barre, s'accordèrent pendant plusieurs jours à une seconde près, et qui, lorsqu'on les eut séparées, varièrent en vingt-quatre heures de 1' 36". Celle qui retardait, ayant le plus long pendule, mit l'autre en mouvement en 16  $\frac{1}{2}$  minutes et s'arrêta elle-même en 36  $\frac{2}{3}$  minutes.

## BATIMENTS.

La construction d'un édifice quelconque met à contribution des arts très différents et exige le concours d'un grand nombre d'ouvriers. Nous allons tâcher de donner dans ce livre des renseignements succints sur chacun de ces arts. Nous commencerons par indiquer la manière d'asseoir les fondations d'un bâtiment, de composer les mortiers et de faire la brique, choses également essentielles pour sa solidité. Nous parcourrons ensuite les arts du maçon, du couvreur, du charpentier, du menuisier, du plâtrier, du plombier, du peintre et du vitrier.

Pour s'assurer que le bâtiment que l'on veut construire repose sur une base solide, il faut d'abord sonder le terrain sur lequel on veut l'établir, opération que l'on fait avec une sonde, barre de fer pointue sur laquelle on frappe à coups de bélier. Si le terrain laisse pénétrer la sonde, on le perce avec une tarière, afin de reconnaître si le sol est mouvant ou solide; quand le sol est bon et qu'il ne présente que quelques parties mouvantes, on creuse dans ces parties molles et légères jusqu'à ce qu'on rencontre une couche assez ferme pour supporter le poids des fondations. Si le terrain n'est qu'un peu trop mou, l'on peut le raffermir en y enfonçant avec le bélier de grosses pierres entassées et serrées les unes sur les autres dans toute la largeur que l'on veut donner à l'édifice. Si le terrain est mouvant, il faut avoir recours aux pilotis.

On doit placer sur les endroits où le sol est mou, à une grande profondeur, les ouvertures, telles que portes, fenêtres, etc., tandis qu'on doit réserver les parties de terrain plus fermes pour supporter les murs. Il est utile dans ce cas de construire au dessous de chaque ouverture un arc renversé. Le mur en s'enfonçant presse sur l'arc, comprime le terrain et le refoule contre les côtés inférieurs de l'arc, lesquels, s'ils sont bien faits, ne céderont point, mais feront corps avec les trumeaux.

On ne saurait apporter trop de soin à la construction d'une partie aussi essentielle que l'arc; la forme parabolique est la meilleure forme que l'on puisse lui donner. Toutefois, si la flèche de l'arc ne pouvait permettre d'employer cette courbe, il faudrait lui donner la forme d'un demi-cercle. Le lit du trumeau doit présenter une surface plane et également compressible; car, quelque ferme que puisse être le fond de la tranchée, il cède plus ou moins au



grand poids qu'il supporte, et si le terrain est inégalement compressible, certains points céderont plus que d'autres et causeront des lézardes dans le bâtiment.

Si les parties solides de la tranchée répondaient aux ouvertures, et les trumeaux aux parties molles, il faudrait établir les trumeaux sur des arcs renversés.

Dans cette opération, il est essentiel de placer le trumeau de manière que son axe corresponde bien à celui de l'arc.

Quand la nature du terrain exige que les fondations soient continues, les pierres qui y sont employées doivent être taillées en talus, et disposées sur une largeur proportionnée au poids qu'elles doivent supporter ; on les empile par le moyen de moutons. L'assise la plus basse doit dépasser de 30 centimètres en tout sens les murs du bâtiment ; sur cette assise, on en place une autre qui atteint le niveau du sommet de la tranchée, et qui, ayant 10 centimètres de moins que la première, fait saillie d'environ 20 centimètres en tout sens sur les murs. On doit s'arranger de manière à ce que les joints d'une assise tombent aussi exactement que possible au milieu d'une pierre des assises supérieures et inférieures, le but principal devant être que les pierres se croisent de manière à s'appuyer les unes sur les autres et à former un tout.

#### DES MORTIERS.

Pour faire un bon mortier, il faut choisir du sable qui contienne le moins possible de matières étrangères ; s'il est mêlé d'argile ou de parties salines (comme cela arrive souvent quand on le tire des bords de la mer), on doit le laver dans un courant d'eau claire, jusqu'à ce qu'il soit complètement dégagé de ses impuretés.

M. Smeaton a reconnu que le mortier, fût-il d'ailleurs de la meilleure qualité, ne prend jamais toute la dureté dont il est susceptible lorsqu'il contient de l'argile ; il conseille donc de l'éprouver soigneusement avant de l'employer. Plus un sable est rude au toucher, mieux il convient pour faire du mortier, et moins il exige de chaux pour le lier, ce qui est avantageux, le sable étant moins cher que la chaux. La proportion de chaux et de sable pour faire un bon mortier n'est pas déterminée ; mais on peut dire en général que la quantité de chaux ne doit point dépasser ce qui est nécessaire pour envelopper chaque molécule de sable, et donner au tout une consistance pâteuse et malléable.

Le mortier dans lequel le sable prédomine exige moins d'eau pour être gâché ; par conséquent il est moins long à préparer ; il a encore l'avantage d'être plus dur et moins sujet au retrait en séchant, puisque le retrait ne s'opère que sur la chaux. A Londres, les ouvriers emploient généralement un demi-quintal ou 37 boisseaux de chaux pour deux demi-charges de sable. Mais, en prenant la meilleure chaux éteinte, on peut admettre dans le mélange une plus grande proportion de sable.

On a fait plusieurs fois des expériences tendant à déterminer les meilleures

proportions à employer dans la confection des mortiers, et, d'après les essais du docteur Higgins, on a établi les suivantes :

Chaux nouvellement éteinte	1
Sable fin	3
Sable commun	4

Ce savant a trouvé de plus qu'un quart de chaux, tirée des cendres d'os, rendait le mortier plus tenace et moins sujet à se fendre en séchant.

Il est bon d'éteindre la chaux en petites quantités, parce que, sans cela, elle absorberait de l'acide carbonique et perdrait de sa vertu. Quand le mortier a été fait longtemps avant d'être employé, il faut le tenir couvert et le rebattre lorsqu'on est prêt à l'employer. Si l'on a soin de le bien garantir de l'air, il peut se conserver pendant un temps assez considérable sans perdre de sa bonté, et il présente alors l'avantage de se sécher plus vite et de prendre moins de retrait.

Le ciment employé à remplir les interstices étroits et les assises irrégulières des murs en moellons, devant sécher en un jour, est composé avec du mortier ancien fortement battu.

Lorsqu'on se sert de mortier composé de chaux pure, de sable et d'eau, pour enduire les réservoirs et aqueducs, il faut avoir soin de le laisser sécher assez longtemps avant d'introduire l'eau; autrement il s'égrènerait au contact de ce fluide.

Il vaut mieux se servir d'un mortier fait avec une chaux mélangée d'argile appelée chaux hydraulique, et qui a la propriété de se durcir dans l'eau.

#### BRIQUES.

La terre la plus propre à la fabrication des briques est une argile qui ne contient ni trop d'alumine, ce qui la rendrait susceptible d'éprouver un grand retrait en séchant, ni trop de sable, ce qui l'empêcherait d'avoir du liant. Il faut, pour faire de bonnes briques, que la terre ait été exposée pendant deux ou trois ans à l'action de l'air avant d'être travaillée, ou au moins qu'elle passe un hiver exposée à la gelée, ce qui favorise la confection des briques. Anciennement on se contentait de jeter la terre glaise dans des fosses peu profondes, et de la faire fouler sous les pieds des hommes et des chevaux; mais cette méthode a été récemment remplacée par la trituration au moyen d'un moulin à pétrir l'argile, machine aussi commode que simple.

Ce moulin consiste en un cône vertical reposant sur son sommet. Il est garni de couteaux, disposés en spirale et inclinés. Au centre du cône se meut un arbre vertical, également garni de couteaux qui divisent la terre et la réduisent en une pâte homogène; arrivée au fond du cône, la terre se rend par un orifice dans un récipient d'où elle est reçue sur le *banc* à mouler, où un jeune garçon ou une femme la coupe en morceaux un peu plus grands que les moules. En Angleterre, on se sert de moules de 25 centimètres sur 12, et quand les briques sont cuites elles ont 24 centimètres sur 12 et 6 centimètres d'épaisseur. Le retrait diffère suivant la qualité de l'argile, sa pureté, et le degré de chaleur qu'elle a reçue en cuisant. Un homme moule à la main

de 5.000 à 7.000 briques par jour ; les briques ainsi moulées sont portées sur une aire plane sur laquelle on les place en laissant un passage pour l'air entre chacune. On les laisse sécher plus ou moins longtemps, suivant la saison, puis on les retourne et on les place plus loin les unes des autres ; en sept ou huit jours elles sont prêtes à être cuites.

Les briques se cuisent en plein air ou dans des fours ; ces derniers sont d'un usage fréquent, et préférable, à beaucoup d'égards, à la cuisson en plein air. Ils sont moins dispendieux et plus expéditifs ; un four peut cuire 20.000 briques à la fois. Les murs d'un four à briques ont l'épaisseur d'une brique et demie, et sont inclinés en dedans vers le sommet, de manière que l'aire de la partie supérieure n'a que 10 à 12 mètres carrés. Les briques sont disposées en arches peu profondes ; elles sont séparées pour laisser circuler la chaleur. Quand le four est garni, on le recouvre de tuiles, et l'on allume un peu de bois dedans pour sécher les briques doucement. On reconnaît qu'elles sont sèches, quand la fumée, de noire qu'elle était, devient légère et transparente ; alors on bouche les ouvertures du four avec des morceaux de briques entassés les uns sur les autres, sur lesquels on met une couche de terre à brique mouillée, de manière à ne laisser que l'espace nécessaire pour jeter un fagot à la fois dans le four : lorsque les fagots ont été introduits, on allume le feu et l'opération commence. On soutient le feu jusqu'à ce que les arches blanchissent et que les flammes sortent à travers le sommet du four ; alors on laisse le feu s'amortir, et le four se refroidir par degrés. On continue à chauffer et à laisser refroidir ainsi le four alternativement, jusqu'à ce que les briques soient complètement cuites, ce qui a lieu généralement en quarante-huit heures. L'usage de plonger les briques dans l'eau quand elles sont cuites, et de les soumettre ensuite à une seconde cuisson, les rend infiniment meilleures.

On fait des briques de plusieurs sortes ; les plus connues reçoivent en anglais les noms de *marl*, *stock* et *place*, qui n'ont point leurs correspondants en français. Il y a peu de différence dans la manière de cuire ces différentes briques ; les premières demandent seulement à être préparées avec plus de soin.

On emploie les briques *marl* dites *premières* pour les cintres de porte, de fenêtres, etc., et on leur donne par le frottement la forme qu'elles doivent avoir. Les briques *marl* dites *secondes* sont destinées aux façades principales. Leur couleur jaune clair, la finesse de leur pâte et leur solidité, les rendent préférables à toutes les autres.

Les briques dites *stock bricks* approchent des *secondes*, mais leur sont inférieures.

Les briques dites *place bricks* sont celles qui, ayant été placées plus extérieurement dans le four, ne sont pas parfaitement cuites et sont par conséquent moins égales, moins dures, et d'une couleur tirant plus sur le rouge.

Lorsque les briques sont trop cuites elles acquièrent de la dureté, et deviennent d'un rouge vif. Les meilleures servent à aplanir les briques, et se nomment *frottoirs rouges*. Autrefois on les employait réduites en poudre fine et en manière de potée, pour des ornements d'architecture ; mais quoique l'on puisse citer de beaux ouvrages en ce genre, la couleur foncée de ces pâtes, contrastant peu agréablement avec les couleurs des autres matériaux em-

ployés dans les façades des édifices, les a fait rejeter généralement. Les briques grises, au contraire, se rapprochent tellement de la teinte des pierres et du bois peint qu'elles sont maintenant préférées, à Londres et dans le voisinage de cette ville, à toutes les autres briques.

On fabrique à Hedgerly, près Windsor, des briques rouges qui supportent un très haul degré de chaleur; elles sont connues sous le nom de briques de Windsor.

Les carreaux dont on se sert pour carreler les vestibules ont ordinairement 2 à 3 centimètres d'épaisseur. On a aussi des carreaux faits d'une terre rouge plus consistante, auxquels on a donné 30 centimètres en carré sur 4 centimètres d'épaisseur, ou 23 centimètres sur 25, et 0<sup>m</sup>04 d'épaisseur.

Vers 1795, M. Cartwright obtint un brevet pour un perfectionnement dans la fabrication des briques. L'extrait suivant le fera connaître suffisamment :

« Supposez une brique ordinaire, dans le milieu de laquelle on a pratiqué de chaque côté une rainure ayant un peu plus de la moitié de la largeur des côtés. Des deux côtés de la rainure supposez une languette presque égale au quart de la largeur du côté de la brique, ou à la moitié de la largeur de la rainure. Quand une assise de ces briques est établie *languette* contre *languette*, cela forme une ligne dentelée uniforme. Les rainures étant un peu plus larges que les languettes adjacentes, laissent la place pour le mortier ou le ciment. Les languettes des briques d'une assise répondent aux rainures de l'assise suivante, et ainsi de suite. Les murs ainsi construits ne peuvent ni éclater ni bomber, à moins qu'ils ne se brisent. Quand on veut se servir de ces briques pour construire des arcs, les rainures doivent être dirigées suivant les rayons du cercle, dont l'arc est un segment : toutefois, si le cercle est très grand, l'intrados et l'extrados offriront une bien légère différence. Dans les arcs en briques, celles-ci sont tantôt placées avec du mortier, tantôt placées à sec, leurs interstices étant ensuite remplis avec de la chaux, du ciment, du plâtre de Paris, etc. Des arcs ainsi construits, ne supportant aucune pression latérale, ne sont sujets ni à s'élargir à la base, ni à se rompre au sommet par le rapprochement des côtés : conséquemment ils n'ont pas besoin d'arcs-boutants, mais se placent entre des murs ou sur des murs verticaux. Il n'est pas non plus nécessaire de charger leur sommet pour empêcher les côtés de l'arc de se rapprocher. Leurs centres peuvent être coupés et achevés de suite régulièrement à mesure que l'ouvrage avance, en se servant du même moule, qui n'a pas besoin d'avoir plus de 30 à 60 centimètres de largeur. L'avantage le plus important offert par cette invention est la sécurité contre le feu ; cette espèce d'arc n'exigeant pour appui que les murs entre lesquels ou sur lesquels il est construit, doivent seulement être assez forts pour soutenir les planchers. »

Maintenant que nous avons indiqué ce qu'il nous semblait le plus utile à faire connaître sur la manière d'asseoir les fondations, et sur la fabrication du mortier et des briques, nous passerons aux principes de la maçonnerie, telle qu'elle est pratiquée de nos jours.

## DE LA MAÇONNERIE.

La maçonnerie est l'art de tailler les pierres, et de les réunir ensemble de manière à former les surfaces régulières dont se compose un édifice.

Les murs peuvent être en pierres de taille, ou en moellons ou en briques.

Lorsqu'un mur est fait avec des pierres non taillées, réunies avec du mortier ou autrement, on l'appelle murs en moellons. On peut l'exécuter de deux manières, soit par assises ou sans assises. Les pierres employées dans la première méthode sont dressées grossièrement au marteau, puis placées les unes sur les autres en couches horizontales plus ou moins épaisses. Dans la seconde manière les pierres sont placées au hasard et ne subissent aucune préparation, sinon l'abattement de leurs angles au marteau.

En général les murs sont composés de deux parties; l'extérieur ou la façade est en pierres de taille de 0<sup>m</sup>10 à 0<sup>m</sup>12 d'épaisseur, et l'intérieur est formé de moellons ou de briques.

Les murs construits intérieurement en briques ou en moellons sans assises sont sujets à bomber en dehors, à cause du grand nombre de joints et de la difficulté de placer également le mortier; d'où il suit que ces murs sont très inférieurs à ceux dans lesquels la façade et le derrière sont faits des mêmes matériaux et avec un soin égal, même quand l'une et l'autre partie seraient de moellons sans assises. Quand la façade d'un mur est en pierres de taille, et l'intérieur en moellons disposés par assises, chaque assise doit être aussi élevée que possible et établie sur des lits de mortier. Le moellon disposé en assises et les briques forment des murs où il est très facile d'introduire des attaches en bois; mais dans une bonne maçonnerie ces sortes d'attaches ne doivent jamais s'étendre dans toute la longueur d'un bâtiment, à cause de l'inconvénient qui en résulterait dans les cas d'incendie ou de la moisissure du bois; car les bois fléchissant, il en résulterait une courbure de la maçonnerie dans les parties où le bois manquerait.

Quand on doit placer des pièces de bois sur des murs, elles doivent être disposées de manière à être bien d'aplomb sur la muraille et ne pas la dépasser.

Les pierres de taille dont on se sert dans la construction des façades ont en général 0<sup>m</sup>60 à 0<sup>m</sup>75 de long, 0<sup>m</sup>30 de hauteur et 0<sup>m</sup>20 d'épaisseur. C'est un bon système que celui de donner un peu de talus à chaque pierre, ce qui donne au mur ce qu'on appelle le *fruit*. Il est également avantageux d'alterner les pierres, en faisant suivre une pierre épaisse par une mince. Dans les murs dont la façade seule est construite en pierres de taille, on place, de distance en distance, des pierres qui traversent la totalité du mur, et leur quantité doit être proportionnée à la longueur de l'assise. Dans chaque assise les pierres transversales se placent entre deux pierres transversales de l'assise au-dessous; et cette disposition est essentielle à observer surtout quand les assises ont une certaine étendue. Quelquefois les maçons, pour prouver qu'ils ont mis des soutiens suffisants à leur mur, y introduisent des pierres transversales qui dépassent la longueur du mur, et dont ils coupent ensuite la saillie; mais cette

méthode n'est point bonne, puisqu'en taillant ces pierres on peut les fendre ou ébranler le mur,

En plaçant les pierres, le maçon doit prendre soin que chacune repose exactement sur son lit naturel; car, sans cette attention, il arrive souvent que les pierres sont plus tôt altérées par la puissance corrosive de l'atmosphère.

Il faut encore observer, dans la construction des murs ou des colonnes isolées de petite dimension, que chaque pierre soit placée de manière que son lit soit horizontal et sans aucune concavité dans le milieu, parce que si les lits étaient concaves, les joints s'écraseraient quand les colonnes supporteraient leur poids. Il faut aussi que les assises de ces colonnes soient, autant que possible, d'une seule pierre.

#### *Définitions des principales parties des bâtiments.*

L'*arc* ou *arceau* est une partie de bâtiment suspendue au-dessus d'un plan donné, supporté à ses extrémités seulement, tournant sa concavité vers le plan.

On nomme *extrados* la surface extérieure de l'arc, et *intrados* sa surface intérieure ou celle qui est opposée au plan.

Les supports d'un arc se nomment *pieds droits*.

Les montants sont communs aux supports et à l'intrados, et forment l'intersection de l'arc et de la muraille qui le soutient.

La corde de l'arc est une ligne qui s'étend d'une extrémité de l'arc à l'autre.

La *hauteur* ou *flèche* d'un arc et une ligne tirée à angles droits du milieu de la corde à l'intrados.

Le *sommet* est la partie de l'arc où vient aboutir l'extrémité de cette perpendiculaire.

Les *côtés* sont les parties de la courbe comprises entre le sommet et la corde. Si la corde d'un arc est parallèle à l'horizon, la coupe est formée de deux parties parfaitement semblables.

Les arcs reçoivent différentes dénominations, suivant la figure que présente leur coupe. Ils sont *circulaires*, ou en plein cintre, *elliptiques*, *cycloïdaux*, en *ogive*, *paraboliques*, etc. Il y a aussi des arcs *aigus*, *composites* et *gothiques*. On dit qu'un arc est *rampant* lorsque ses pieds droits sont d'inégales hauteurs.

Quand l'intrados et l'extrados d'un arc sont parallèles, on l'appelle arc *extradossé*.

Il est encore d'autres termes appliqués aux arcs; les demi-circulaires sont nommés arcs en *plein cintre*; ceux qui forment moins d'un demi-cercle, *surbaissés*, et ceux qui dépassent le demi-cercle, *surhaussés*.

Une *voûte* est une surface employée dans l'intérieur d'un bâtiment, dont la coupe donne un arc. Elle est comprise entre des murs ou des colonnes sur lesquels elle s'appuie.

Les pieds droits des voûtes peuvent être terminés par des lignes horizontales ou inclinées; dans ce dernier cas la voûte descend, et la voûte s'appelle

en descente. On dit qu'elle est inclinée lorsque les pieds droits ne sont pas à angles droits avec la façade du mur.

On construit les arcs et les voûtes sur un moule appelé cintre. L'intrados d'une voûte est généralement cylindrique ou sphérique, ou formé en partie d'un cylindre ou d'une sphère; quelquefois cette surface est elliptique ou parabolique. Les pieds droits qui terminent les murs, à l'endroit où la voûte commence à s'élever, sont ordinairement parallèles à l'axe du cylindre.

Un mur circulaire se termine en général par une voûte sphérique, composée d'une portion de sphère, une moitié ou moins.

Une voûte dont l'axe est horizontal se nomme *voûte droite*; et nous ajouterons à ce que nous avons dit que les concavités formées par deux solides angulaires reçoivent aussi le nom *d'arc*.

Si un cylindre coupe une sphère de plus grand diamètre que lui, l'arc est nommé *sphéro-cylindrique*; et si, au contraire, le cylindre a un plus grand diamètre qu'elle, l'arc s'appelle *cylindro-sphérique*.

Si un cylindre perce un cône de part en part, leur intersection donnera deux arcs complets nommés *cono-cylindriques*, et si un cône perce un cylindre de manière à produire une concavité de surface conique, l'arc est appelé *cylindro-conique*.

Si, dans une muraille droite, il se trouve une ouverture cylindrique qui la traverse entièrement, deux arcs, nommés *plano-cylindriques*, seront formés.

Toute espèce d'arc est, de même que ceux décrits ci-dessus, désignée par deux mots qui précèdent le nom de l'arc: le premier, finissant en *o*, signifie la principale surface coupée, et le second, en *ique*, signifie la figure de l'ouverture qui perce ou coupe la muraille ou la voûte.

Quand les voûtes sont simplement employées pour la solidité des maisons, comme les voûtes de caves, etc., on peut les construire indifféremment en briques ou en pierres; mais quand elles sont des objets d'ornement, leur beauté dépend des figures génératrices des côtés, de la régularité de la surface, et de la finesse des angles, qui ne doivent jamais être obtus. Dans les bâtiments où l'on recherche également la durée et l'élégance, on peut bâtir les voûtes en pierre de taille; et quand on veut avoir de l'élégance à peu de frais, on fait les voûtes en plâtre, soutenues par des côtés en bois.

La construction des arcs en pierres a toujours été considérée comme l'ouvrage de maçonnerie le plus important. Pour faire connaître les difficultés et pour indiquer la manière de les lever, nous donnerons ici des exemples qui, nous l'espérons, faciliteront beaucoup la connaissance de quelques parties de l'art.

Fig. 551, n° 1, manière de trouver les panneaux des voussoirs d'un arc demi-circulaire, coupant obliquement une muraille droite.

Supposons que ABCDEFGH soit le plan de la voûte oblique, IK Tm la projection antérieure de la voûte, no PQ sa projection postérieure: *abcde*, sur l'élévation, indiquent le plan de chaque joint ou lit, depuis l'aplomb du mur, et *abcde* au-dessous donnent le moule où *xy*, sur l'élévation, répond à *yx*, en *a*.

Le moule de l'arc, fig. 551, n° 2, étant appliqué sur la face de la pierre, donne conséquemment la couleur de chaque côté concave de la pierre avec la face, qui est de K à O sur l'élévation.

Fig. 552, manière de trouver les panneaux des voussoirs d'un arc semi-circulaire dans une muraille circulaire.

N° 1 est l'élevation de l'arc, n° 2 le plan de la base de  $q$  à  $r$ .

La distance  $ab$  est la projection de l'arc  $kl$ , et  $cd$  celle de l'intrados  $op$ .

Nos 2 3 4, sont des plans de trois arcs de pierres, 1 2 3 dans l'élevation; et nos 5 et 6 sont des moules pour appliquer aux couches de pierres 1 et 2, dans lesquels  $s c$  égale  $s c$  dans n° 2, et  $tw$  égale  $tw$  n° 3. Dans le n° 1,  $kl p o$  est l'arc ou face du moule.

Quand on sera suffisamment instruit dans la construction des arcs, avec des proportions données suivant les circonstances, on pourra passer à l'étude des principes des dômes sphériques et des *voûtes croisées*.

Les figures 553 et 554 montrent les principes du développement des courbes dans les arcs des deux exemples précédents. Les lettres de renvoi et l'opération sont les mêmes.

A B D E, plan de l'ouverture de la muraille, A F B élévation de l'arc; prolongez la corde AB vers C, divisez le demi-cercle AFB en un certain nombre de parties, en les multipliant le plus possible, et portez ces divisions sur la corde AC; menez alors à chaque division des lignes perpendiculaires à la corde BC, sur le demi-cercle ADF et la ligne CA; prenez les longueurs 1  $b$ , 2  $d$ , 3  $f$ , etc., respectivement égales à  $a b$ ,  $c d$ ,  $e f$ , etc.: en traçant une courbe qui passera par ces points, on aura le développement complet de l'arc.

La fig. 555 indique la manière de construire des dômes sphériques.

N° 1, moule appliqué sur la surface sphérique aux joints verticaux; n° 2, moule sur la même surface appliqué aux autres joints; dans les deux cas le moule est un coin de sphère qui tend vers le centre du dôme.

3, 4, 5, 6, 7 et 8, formes des moules qui s'appliquent sur la surface convexe aux joints horizontaux. Les lignes  $a b$ ,  $c d$ ,  $e f$ , etc., sont menées perpendiculairement aux différents rayons  $b c$ ,  $d c$ ,  $f c$ , etc., et prolongées jusqu'à leur intersection de la verticale  $a c$ ; si des diverses intersections  $a$ ,  $c$ ,  $e$ , etc., comme centres, vous décrivez des arcs de cercle, vous aurez les différentes courbures du moule aux différents points de la voûte. Les lignes horizontales  $a 8$ ,  $c 7$ ,  $e 6$ , etc., donnent les joints horizontaux.

Fig. 556 représente le plan d'une voûte donné par l'intersection de plusieurs autres, appelée *voûte croisée*. Rabattez sur un plan horizontal la courbe que donne la coupe de la voûte; tracez sur ce plan le nombre de joints de l'arc semi-circulaire et des intersections, avec les diagonales; tirez les lignes qui indiquent les joints transversaux, et prolongez-les jusqu'à ce qu'ils touchent l'intrados de l'arc elliptique, dont la courbe peut être trouvée en établissant les distances correspondantes depuis la ligne de la base de la courbe; le demi-diamètre  $a b$  étant égal au petit axe  $a b$  de l'ellipse  $a b$ , tracez alors les joints  $c d$  de l'arc elliptique de la manière que nous allons indiquer. Menez d'abord le diamètre  $c e$  de l'ellipse, et divisez-le en deux. Tirez du centre O le rayon qui passe par le point de bissection, et poussez-le jusqu'à la perpendiculaire  $e f$ ;  $e d$ , étant à angles droits avec  $e f$ , sera le joint demandé. On trouve les autres de la même manière.

On verra, en examinant ces opérations, qu'un rectangle renfermant les voussoirs 3 3 donne la dimension de la pierre dans son carré, et que si



chaque pierre d'un arc est ainsi circonscrite. on trouvera les dimensions de chacune et la forme des voussoirs. Les lignes tracées plus fortement indiquent les joints qui doivent être soigneusement préparés et appliqués aux pierres de la manière représentée dans la figure.

Fig. 557, manière de tracer les joints des voussoirs pour un arc elliptique placé dans un mur, etc.

La courbe est décrite ici par l'intersection des lignes, ce qui donne assurément la courbe la plus aisée et la plus agréable; car les segments de cercle ne s'appliquent que dans certaines mesures, ou suivant la proportion entre le grand axe et le petit axe, tandis que l'intersection des lignes s'applique à toute espèce d'ellipses. Pour trouver les foyers  $F, f$  dans une ellipse, nous observerons que la distance entre les deux foyers, depuis l'une des extrémités du petit axe, est égale à la moitié du grand axe; c'est-à-dire que  $DF'$  est égale à  $cC$ . Ainsi, pour trouver un des joints  $ab$ , menez au point  $b$  les deux rayons vecteurs  $Fb, fb$ , et coupez en deux l'angle  $dbe$  compris entre les rayons, la ligne  $ab$  qui en résulte est le joint demandé.

#### *Emploi des briques dans la construction.*

Quand on bâtit en briques sur un plan incliné, les fondations doivent être construites de manière à former une suite de marches planes qui suivent la pente du terrain, et, donnant aux assises une base solide, les empêchent de glisser. Sans cette précaution l'humidité, qui pénètre dans les fondations en certaines saisons, les dégraderait, tendrait à en faire glisser les parties, et par suite occasionnerait dans les murs des ruptures qui nuiraient à la solidité des bâtiments.

Quand on bâtit en briques, il faut avoir le soin d'humecter les briques avant de les placer, afin que le mortier se lie mieux avec elles. Autrement la nature sèche de la brique lui ferait absorber l'humidité du mortier, et empêcherait l'adhésion parfaite des différentes parties du mur.

On doit monter les murs en briques par parties qui n'aient pas plus de 1<sup>m</sup>20 à 1<sup>m</sup>50. Ces sortes de murs étant sujets au retrait, la partie montée la première éprouverait cet effet avant que les autres fussent montées à la même hauteur, si l'on n'évitait cet inconvénient en montant le mur par partie de la hauteur d'un échafaud. En bâtissant chaque partie, il faut avoir soin de les terminer en plan incliné.

Il existe deux manières de placer les briques les unes sur les autres : la première usitée en Angleterre et la seconde en Flandre. Dans la première méthode, on place un rang de briques suivant l'épaisseur du mur, et on le croise par un second rang disposé suivant sa longueur, et ainsi de suite. Dans la manière flamande on place alternativement les briques en largeur et en longueur, dans la même assise. On regarde cette dernière disposition comme plus nette et plus élégante; mais elle présente d'assez grands inconvénients à l'exécution, et, dans la plupart des cas, elle ne donne pas au mur la même solidité que l'autre. On peut dire, en général, que la solidité du mur est en raison du nombre de briques disposées suivant son épaisseur. Pour éviter cet

inconvéniént dans les murs épais, quelques constructeurs placent les briques parallèles entre elles, formant un angle de 15 degrés, avec la direction du mur, dans toute la longueur d'une assise, et en sens inverse dans les assises alternatives, de manière que les briques se croisent à angles droits. Dans ce cas, bien que les briques intérieures soient suffisamment jointes entre elles, les côtés ne le sont que très imparfaitement, en raison des interstices triangulaires formés par la direction oblique des briques intérieures contre les côtés plats des briques extérieures.

On peut encore observer, à l'égard de la manière anglaise de placer les briques, que la longueur d'une brique étant de 24 centimètres, et sa largeur de 12 centimètres, il faut, pour empêcher deux joints verticaux de tomber l'un sur l'autre à l'extrémité de la première assise, placer un quart de brique sur le côté, après avoir placé la brique de retour du coin. Par ce moyen on a une avance de 6 centimètres pour la brique suivante. On appelle *fermeur* le morceau de brique ainsi introduit. On obtient le même effet en plaçant un morceau de brique de trois quarts au coin de l'assise dans laquelle les briques sont placées dans leur largeur, de manière que celle du coin étant posée dessus il reste une avance de 6 centimètres au bout de cette assise, au-dessous, pour recevoir la brique suivante, laquelle, étant posée sur le joint, répond à son milieu.

Lorsqu'on bâtit pendant l'hiver, il est essentiel de garantir l'ouvrage non achevé des effets alternatifs de la pluie et de la gelée; la pluie pénètre d'abord les briques et le mortier, puis, se transformant en glace, elle fait éclater, par son changement de volume, les matériaux dans lesquels elle est renfermée. C'est une des causes principales de la détérioration des bâtiments; ceux qui sont terminés n'ayant qu'une surface verticale exposée à l'influence de la pluie et de la gelée en souffrent beaucoup moins. Il faut donc prendre soin, aussitôt que le temps devient froid et pluvieux, de couvrir les murs non finis avec de la paille ou des planches.

Si l'on emploie des planches à cet usage, on doit toujours mettre une couche épaisse de paille entre le briquetage et les planches, et poser celles-ci en toit, pour que l'eau s'écoule également des deux côtés.

On fait en briquetage un grand nombre de corniches élégantes et d'autres ornements, par la disposition ingénieuse des briques, et sans qu'il soit nécessaire de les tailler, sinon en simples cannelures. Toutefois ces ornements présentent souvent un grand défaut, surtout dans les arcs au-dessus des fenêtres, et ce défaut tient uniquement à la négligence avec laquelle les briques ont été égalisées dans l'intérieur: si elles étaient placées avec soin de manière à être parfaitement de niveau, leurs supports étant unis, elles tendraient toutes à un centre et produiraient une apparence régulière et agréable.

Lorsqu'on veut revêtir les parois d'un puits d'une muraille en briques, on fait d'abord un cintre en planches de 2 à 3 centimètres d'épaisseur; en dedans des planches se trouvent trois cercles sur lesquels on pose les briques. L'espace vide entre les briques et les planches est rempli par des morceaux de tuiles ou de briques. A mesure que l'excavation avance, le cintre chargé de briques descend, un autre chargé de même est placé sur lui, et ainsi de suite jusqu'à ce que le mur soit achevé; le cintre reste avec le briquetage. Cette méthode est suivie à Londres, du moins pour les endroits où le sol est sablonneux et léger. On peut se passer de cintre quand le terrain est ferme.

On se sert, dans nos provinces, de plusieurs autres méthodes ; mais celle que nous allons citer est la plus usitée : on a des cercles de bois ; sur le premier cercle on établit 1<sup>m</sup>20 à 1<sup>m</sup>50 de briquetage, autant sur le second, etc. Mais le premier mode est de beaucoup préférable ; car, dans ce dernier, les côtés du briquetage sont sujets à tomber en s'enfonçant, surtout si l'on n'a pas eu soin de remplir et de tasser les côtés bien également, afin que la pression soit uniforme et régulière.

#### CHARPENTE.

Cette branche de l'art de bâtir, qui consiste dans la manière d'employer le bois dans la construction des édifices, se divise en deux branches, la charpenterie et la menuiserie. La première comprend les ouvrages en bois de grande dimension qui servent, soit à soutenir les toitures, soit à relier entre elles les différentes parties de la maçonnerie et à consolider les bâtiments. La seconde comprend les ouvrages de détail qui souvent ne servent que d'ornements, ou du moins qui n'ajoutent rien à la solidité de la construction.

Les ouvrages de charpente se mesurent ordinairement au mètre cube, et ceux de menuiserie au mètre carré.

Les principales opérations que les bois doivent subir depuis leur arrivée dans le chantier du charpentier, jusqu'à leur emploi final, peuvent être divisées en deux genres. Les premières sont celles auxquelles il est nécessaire de soumettre toutes les pièces, quelle que soit leur place dans le bâtiment ; les secondes résultent de la position de chaque pièce par rapport au reste de la charpente.

On doit ranger parmi les premières le sciage, par le moyen duquel les pièces sont coupées à la mesure qu'elles doivent avoir en longueur, largeur et épaisseur. L'opération de planer ou raboter a pour but de rendre la surface du bois unie ; on l'exécute au moyen d'un instrument nommé rabot, avec lequel on enlève de dessus la surface du bois des copeaux en le faisant passer et repasser dessus. On se sert encore du rabot pour former des rainures, des cannelures et des moulures.

On fait les cannelures en enlevant sur les angles d'une pièce un prisme de la forme et de la dimension de la cannelure demandée, de manière à former un angle intérieur, généralement droit. Cette opération est souvent nécessaire dans la construction des chambranles de portes, des châssis de fenêtres, etc. Quand les pièces de charpente sont coupées à leur longueur, il s'agit de les assembler. Nous parlerons d'abord des meilleurs moyens d'obtenir des poutres de toutes longueurs en les assemblant pièce à pièce ; ensuite de la méthode employée pour consolider ces assemblages ; enfin, nous indiquerons les différents procédés pour joindre les bois en angles et dans toutes les directions, et la manière de lier toutes les pièces d'une charpente pour en compléter la pose et lui donner la solidité requise.

*Allonger* une pièce de bois, signifie joindre ou attacher à cette pièce une autre pièce, de manière qu'une partie de l'extrémité de l'une entre

dans l'extrémité de l'autre, et que les surfaces des deux étant contiguës forment un joint parfait, nommé par les charpentiers un assemblage. Il est évident que deux pièces de bois jointes ensemble, et destinées à agir comme pièce continue pour exercer un effort ou supporter une pression, ne peuvent par aucun moyen possible être proportionnellement aussi fortes que chacune des pièces posée séparément. Il faut donc faire grande attention au choix des moyens de jonction à employer suivant les cas. Chaque paire de pièces, jointe de la manière susdite, exige dans la plupart des cas l'emploi d'une force qui les comprime également des deux côtés, surtout si les pièces sont légères ; on se sert à cet effet de chevilles de fer qui font fonction de lien et qui compriment également la poutre de chaque côté du joint ; la puissance de cohésion du fer étant très grande, le trou pratiqué pour recevoir la cheville peut être d'assez petite dimension pour ne point diminuer la force du bois. Quand on se sert de chevilles de bois, le trou est plus grand et le joint plus faible ; et les deux pièces ainsi maintenues ne le sont pas tant par la compression de la cheville que par le frottement des pièces.

On ne peut établir aucune longueur exacte pour le joint ; on peut observer en général qu'une grande longueur ne diminue pas la force de cohésion de deux pièces de bois ; elle offre au contraire le moyen d'augmenter le nombre des chevilles.

La fig. 558 montre la manière la plus simple de joindre deux pièces de bois.

Par ce moyen on perd plus de moitié de la puissance, et ce joint ne peut résister à une tension égale à celle que soutiendrait une seule pièce de bois qui n'aurait que moitié de l'épaisseur de la pièce primitive. Cependant on peut le rendre capable d'une plus grande résistance par l'application de liens.

La fig. 559 représente un joint à côtés parallèles, avec une seule échancrure sur chaque pièce.

Ici la force de cohésion est diminuée dans une proportion plus grande que dans l'exemple précédent par la saillie de l'échancrure ; mais cette disposition donne le moyen d'enfoncer un coin dans le joint entre les extrémités des échancrures, et de forcer ainsi les parties à se joindre.

Pour qu'un assemblage de ce genre puisse résister davantage que ceux qui n'ont point d'échancrure, on y introduit des liens en fer et des chevilles.

L'assemblage représenté fig. 560 donne la même facilité pour introduire des coins.

On peut observer que si les parties L M N O de cette fig. sont serrées ensemble par des chevilles, aussi fortement que si elles ne formaient qu'une pièce, et si la saillie des échancrures est égale aux parties transversales des joints L et O, la perte de force de cette pièce, comparée à une pièce solide, ne sera pas plus grande que s'il n'y avait que les joints L et O.

Les liens doivent être placés de manière à empêcher les glissements longitudinaux des joints qui tendent toujours à donner une direction oblique aux chevilles.

La fig. 561 représente un assemblage en forme de redent, composé de plusieurs échancrures.

Ici toutes les échancrures sont égales, et les parties longitudinales sont

fortement serrées par des chevilles. La perte de force en ce cas est seulement d'un quart, comparée à la force d'une pièce solide, c'est-à-dire que la perte de force est dans le même rapport que la surface des échancrures avec la surface totale.

La fig. 562 représente les assemblages à coude, assez bons pour les usages communs.

Les fig. 561 et 563 représentent les assemblages en usage pour les pièces de bois qui doivent supporter des efforts plus considérables que les précédents.

On voit, fig. 564, le mode d'assemblage de deux pièces de bois posées bout à bout, et qui sont reliées ensemble par une troisième pièce, au moyen d'une série d'échancrures.

Nous passerons maintenant à la manière d'allonger les poutres au moyen des nœuds ou liens. Il faut d'abord observer que quand les solives dépassent une certaine longueur, elles se courbent par leur propre poids en proportion de leur longueur. Le meilleur moyen d'obvier à cet inconvénient est de scier la pièce par son milieu, et de mettre un lien entre ces deux parties, de manière à ce que, lorsque les pièces sont serrées ensemble par des chevilles, le lien les fait agir comme attache.

Pour remédier aux inconvénients qui pourraient résulter de la tendance du bois à se contracter, on fait les chevilles du lien en fer et on les visse aux extrémités ; et si l'on veut un plus fort appui, on peut poser des liens sur le côté de chaque pièce formant la poutre. Les extrémités des appuis sont aussi en fer, vissées à chaque bout et enfoncées dans l'épaisseur des deux pièces ; elles s'élargissent vers le milieu pour que les pièces de fer puissent porter sur toute leur longueur ; autrement il faut que les appuis soient en forme de coins renversés vers le fond, et s'arrondissent vers le sommet où ils sont vissés.

Ces différents modes d'assemblage admettent, soit une maîtresse-cheville dans le milieu, soit une cheville au tiers de la longueur de chaque pièce. Quand on se sert de deux chevilles, c'est ordinairement pour une pièce qui doit soutenir un grand effort dans le milieu. Les deux ancrs peuvent être, soit en bois de chêne, soit en fonte, soit en fer forgé ; ce dernier est préférable pour cet usage ; et, les métaux étant sujets à se contracter, le bois vaut encore mieux ici. A l'égard des chevilles, il faut absolument qu'elles soient en fer.

Plus la solive est haute, moins il y a en elle de parties affectées par l'effort, et, par conséquent, moins elle risque de fléchir sous des poids très lourds ou par de longues portées.

Les fig. 565 et 566 sont des exemples de solives assemblées de manière à supporter de grands poids. Si la *poutre d'attache* est forte, les appuis peuvent être serrés par des coins, mais il faut que ces coins soient très longs et un peu aigus, cette forme s'opposant à leur tendance à sortir en dehors. L'excédant en longueur peut être ensuite enlevé.

Les charpentiers usent d'un nombre infini de modes d'assemblage pour unir des pièces dans toutes les directions possibles ; tous ont leurs avantages particuliers, mais la plupart ne sont exécutés que pour l'ornement.

Les limites de cet ouvrage ne nous permettent pas de décrire ceux dont les propriétés ne sont pas très importantes et qui ne servent qu'à joindre de petites

pièces ; même à l'égard de ces derniers, l'habileté de l'ouvrier paraît surtout dans le choix des matériaux. On doit observer ici que le bois étant plus ou moins sujet à diminuer, suivant son degré de sécheresse ou sa nature, le charpentier doit considérer avec soin à quel point les dimensions de ses ouvrages peuvent être affectées par ces circonstances, et arranger ses pièces inférieures de manière à ce que leur retrait se fasse dans le même sens que celui des pièces principales pour assurer la stabilité du tout. Si l'on néglige ce soin, les parties se séparent ou se fendent.

On peut assembler deux pièces de bois, soit en rendant les plans qui sont en contact parallèles aux fibres, ou à angles droits avec elles, soit en faisant que le joint soit parallèle aux fibres d'une pièce et à angles droits ou obliques avec l'autre, ou bien enfin en le faisant à angles obliques avec les fibres des deux pièces.

Si deux pièces de bois sont liées de manière que le joint soit parallèle aux fibres de l'une et de l'autre, on l'appelle *joint longitudinal* ; si la place du joint est à angles droits avec les fibres des deux pièces, c'est un *joint arc-boutant*. Les joints dits *en onglets* sont rarement employés en charpente.

Quand deux pièces de bois sont liées ensemble à un ou plusieurs angles, leur rencontre forme un angle, ou bien, en se croisant, elles forment deux angles, ou bien enfin les deux pièces se croisant mutuellement forment quatre angles.

Dans les cas suivants d'assemblage de bois, il est censé que les côtés des pièces sont parallèles aux fibres, ou (quand les fibres sont courbées) aussi près du parallélisme que possible, et que chaque pièce (dont les quatre côtés sont à angles droits l'un par rapport à l'autre) a au moins une de ses surfaces sur le même plan que celles de l'autre. L'angle ou les angles ainsi formés peuvent être ou droits ou obtus.

La fig. 567 est un exemple de l'assemblage le plus simple et le plus ordinaire, et dans certains cas le plus fort pour assembler deux bois à un ou plusieurs angles, surtout s'ils sont fixés au joint par des chevilles. La forme du joint varie suivant la position des pièces, le nombre d'angles, la quantité et la direction de l'effort sur une ou sur les deux pièces, ou les circonstances dans lesquelles elles se trouvent. Cet assemblage peut unir deux pièces depuis un jusqu'à quatre angles, tandis que l'assemblage par tenon et mortaise n'admet l'union des pièces qu'à un ou deux angles.

Dans l'assemblage par tenon et mortaise, il faut le plus possible que la mortaise forme un parallépipède rectangle dont les arêtes soient perpendiculaires aux faces de la pièce de bois, et, dans ce cas, le tenon présente également la forme d'un parallépipède rectangle ; mais souvent, il est impossible de suivre cette règle.

Nous supposons les solives rectangulaires, leurs côtés perpendiculaires et parallèles à l'horizon. Ainsi supposons que deux pièces doivent s'assembler de manière à former quatre angles, il faut faire dans l'une des pièces une entaille pour y recevoir l'autre, ou, si les pièces ainsi assemblées doivent supporter un grand effort, on entaille chaque pièce et on les relie ensemble au moyen de chevilles ou de boulons et écrous, suivant ce qu'exige le cas.

La fig. 568 explique cette description.

L'assemblage à queue d'aronde est surtout applicable aux ouvrages hori-

zontaux, où les pièces inférieures sont suffisamment soutenues. Quand les bois inférieurs ne sont pas suffisamment soutenus, il est assez commun d'user du tenon et de la mortaise, ce qui n'affaiblit pas matériellement le bois ; mais quand le bois est entaillé dans la partie supérieure, l'opération diminue son épaisseur et conséquemment sa force. Cependant, si la partie saillante d'une pièce remplit le creux de l'autre, et qu'elles soient légèrement pressées l'une contre l'autre, Duhamel pense que, en supposant la coupe seulement d'un tiers de l'épaisseur, cela accroit la force des pièces assemblées plutôt que de la diminuer.

Il faut cependant observer que, dans les grands ouvrages, où l'on emploie des bois très lourds, il est difficile et presque impossible d'ajuster le tenon dans la mortaise avec une parfaite exactitude ; car, même quand les joints sont d'abord parfaitement justes, le bois en se retirant fait des vides sur les côtés, ce qui rend les tenons inutiles. Ce que nous disons à l'égard des pièces horizontales s'applique également aux pièces dans toutes les positions. Quand l'effort tombe sur le plan des côtés, et qu'un certain nombre de pièces, ainsi assujetties à une pression latérale de chaque côté, doivent être encadrées dans deux autres pièces droites, la mortaise et le tenon sont les meilleurs assemblages à employer.

Si l'on doit lier ensemble deux pièces de bois, de manière à ce qu'elles forment seulement deux angles droits, il faut, lorsque la pièce transversale est solidement fixée, lui faire une entaille en queue d'aronde, et tailler l'extrémité de l'autre pièce, de manière à former un solide semblable et égal. Dans certains ouvrages, outre la queue d'aronde, on fait une entaille additionnelle pour recevoir l'épaulé de la pièce de dessous. Si la position de ces pièces est horizontale, et que la pièce supérieure soit d'un poids suffisant ou pressée par une force considérable, quand les pièces sont assemblées, la queue d'aronde suffira sans le secours des clous, des chevilles ou des verrous. Pour cette sorte de construction, il faut des bois qui aient fait leur effet, autrement la pièce supérieure s'éloignerait de la pièce transversale en se contractant, et le but ne serait plus rempli.

Quand deux pièces parallèles fixes doivent en recevoir une troisième entre elles, il faut insérer un bout du tenon de cette dernière dans une des pièces par une mortaise peu profonde, et faire dans l'autre une longue mortaise, de manière que la pièce transversale, tournant sur la première comme sur un centre, peut glisser jusqu'à la place qu'elle doit occuper. Ce mode d'encadrement d'une pièce transversale entre deux autres est employé pour ajuster les solives de plafond, lesquelles ne sont que rarement ou jamais ajustées dans les solives d'assemblage, avant que le bâtiment soit entièrement couvert.

Les solives d'assemblage sont toujours fixées entre elles avant d'être en position de recevoir les solives du plafond.

Quand une pièce de bois transversale doit être encadrée entre deux solives horizontales parallèles dont les surfaces verticales ne sont point parallèles, on applique le côté supérieur de la pièce transversale sur la surface supérieure horizontale des solives, et au moyen d'un fil à plomb, on relève le point inférieur, qu'on marque sur la face de la solive transversale. On retourne cette solive et on y marque également le point supérieur, et en joignant ces deux

points par une ligne droite on a le côté du tenon. On agit de même de l'autre côté et les tenons se trouvent complètement tracés.

Pour faire mieux comprendre au lecteur la description précédente de l'assemblage des bois, nous avons ajouté à cet ouvrage une planche contenant les meilleurs moyens actuellement usités, à laquelle se rapporte la description ci-après.

Fig. 567. N° 1 et 2, 3 et 4, montrent deux méthodes d'assemblage simple, où les deux pièces se croisent l'une l'autre; dans ces deux exemples, le bout inférieur d'une des pièces ne dépasse point la surface extérieure de l'autre. Les n° 3 et 4 sont les deux pièces avant d'être assemblées.

La fig. 568 est un exemple d'assemblage dans lequel l'extrémité d'une des pièces dépasse un peu le bout de l'autre. Le n° 1 représente les pièces avant leur jonction.

La fig. 569 montre comment deux pièces peuvent être jointes par ce qu'on appelle un onglet. En ce cas, les deux pièces pourraient être unies par une cheville à angles droits avec le joint.

La fig. 570 montre la jonction d'une pièce de bois avec une autre, quand l'une des deux s'étend des deux côtés de l'autre. N° 1 et 2 montrent les pièces séparées.

Fig. 571, manière de joindre les solives qui doivent se croiser.

Fig. 572, méthode la plus générale et la meilleure pour enchâsser les chevrons dans la sablière.

Fig. 573, coupe de la poutre dans laquelle entre le chevron.

Fig. 574, autre exemple préférable au précédent, parce que la partie intérieure est mieux appuyée. Ici la poutre, quand elle n'est pas plus large que l'épaisseur du chevron, peut être affaiblie, auquel cas elle demanderait une mortaise plus profonde qu'on ne le montre dans la figure, et peut-être trouverait-on de l'avantage en se servant d'un joint comme l'indique la fig. 575.

La Fig. 576 est la manière de placer les liens en fer pour fixer la base du chevron à la sablière.

Quand on juge nécessaire d'employer des bandes de fer pour renfoncer un assemblage, il faut faire grande attention à la manière de les placer. Le premier soin est de s'assurer de la direction de l'effort. Il faut tâcher, autant que possible, de réduire cet effort à un effort parallèle à chaque pièce et à un autre perpendiculaire; et le lien qui doit tenir à l'une des deux pièces doit y être fixé de manière à résister dans la direction parallèle à la pièce.

Le lien le plus sujet à être mal placé est celui qui attache le pied du chevron à la sablière; quand il est fixé verticalement, il ne s'oppose pas à l'effort horizontal. Il faut lui donner une inclinaison telle qu'il embrasse le chevron presque horizontalement près du pied. On le fixe à la poutre par une cheville transversale qui lui permet de tourner et de céder un peu au mouvement du chevron sur lequel il s'applique par une entaille. L'exemple donné fig. 576, réunit toutes ces conditions. En tournant autour de la cheville, le lien suit le chevron et ne peut l'endommager, ce qu'il fait toujours dans la forme ordinaire. On regarde ces liens comme les plus parfaits.

On voit, fig. 577, deux modes différents d'assemblage pour les charpentes d'un toit, etc.



Si l'action d'une pièce de bois sur une autre ne tend pas à l'étendre, mais à la comprimer, il n'est pas nécessaire de les unir par un joint. Il suffit qu'elles s'appuient l'une contre l'autre, que leur pression mutuelle porte sur toutes les parties, et qu'aucune pression latérale, capable de faire glisser une des pièces hors de la place où elle s'appuie, ne puisse avoir lieu. Il est encore mieux de faire que le plan de contact coupe en deux parties égales l'angle formé par les côtés, ou bien qu'il soit perpendiculaire à l'une des pièces.

La fig. 578 indique la manière de réunir deux chevrons quand le poinçon, ou poteau central, est une tringle de fer.

La fig. 579 nous montre la manière de joindre les poutres principales au poinçon par le moyen d'une pièce de fer en aronde, reçue dans une mortaise pratiquée au sommet de chaque poutre.

Nous passerons maintenant aux modes d'assemblage usités pour unir les différentes pièces de charpente employées dans un édifice, et pour produire les résistances nécessaires à la stabilité de chaque pièce de l'assemblage.

Quand on fait des cintres pour construire des voûtes, le plancheyage intérieur est soutenu par des poutres transversales simples ou articulées, suivant la grandeur de la voûte ; et comme dans cette construction deux voûtes entrent l'une dans l'autre, l'une d'elles est toujours plancheyée en voûte simple, sans avoir égard à l'autre, qui est ensuite remplie de manière à présenter en dehors une surface régulière.

Les poutres placées dans les murs parallèlement aux côtés, ou dans les angles, sont assemblées l'une à l'autre dans les endroits où la grandeur du bâtiment et l'effort qu'exercent ses différentes parties en font sentir la nécessité.

Les planchers sont soutenus par plusieurs rangs de solives parallèles, nommées la *carcasse* du plancher, laquelle peut être simple ou double. Pendant la construction, les planchers, s'ils ne sont pas soutenus par des murs de refend, doivent être éayés. Le choix d'un plancher simple ou double dépend de la grandeur du bâtiment, des dimensions horizontales des chambres, ou de l'effort que la surface du plancheyage doit supporter. Quand on veut faire un plancher très droit et très ferme, il faut y introduire des liens en fer. La carcasse du plancher d'une salle de bal doit être extrêmement forte, et la partie supérieure admettre un ressort qui plie sous la force impulsive, tandis que la partie inférieure reste inébranlable.

Les cloisons ou séparations des pièces sont construites avec un certain nombre de pièces de bois placées verticalement à une distance déterminée par la grandeur des pièces que doivent former les séparations.

Les boiseries doivent être disposées de manière à dispenser de suspendre le plancher, quelle que soit la situation des portes.

Les chevrons qui soutiennent la couverture d'un toit sont appuyés sur une, deux, ou plusieurs pièces de bois, nommées *sablères*, placées à angles droits sur le bord du toit. Dans les toitures, on se sert de quelques inventions ingénieuses, dont l'application dépend de la portée du toit et du nombre de ses divisions. Quand on veut placer dans la hauteur du toit des appartements appelés *mansardes*, on peut empêcher que le toit ne s'affaisse par les côtés, en faisant les arcs en fonte, ou bien encore en reliant les différentes parties de la toiture par des pièces de bois placées dans les plans inclinés des côtés,

pour limiter la pression des chevrons qui portent sur les extrémités du bâtiment ; une forte chaîne en pierre, bien liée dans toutes ses parties, est introduite pour agir comme attache, et empêcher la pression latérale de forcer contre les murailles.

Dans cette construction, comme dans la précédente, les chevrons tendent à se courber, en sorte qu'il est nécessaire, pour contrarier cette tendance, de placer des jambes de force à des hauteurs convenables ; et, s'il faut que la charpente occupe un petit espace, on se sert d'arceaux en fonte s'appuyant l'un sur l'autre et vissés ensemble. Si ce dernier moyen était combiné avec le premier, leurs effets réunis seraient très grands.

Nous allons passer à quelques observations pratiques.

Une pièce de bois qui repose par ses deux bouts, ayant à supporter son propre poids, est susceptible d'une résistance moindre que si elle était placée verticalement ou *debout*. La courbure du bois est presque proportionnelle au poids dont il est chargé. On ne peut compter sur la solidité d'une pièce de bois pour un temps bien long, si elle est chargée de plus d'un tiers ou d'un quart du poids qu'elle peut absolument porter ; car l'expérience prouve qu'un poids au-dessous de celui qui pourrait briser une pièce à sa première application, peut faire cet effet à la longue.

L'effort supporté par une pièce de bois pressée dans le sens de sa longueur est nommé *tension* ; cet effort a lieu pour un grand nombre de pièces des toitures.

La force absolue d'une fibre ou filament de bois est la force de cohésion d'une molécule de cette fibre à l'autre, et elle a pour expression la force nécessaire pour les séparer. La force nécessaire pour séparer un certain nombre de fibres est proportionnelle à celle qui est nécessaire pour séparer la totalité des fibres ; mais l'aire des coupes de deux pièces de bois composées de fibres de la même espèce est égale au nombre de fibres que chacune contient ; par conséquent la force du bois peut se représenter par l'aire de la coupe. C'est pour cela qu'un corps prismatique est également fort dans toutes ses parties.

Les pièces de bois sur lesquelles on a pratiqué des coupes inégales se brisent à la section qui présente le moins de surface. Ainsi donc, la force absolue, nécessaire pour rompre un prisme de bois d'un centimètre carré, étant connue, on pourra déterminer la force nécessaire pour rompre une pièce d'une surface quelconque,

Le bois près de l'écorce, communément appelé *aubier*, est plus faible que le reste, et il devient graduellement plus fort à mesure qu'il s'approche du centre.

Le cœur d'un arbre n'est jamais à son centre, mais toujours un peu plus près du côté nord, et les couches de bois annuelles sont plus minces de ce même côté. D'après cela les charpentiers croient généralement que le bois dont les couches annuelles sont bien épaisses est le plus fort. Les pores ou vaisseaux aériens sont plus faibles que les fibres ligneuses proprement dites. Ces vaisseaux marquent la séparation entre les cercles annuels, et ils ont le même diamètre et le même nombre de rangs dans tous les arbres de la même espèce ; conséquemment, quand les cercles sont plus épais, ils contiennent une plus grande proportion de fibres ligneuses.

Le bois est plus fort au milieu du tronc qu'à la naissance des branches ou à la racine, et le bois des branches est plus faible que celui du tronc.

La partie de l'arbre exposée au nord est la plus faible dans nos climats d'Europe, et celle exposée au midi est la plus forte; cette différence est plus sensible dans les arbres de haie et dans ceux qui croissent isolés.

Les bois sont plus tenaces quand ils sont verts, et perdent beaucoup de force en séchant après la chute de l'arbre.

Nous terminerons nos remarques par le problème suivant, dont l'utilité est évidente.

Fig. 580. Obtenir la poutre la plus forte possible d'un arbre dont la coupe forme un cercle déterminé. Supposons que  $abcd$  soit la coupe de l'arbre: tracez le diamètre  $cb$ , et divisez-le en trois parties égales, aux points  $e$  et  $f$ ; ensuite de l'une d'elles, comme  $f$ , tirez la ligne  $fa$ , perpendiculaire au diamètre, tirez  $ab$  et  $ac$ ,  $bd$  et  $dc$ , et  $abcd$  sera la plus forte pièce que l'on puisse couper dans l'arbre. De là il suit évidemment que la plus forte pièce qui puisse être tirée d'un arbre rond n'est pas celle qui contient le plus de bois, car le plus grand rectangle qui puisse être inséré dans un cercle est un carré; et le carré  $ghik$  est plus grand que le rectangle  $abcd$ , cependant la pièce de bois qui aurait cette forme ne serait pas plus forte.

Fig. 581, plan d'un plancher. — 1, cintre, reposant sur les murs. — 2, mardiers. — 3, solives transversales. — 4, garnitures.

N<sup>os</sup> 1 et 2, coupes du plancher.

Fig. 582, cloison présentant une ouverture au milieu pour des portes à deux battants. — 1, tête. — 2, seuil. — 3, montants. — 4, goussets. Cette cloison, comme on peut le voir, se soutient par elle-même.

Fig. 583, ferme qui soutient une partie d'un toit.

Dans les pays froids on fait les toits extrêmement hauts, et dans les contrées méridionales, où les pluies et les neiges sont rares, ils sont très plats; mais la pente des toits varie beaucoup dans le même pays. Anciennement les toits étaient plus élevés, sans doute dans la vue de faire écouler les eaux plus facilement; cependant la grande hauteur d'un toit a des inconvénients, parce que la neige qui s'accumule bouche les gouttières, et les fait refluer en dehors; de plus, pendant les pluies d'orage l'eau descend avec une telle vitesse que les tuyaux ne peuvent la dégorger assez promptement pour l'empêcher de déborder par-dessus les gouttières.

Maintenant il est rare de construire des toits au-dessus d'un tiers de l'élévation du bâtiment et jamais au-dessous d'un sixième.

La pente la plus ordinaire pour un toit d'ardoises est le quart de la hauteur du bâtiment, c'est-à-dire que son inclinaison est un angle de 26 degrés et demi avec l'horizon. En prenant cette mesure comme règle, la table suivante montrera le degré de pente que l'on peut donner aux différentes parties du toit.

SORTE DE COUVERTURE.	DEGRÉ d'inclinaison.		RAPPORT de la flèche à la corde.	POIDS d'un mètre carré de toiture.	
	Deg.	Min.			kilogr.
Cuivre ou plomb.	3	50	$\frac{1}{48}$	Cuivre.	5, 0
Grandes ardoises.	22	0	$\frac{1}{8}$	Plomb.	35,26
Ardoises communes.	26	33	$\frac{1}{4}$	De	45,34
Ardoises pierrées.	29	41	$\frac{2}{7}$	à	25,20
Tuiles plates.	29	41	$\frac{2}{7}$		119,90
Tuiles rondes.	24	0	$\frac{2}{9}$		89, 7
Chaumes-roseaux.	45		$\frac{1}{2}$		32,74

Un toit qui s'appuie sur des murs distants de 6 à 9 mètres, peut avoir une ferme de la forme vue fig. 583.

Pour les toits qui s'appuient sur des murs distants de 9 à 14 mètres, la ferme représentée fig. 584 est convenable. Chaque poutre est soutenue, conséquemment il n'y a point d'effort croisé sur les principales solives; et les points d'appui divisent le chevron de ferme en trois portées, comparativement courtes. La courbure qui a lieu ordinairement peut être évitée en laissant l'extrémité de la principale solive s'appuyer contre l'extrémité de la sablière, et en la reliant par plusieurs goussets qui s'assemblent dessus avec des chevilles.

Pour les toits dont la portée est de 14 à 18 mètres, la ferme représentée fig. 585 est suffisamment forte, et laisse un espace libre dans le milieu: mais il faut en général que le chevron de ferme soit fait de deux pièces, et la portée entre *a* et *b* étant fort courte, l'assemblage ne peut être plus avantageusement placé que sur ce point. On peut renforcer le milieu de la poutre d'attache en l'assemblant avec des boulons sur la partie où s'exerce le plus grand effort *c*.

Souvent les nefs des églises sont plus élevées que les côtés, et l'on obtient en ce cas un effet semblable à celui qui est produit, en liant les poutres inférieures aux supérieures, en assujettissant le tout par des crampons de manière à en former comme une pièce simple. Pour expliquer ce mode de construction, nous donnons le dessin d'un toit d'église assez semblable à celui de Saint-Martin-des-Champs à Londres.

Fig. 586. Les poutres inférieures *AA* sont liées à la poutre principale *B* par les goussets *aa*, afin que le pied de la solive principale *cc* ne puisse se déployer sans tirer la poutre d'attache *B*. Les tringles de fer *bb* font l'office de maîtres-poteaux à l'égard des attaches *AA*, et sont beaucoup meilleures que ne le seraient des poutres de bois, n'étant pas sujettes à se déjeter, ce qui nuirait extrêmement dans cette position.

La fig. 587 représente le dessin d'un toit d'église ou autre édifice exigeant un plafond en voûte.

Les dômes prennent suivant leur forme les dénominations de circulaire, elliptique ou polygonal : le dôme circulaire peut être sphérique, sphéroïque, elliptique, hyperbolique, parabolique, etc.

On appelle dômes *surmontés* ceux qui s'élèvent plus haut que le rayon de leur base, et *surbaissés* ceux qui sont moins hauts que ce rayon ; ceux dont la base est circulaire se nomment *coupoles*. La forme la plus usitée pour les dômes est la forme sphérique dans laquelle le plan est un cercle, et la coupe un segment de cercle.

Le faite d'un grand dôme est souvent terminé par une lanterne posée sur la carcasse du dôme.

Il est rare que la conformation du dôme soit la même à l'extérieur et dans l'intérieur ; et l'on a coutume de pratiquer un escalier conduisant à la lanterne dans l'espace entre la surface intérieure et la surface extérieure. On dessine la charpente d'après cet espace entre les deux dômes.

La fig. 588, n° 1, représente la construction d'un dôme sans attache, très simple, et applicable aux dômes d'une dimension commune. Ce mode de construction consiste à placer un certain nombre de poutres courbes de manière que leurs pieds reposent et soient bien fixés dans le cintre qui forme la base, et que leurs sommets se rencontrent ou soient intercalés dans un cintre supérieur sur lequel la lanterne est placée.

Quand il arrive (et cela est le plus ordinaire) que les pièces soient si longues et si courbées qu'on ne peut les tailler sans couper le fil du bois en travers, de manière à l'affaiblir, il faut les assembler dans l'épaisseur, et les réunir avec des boulons et des écrous.

On voit dans le n° 2 des poutres minces, liées ensemble par des attaches en fer sur des solives horizontales pour recevoir le plancher à l'extérieur et les lattes dans l'intérieur. Ces poutres doivent être éloignées, à la base, de 60 à 75 centimètres l'une de l'autre, et se composent de 3 ou 4 épaisseurs de bois de 37 millimètres, et d'environ 30 centimètres de large, lesquelles, étant soigneusement attachées avec des joints placés justes, sont extrêmement solides et stables.

*Manière de construire les arêtes d'un dôme sphérique ayant huit arêtes.*

Soit fig. 589, n° 1. ABCDE, le plan de la moitié du dôme, qui se divise en quatre parties égales en B, C, D, E : ces points de division marqueront le centre de la partie convexe des arêtes. Cela fait, supposez que *BbCcDd* soient les plans des arêtes passant par le centre ; *FGHIK*, sont les assises de la tête des arêtes ; tracez *xy*, n° 2, parallèle à *AE* ; ensuite menez des pieds *A, B, C, D*, des arêtes des perpendiculaires, qui coupent *xy* ; tracez le seuil *xy* suivant l'épaisseur qu'il doit avoir, et complétez l'élévation du front et des arêtes de derrière. Les arêtes du front sont des quarts de cercle, formant ensemble un demi-cercle dont *xy* est le diamètre. Les courbes de chacune des autres arêtes sont des quarts d'ellipse de la même hauteur que les cercles du front. Quand vous aurez dessiné l'élévation et le plan, comme il est montré par les lignes ponctuées, la construction sera complète.

Les arêtes d'un dôme elliptique se trouvent exactement par le même principe.

Dans la fig. 590 on donne le moyen de trouver la courbe de l'arête angu-

laire et de la couverture d'un dôme en polygone, quand sont connus le plan du dôme et la courbure d'un des côtés.

Soit A B C D E F G H, le plan d'un dôme octogonal, et *cab* le côté donné; prolongez *ca* jusqu'à *d*; divisez la ligne courbe *a B a b* en un nombre quelconque de parties égales, en les multipliant le plus possible; dans ce cas on en suppose quatre 1, 2, 3, *b*, qui s'étendent sur la ligne *ad*; la première de *a* à 1, la seconde de 1 à 2, etc. Tirez des points 1, 2, 3, *b*, des lignes parallèles à *Ba* coupant *Cc*, et de ces points tirez des lignes parallèles à *cd* ou à angles droits avec *Bc*; et par les points 1, 2, 3, sur *ad* tirez *klm nop*; traçant ensuite une courbe par les points *d, p, n, l, C*, et de même par les points *d, o, m, k, B*, l'espace compris entre les lignes courbes *d B c*, et le côté *B C* du plan donnera la forme de la totalité de la couverture pour chaque côté du dôme.

Pour trouver la ligne coudée de l'arête angulaire, dont la base est *Cc*, tirez *c E*, *2 e*, *1 f*, à angles droits avec *Cc*; faites que *c E* soit égal à *cb*, *2 e*, égal à *2 3*, et *1 f* égal à *1 2*, et tracez la courbe par ces points; vous aurez l'arête angulaire.

La méthode pour couvrir les dômes sphériques est de les supposer en polygone, et le principe est le même que celui qui dirige la précédente opération.

Une niche, en charpente, est un ouvrage sur lequel on doit établir des lattes et plâtrer. Les niches sont composées de parties cylindriques et sphériques. On les exécute d'après les principes des coupes sphériques.

Comme chaque coupe dans une sphère est un cercle, et qu'une coupe passant par le centre est la plus grande section que l'on puisse trouver dans la sphère, il est évident que si la voûte d'une niche doit être d'une structure sphérique, toutes les arêtes peuvent être formées par un moule dont la courbure sera égale à celle du plus grand cercle de la sphère, savoir, celui qui passe par son centre; mais la même surface sphérique pourrait aussi, quoique ce système soit moins bon, être formée par des arêtes de bois, moulées sur les coupes de cercles plus petits, de plusieurs manières différentes.

La raison qui fait que ces dernières surfaces sphériques ne sont pas aussi bonnes à employer que celles de plus grands cercles, est que leur disposition n'est pas aussi avantageuse pour le soutien des lattes, et que pour les mouler suivant différents cercles et former les bords suivant différents beuveaux, afin de les ranger dans la surface sphérique, il faut un plus grand travail que lorsqu'on fait usage des grands cercles.

Les arêtes des niches sont en général disposées sur un plan vertical, parallèles les unes aux autres, ou se coupant entré elles suivant des lignes verticales. Quand la ligne d'intersection traverse le centre d'une sphère, toutes les arêtes sont des grands cercles; mais si la ligne d'intersection ne traverse point le centre de la sphère, les cercles qui forment la surface sphérique sont tous de différents rayons. Quand les arêtes sont fixées sur des plans verticaux parallèles entre eux, ces plans sont parallèles à la façade du mur, ou parallèles à un plan vertical passant par le centre de la sphère et perpendiculaire à la surface du mur; mais cette dernière méthode n'est point bonne pour l'arrangement des lattes.

Une autre méthode consiste à faire les plans des arêtes parallèles à l'horizon.

zon; celle-ci exige non seulement beaucoup de main-d'œuvre, mais de plus, elle est incommode, eu égard à la position des lattes. Les arêtes des niches peuvent être disposées en une infinité de manières différentes; mais les plus régulières sont celles que nous venons de mentionner.

*Moyen de trouver les arêtes de la voûte d'une niche, quand leurs plans sont verticaux et passent par le centre d'une sphère.*

Dans la fig. 591, n° 1, du centre C, tirez des lignes qui indiquent le plan des arêtes, et marquez-en un nombre égal à celui que vous voulez en avoir dans la voûte de la niche. Du point C, comme centre, décrivez la portion de cercle  $asr$  et les petits cercles concentriques qui rencontrent l'arête centrale en  $o$  et  $p$ , et tirez  $om$  et  $pn$ , parallèles à  $ab$ , façade du mur;  $rs$ , sur le plan, représente la longueur et la portée de la côte centrale;  $ns$  la longueur et la courbure de l'arête qui va de  $b$  à  $g$ ; et  $ms$  la courbure de l'arête la plus courte qui va de  $k$  à  $h$  sur le plan.

*Moyen de trouver le rayon de courbure des arêtes d'une niche sphérique, dans le cas où leurs plans se coupent tous suivant une ligne verticale, qui divise l'arête frontale en deux parties égales.*

Fig. 592, n° 1. Complétez le cercle dont l'intérieur du plan est un arc; menez la ligne, milieu du plan d'une des arêtes,  $ab$ , pour rencontrer le côté opposé de la circonférence en  $b$ ; sur la ligne  $ab$ , prise pour diamètre, décrivez un demi-cercle, et du point  $c$ , intersection des arêtes, tirez la ligne  $a$  perpendiculaire à  $ab$ , cette ligne est le rayon de courbure de l'arête qui part du point  $a$ . L'autre arête, comme AD, se trouve de la même manière. Le n. 2 est l'élévation de la niche.

La voûte en pendentif est une voûte sphérique ou ellipsoïdale qui s'élève sur des murs placés à angle droit.

La règle à suivre pour construire ce genre de voûtes, si les murs sont établis sur un plan horizontal, est que toutes les sections soient des segments de cercle ou d'ellipse, ayant leurs axes proportionnés aux côtés de la pièce, en sorte que chaque coupe soit une figure composée, ayant, outre les quatre parties curvilignes, quatre autres parties qui sont des lignes appartenant aux murs sur lesquels la voûte repose.

Fig. 593. Si ABCD est le plan d'une cage d'escalier, qui doit admettre la voûte en pendentif, et si  $AbcD$  est la coupe diagonale, comment trouver la courbure des arêtes à élever ?

Tirez CD perpendiculaire à AC; prenez la distance de C à la ligne AC, portez-la depuis C jusqu'à la ligne CA, et de ce point menez une perpendiculaire pour rencontrer la courbe  $AleD$  de l'arête diagonale; faites le sinus verse du segment AdC égal à cette perpendiculaire, et découvrez le segment AdC qui est la ligne montante demandée. Si vous décrivez un axe du centre C, avec un rayon égal à la longueur du siège d'une arête pour rencontrer le

siège de l'arête diagonale AD; et si du point de rencontre vous tirez une perpendiculaire pour rencontrer la courbe Ab, la partie de l'axe de l'arête diagonale, interceptée entre A et la perpendiculaire, donnera la longueur de l'arête correspondante au siège qui a été pris.

Dans la fig. 594, la coupe diagonale est un demi-cercle; l'opération est absolument la même.

#### MANIÈRE DE MESURER LES OUVRAGES DE CHARPENTE.

On mesure en général les ouvrages de charpente simples et de grande dimension, dans lesquels le prix des matériaux et du travail peut être uniforme au mètre carré de superficie.

Les pilotis employés dans les fondations sont estimés à la pièce, et placés à tant le *mètre courant*, suivant leur diamètre et la nature du terrain.

Les palissades et les séparations en planches sont mesurées en prenant le contenu de la superficie en mètres carrés.

Les ouvrages cintrés simples sont mesurés au mètre; mais comme les arêtes et le plancheyage sont d'un travail différent, ils doivent être mesurés et évalués séparément; une dimension du plancheyage est prise en le cernant autour de l'axe, l'autre se trouve dans la hauteur de la voûte.

Le cintre des voûtes peut être estimé et mesuré comme le cintrage commun; mais il faut y ajouter les angles que l'on paie par mètre courant, c'est-à-dire que les arêtes et le plancheyage doivent être mesurés et évalués séparément, d'après leurs contenus superficiels respectifs, et les angles par mètre linéaire de main-d'œuvre pour l'assemblage des arêtes et des planches, et pour la perte de matière occasionnée par l'opération.

Les carcasses de planchers sont mesurées, soit au mètre carré, soit au mètre cube, suivant la nature du travail et la quantité de bois employée. En estimant ce genre d'ouvrage, il faut observer qu'à quantité égale de grandes pièces de bois ou de petites pièces de bois, les dernières ont plus de superficie que les premières; conséquemment l'économie ne sera pas proportionnée au contenu solide, et la valeur de la main-d'œuvre ne pourra être établie en raison de la quantité cubique.

La difficulté de manier des bois de la même longueur augmente suivant leur poids ou cube, une plus grande quantité exigeant plus de puissance pour la remuer, et par conséquent plus de temps.

Pour les planchers où l'on emploie des assemblages, l'uniformité de l'ouvrage est interrompue par les tenons et les mortaises, en sorte que la somme trouvée par le mètre cubique n'est point suffisante, non seulement en raison de la grande différence des dimensions, mais encore de la grande disparité dans la quantité de travail, à cause des mortaises coupées en plein pour recevoir les tenons. Ainsi donc, la meilleure méthode pour évaluer le travail et les matériaux est de mesurer et d'estimer le tout par le nombre de mètres cubes, et d'ajouter un prix pour chaque mètre cube d'assemblage, ou bien mettre un prix pour chaque mortaise et tenon proportionné à leurs grandeurs, qui doit être en raison de l'aire de l'extrémité de l'assemblage.



Les séparations en planches peuvent être mesurées au mètre cube; mais les seuils, les bouts de portes, etc., se comptent séparément, parce que l'uniformité de cube et celle de travail sont également interrompues par ces parties. Lorsque dans ces séparations il y a des goussets, etc., elles sont mesurées au mètre cube, et taxées à un prix plus élevé que dans l'ouvrage uni, en raison de la peine pour ajuster les extrémités des bois debout sur leurs côtés supérieurs et inférieurs, etc.

Les bois employés pour soutenir les toitures se mesurent au mètre cube, et sont classés suivant la difficulté d'exécution et la quantité de matière employée.

On ne finirait point si l'on voulait faire l'énumération des diverses manières de mesurer chaque ouvrage de charpente; les principaux articles sont seuls nécessaires à citer.

Quand la carcasse d'un bâtiment est finie, avant que les planchers soient établis, et les lattes des plafonds disposées, tous les bois sont mesurés pour s'assurer bien précisément de la dimension de chaque pièce et de la nature du travail. En prenant les mesures, il faut observer que toutes les pièces qui ont des tenons doivent être mesurées à partir de l'extrémité des tenons.

Il est impossible de fixer pour les charpentes un prix convenable, comprenant les matériaux et la main-d'œuvre, les premiers pouvant être invariables et la dernière ne l'étant jamais: à l'égard des matériaux, la valeur d'une quantité quelconque peut être aisément trouvée, quel que soit le prix par le poids; mais la difficulté de fixer le prix du travail est beaucoup plus grande; toutefois, si le temps nécessaire à l'exécution de chaque sorte d'ouvrage était connu, il serait facile d'établir certaines quantités qui donneraient la valeur réelle.

#### DE LA MENUISERIE.

La menuiserie est l'art d'employer le bois dans les parties accessoires d'un bâtiment, soit intérieures, soit extérieures.

Cet art, étant le plus souvent employé à la décoration, demande de la part de l'ouvrier beaucoup de connaissances, d'expérience et de soins.

Le choix du bois est d'abord extrêmement important: un travail, même excellent, perdrait tout son prix s'il était exécuté sur une matière ingrate.

La température de l'air ayant une grande influence sur le bois, surtout pendant l'hiver, il est bon de faire sécher au four, pendant un jour ou deux, celui qui doit être employé à des ouvrages soignés.

Dans les différents assemblages exécutés en menuiserie, on se sert de la colle forte, qui, comme on sait, jouit de la propriété de se durcir par le refroidissement, et de maintenir solidement fixées les pièces de bois réunies par son moyen.

Avant de les joindre, il faut d'abord en polir soigneusement la surface; cette opération est faite au moyen d'instruments que nous décrirons tout à l'heure.

Pour les ouvrages extérieurs, tels que portes, volets, etc., on se sert de blanc de plomb, qu'on introduit dans les joints.

Lorsqu'il s'agit de confectionner un panneau composé de plusieurs pièces, on dispose les mortaises et les tenons, on les enduit de colle forte, puis on les ajuste. Et, pour les maintenir dans leur position jusqu'au parfait refroidissement de la colle, on les serre au moyen d'un instrument de fer nommé *valet*.

Refendre le bois lorsqu'il sort des mains du charpentier, le couper sur sa longueur ou sur sa largeur, enfin en tirer parti, c'est le *débiter*.

Cette opération première de l'art du menuisier se fait au moyen de scies, composées, comme toutes les autres, d'une lame placée au milieu d'un châssis; elles sont plus ou moins grandes, selon la dimension et la force du bois à diviser. Il en est de plusieurs sortes : la *scie à tourner*, entre autres, a une lame large de 2 centimètres seulement, arrêtée dans deux tourillons de fer passant à travers les bras. Elle est mince, et les dents diminuent graduellement d'une extrémité à l'autre de la lame.

Lorsque le bois est débité, on le *corroie*, c'est-à-dire, on le dresse, on l'aplanit, on enlève toutes les aspérités qui sont à sa surface, et on le dispose selon l'usage qui doit en être fait. Les principaux outils employés pour cette opération sont la varlope, le ferموir, le ciseau et le rabot.

La varlope sert à dresser le bois; elle est composée de trois pièces : le fût, le coin et le fer. Le fût est un morceau de bois d'environ 66 centimètres de long sur 5 à 6 de large, et 8 de haut. Au milieu est la lumière, percée suivant une inclinaison de 45 à 50 degrés; on y place le coin et le fer, qui a environ 10 centimètres de long, 5 de large, et 2 à 3 millimètres d'épaisseur. La *demi-varlope* ne diffère de la varlope que par sa dimension qui est moindre.

Le *ferموir* et le *ciseau* sont des outils de fer garnis d'un manche, et servant à dégrossir le bois.

On donne le nom générique de *rabot* à un outil consistant en un morceau de bois de 18 à 20 centimètres de long, sur 5 de large; au milieu est la lumière, où se place le fer, incliné de manière à former un angle d'environ 40 à 50 degrés. On s'en sert pour aplanir, lorsque le bois a été dressé par la varlope.

Il y a plusieurs espèces de rabot, différant soit par la configuration, soit par l'inclinaison du fer. Le *rabot cintré* sert à aplanir dans les parties courbes; le fer du *rabot dentelé* est cannelé et droit. Le *bouvet* est une sorte de rabot qui sert à faire des *rainures*, entailles qu'on pratique le long du bord d'une planche, pour recevoir la *languette*, espèce de saillie laissée sur le côté d'une autre planche, de manière à entrer dans la rainure.

Il y a également plusieurs sortes de rabots pour faire, ou, en terme d'ouvrier, pour *pousser les moulures*: on nomme ainsi les ornements pratiqués en saillie ou en creux dans les ouvrages de menuiserie. Les rabots dont on se sert dans ce but sont en assez grand nombre et à peu près semblables; ils ont généralement 23 centimètres de long sur 8 à 10 de large; leur lumière a 50 degrés au moins d'inclinaison.

Le *vilebrequin* sert à faire des trous cylindriques; c'est un outil composé d'un fût de bois à forme ovale. A l'un des bouts est une poignée, à l'autre une mèche de fer, qui sert à percer le bois; les mèches varient de grosseur, de largeur et de longueur; elles ont différents noms suivant l'usage qu'on en veut faire; il y a des mèches à *chevilles*, à *lumières*, à *goujons*, à *vis*, etc.

Outre les scies à *débiter* et à *tourner* dont nous avons déjà parlé, on se sert

encore de la scie à *tenons*, dont le nom indique l'usage ; de la scie à arraser, qui consiste en un fût où est introduit un morceau de scie ; on l'emploie à scier les arrasements, c'est-à-dire l'extrémité des traverses à la naissance du tenon ; enfin de la scie à *chevilles* ; c'est un couteau à scier avec un manche coudé qui sert à couper les chevilles.

Le peu d'épaisseur de la lame, dans quelques scies, oblige souvent à la maintenir au moyen d'une pièce de métal qui l'empêche de se courber.

Dans toutes les scies, les angles extérieurs et intérieurs des dents sont formés de triangles dont l'angle est de 60 degrés ; le bord extérieur des dents est légèrement incliné en arrière. Excepté dans les scies à tourner, les dents sont alternativement penchées d'un côté et de l'autre de la lame, en sorte que toutes laissent entre elles un espace constamment égal, et par lequel tombe la sciure, lorsqu'on a donné le trait de scie dans le bois.

Lorsqu'on veut s'assurer qu'une pièce de bois est à angle droit sur une autre, c'est-à-dire qu'elle est *d'aplomb* on se sert de l'équerre ; c'est un instrument composé de deux morceaux de bois parfaitement carrés et assemblés à angle droit. Lorsqu'on veut qu'une pièce fasse un angle déterminé avec une autre, on se sert d'un *beuveau*.

Pour régulariser la longueur ou la largeur déterminée d'une planche, on se sert du *trusquin* : c'est une petite planche mince de 10 centimètres carrés, à travers laquelle passe et glisse à volonté une règle ou *tige*, longue de 25 à 28 centimètres ; au bout de cette tige est une pointe à tracer. Le *trusquin d'assemblage*, à peu près semblable au premier, sert à s'assurer de l'épaisseur des tenons et de la largeur des mortaises, afin que les uns répondent aux autres, et que l'assemblage soit exact.

Recaler un *onglet*, c'est le dresser, c'est le finir. Cette opération se fait avec une *varlope à ongles* ou avec le ciseau ; quelquefois, au lieu de ces outils, on se sert d'un instrument nommé *boîte à recaler* : il est composé de quatre morceaux de bois assemblés à angle droit ou d'équerre. Un des bouts est coupé en ongles.

Pour s'assurer qu'une surface est parfaitement plane, ou bien si les bords d'une planche ne sont point *gauches*, c'est à-dire *inégaux*, on se sert de *réglés*. Ce sont deux tringles d'environ 45 centimètres de long, et du diamètre de 6 à 8 millimètres : elles passent et glissent à volonté dans deux autres morceaux de bois, percés d'une mortaise, bien parallèles entre eux, et d'une égale hauteur. Au bout des réglés sont deux petites chevilles pour arrêter les morceaux de bois.

Nous allons maintenant parler des *assemblages* ; ils demandent, de la part du menuisier, de l'attention et une grande exactitude.

On les fait en général à *tenon* et à *mortaise*. La mortaise est une entaille pratiquée dans l'épaisseur d'une planche, et conforée intérieurement de manière à recevoir le tenon, qui est la partie excédante laissée à l'extrémité d'une planche en diminuant des deux côtés la largeur de cette extrémité.

On assemble aussi à *queue d'aronde*, dont on distingue trois manières. L'assemblage à *queue d'aronde* ordinaire consiste à joindre deux pièces de bois, en faisant à l'une un tenon en forme de triangle, qu'on introduit dans une entaille évasée pratiquée dans l'autre pièce. Cet assemblage est très solide.

L'assemblage à *queue percée* se fait par tenons à queue d'aronde, qui entrent dans des mortaises pour assembler carrément et en retour d'équerre.

L'assemblage à *queue perdue* ou *recouverte* est employé dans les ouvrages soignés. Les tenons sont cachés par recouvrement de demi-épaisseur et taillé d'onglet. On donne à ces sortes de queue les deux tiers ou les trois quarts de l'épaisseur ; le restant est coupé d'onglet.

L'assemblage en *onglet* est celui qui est fait en diagonale sur la largeur du tiers, et qu'on retient par tenons et mortaises. On nomme *onglet* tout joint coupé diagonalement suivant l'angle de 45 degrés.

Voici quelques exemples d'assemblage faits de manière à former un angle.

Les fig. 595 et 596 représentent les modes pour assembler deux pièces de bois, de manière à former deux angles droits rentrants.

Les fig. 597, 598, 599, 600, 601 et 602 présentent l'assemblage de planches à angle saillant. Dans les fig. 600, 601 et 602, on voit divers genres d'onglets.

La fig. 603 montre une queue d'aronde ordinaire. La fig. 604 est une queue d'aronde perdue ou recouverte.

#### DES PORTES.

La construction la plus simple d'une porte consiste à assembler plusieurs planches dont les bords soient parfaitement unis ; on les joint au moyen d'une planche étroite clouée transversalement sur leur surface, ou de deux traverses clouées en croix.

Lorsqu'on veut unir la solidité à l'élégance, on construit un cadre à mortaises et tenons, et l'on y laisse une ou plusieurs ouvertures où l'on introduit les pièces nommées *panneaux*. Les pièces horizontales du cadre reçoivent, suivant leur position, les noms de *traverses du haut*, *traverses du milieu*, *barre de loquet* et *barre de frise*. On attache le *loquet* sur la barre de loquet par une mortaise, ou au moyen de vis, et la barre de frise est intermédiaire à celles du sommet et du milieu.

Lorsqu'on veut conserver l'uniformité d'une pièce ou épargner les frais d'une porte correspondante, on applique des portes très légères qui doivent toujours être faites avec de très bons matériaux bien secs et solidement assemblés ; les onglets doivent être joints avec la plus grande précision, et toute la surface doit être parfaitement polie.

Les mortaises, tenons, creux et collages des moulures doivent être travaillés correctement et mesurés au moyen du trusquin d'assemblage ; car si la porte n'est pas juste, lorsqu'on l'assemble, cela donne beaucoup d'embarras à l'ouvrier et l'oblige à en rogner les diverses parties ; elle est aussi moins solide, surtout si ce sont les tenons qui ont besoin d'être rognés.

Pour les portes rentrantes et les portes à saillie, l'ouvrage doit être fait en carré, ensuite uni en panneaux, et le tout raboté ensemble ; alors, en marquant les panneaux dans la partie du cadre où ils doivent être placés, on sépare les différentes pièces et l'on dispose les styles, les montants et les barres,

Si les portes sont figurées à deux battants, le style doit être inséré dans les barres du sommet et du milieu, en taillant ses extrémités en fourchette pour entrer dans des entailles coupées sur lesdites barres.

Quand on pose les portes, le point essentiel est qu'elles puissent jouer librement sans frotter le plancher, et l'on y parvient en suivant les règles que voici : d'abord il faut laisser entre la porte et le sol la distance que pourrait occuper un tapis ; ensuite on place les charnières des gonds du haut et du milieu de manière que les premières dépassent les secondes d'environ 3 à 4 millimètres, c'est-à-dire que, si le gond est de niveau avec la porte, il le faut projeter légèrement en dehors ; mais si le centre est dans la surface de la porte, il faut alors le placer tout à fait à l'extrémité, ce qu'on fait rarement. De plus, on fixe la jambe sur laquelle repose la porte à 3 à 4 millimètres hors de la perpendiculaire, la partie supérieure inclinant vers la jambe opposée. Enfin l'inclinaison de la cannellure doit être telle que la porte, étant fermée, fasse saillie d'environ 3 à 4 millimètres.

Ces divers moyens, pratiqués sur une si petite échelle, sont à peine perceptibles ; néanmoins ils font l'effet de mettre la porte, quand elle est ouverte, à une équerre suffisamment en dehors du niveau, c'est-à-dire à peu près de 13 millimètres, si la hauteur de la porte est le double de sa largeur.

Plusieurs sortes de gonds à soulever sont employés à cet effet ; quelques-uns des mieux construits en cuivre peuvent être avantageusement admis, même dans les portes les mieux faites.

Avant de parler de la manière de poser les portes, nous soumettrons au lecteur quelques observations sur l'usage des gonds en général.

La manière de placer les gonds dépend entièrement de la forme du joint, et, comme le mouvement de la porte ou du battant est angulaire et s'exécute sur une ligne fixe comme un axe, le gond doit être attaché de manière à ne pas gêner ce mouvement. Ainsi donc, si les joints présentent la forme de deux cylindres, le convexe tenant à la porte et glissant sur le concave qui reste stationnaire sur le corps fixe, le mouvement de la porte s'exécutera sur l'axe du cylindre, lequel axe sera aussi celui des gonds. En ce cas, que la porte se trouve fermée ou non, le joint sera juste ; mais si le joint est une surface plane, il faut remarquer de quel côté de l'ouverture doit se faire le mouvement, pour placer les gonds du côté sur lequel la porte tourne.

Un gond se compose de deux parties qui se meuvent l'une sur l'autre dans une direction angulaire.

La *jointure* du gond est une partie cylindrique, commune à la partie mouvante et à la partie stable ; les cylindres sont emboîtés l'un dans l'autre et creusés pour recevoir une cheville cylindrique qui, en les traversant, les lie l'un à l'autre.

L'axe de la cheville se nomme l'*axe du gond*.

Quand deux ou plusieurs gonds sont placés sur une porte, leur axe doit être dans la même ligne droite ; on appelle cette ligne *ligne des gonds*.

Nous allons développer le principe d'après lequel on pose les portes, volets, etc., au moyen des gonds.

Le centre du gond est en général au milieu des joints, comme en A. fig. 605 ; mais dans plusieurs cas il est nécessaire de porter en arrière le battant à une certaine distance du joint. Pour effectuer ceci, en supposant que le battant

ouvert doit être à une distance du joint, telle que B, A, fig. 605, divisez B, A, en deux parties égales au point C, et vous aurez le centre du gond. Ce centre doit être placé un peu au-delà de la surface de la porte ou du volet, autrement il ne pourrait aisément retomber sur le chambranle ou le mur. Il faut observer encore que le centre du gond doit être du même côté que la cannelure, sans cela il ne pourrait s'ouvrir, à moins que le joint ne fût construit d'une manière particulière.

*Manière d'attacher deux battants pour qu'ils puissent être à une certaine distance l'un de l'autre quand ils sont ouverts.*

Ceci peut se faire très facilement par des gonds armés de coudes faisant saillie à la moitié de la distance, comme on le voit fig. 607<sup>a</sup>; cette sorte de gond s'emploie dans les portes de bancs d'église pour dégager la moulure. On voit fig. 607<sup>a</sup> le même gond ouvert.

*Manière de faire un joint suivant les règles pour un volet de fenêtre ou autre fermeture battante.*

Fig. 606, n. 1. Soit  $a$  la place du joint; tirez  $ac$  perpendiculaire au battant; prenez  $c$ , dans la ligne  $ac$ , pour centre du gond, et la partie plane  $ab$ , comme on pourra le juger nécessaire; de  $c$  avec un rayon  $cb$ , décrivez l'arc  $bd$ , et  $abd$  sera le vrai joint. La jointure du gond est toujours placée dans le bois, parce que plus elle est enfoncée, plus le joint sera couvert, quand il ouvrira à angles droits, comme fig. 606, n° 2; mais si le centre du gond sortait tant soit peu hors de l'épaisseur du bois, cela laisserait une ouverture qui serait un défaut.

*Manière de former les joints de styles, pour être attachés ensemble quand la charnière du gond est placée du côté opposé à la cannelure.*

Fig. 608. Soit  $c$ , le centre du gond;  $mi$  le joint du même côté;  $cb$  la profondeur de la cannelure au milieu de l'épaisseur des styles perpendiculaires à  $mi$ , et  $bf$  le point de l'autre côté parallèle à  $mi$ ; divisez  $ib$  en deux parties égales  $k$ , joignez  $kc$ ; décrivez sur  $kc$  une portion de cercle  $ckh$  qui coupe  $im$  en  $h$ , par les points  $h$  et  $k$  tirez  $hkg$ , qui coupe  $fb$  en  $g$ , et  $fg$ ,  $hm$  sera le joint vrai.

La fig. 609 représente la manière ordinaire d'attacher ensemble des volets, le gond ayant toute son épaisseur dans le volet, et non dans le cadre. Par ce moyen le volet n'est pas aussi solide que lorsque la moitié du gond est dans le cadre; mais cela permet de faire la doublure plus mince.

Il est à propos de remarquer ici que le centre du gond doit être sur le même plan que le devant du volet ou un peu au-delà, mais non en dedans de l'épaisseur.

Fig. 114. Supposez  $a d$  l'épaisseur de la porte; coupez-la en  $b$ ; tirez  $b c$  perpendiculaire à  $a b$ ; faites  $b e$  égal à  $b a$ ,  $c$  sera le centre du gond; avec un rayon  $c a$  ou  $c d$ , décrivez un arc  $a e d$ , lequel donnera le joint demandé.

Un autre mode est représenté fig. 613. Tirez  $ab$  parallèle au chambranle, et rencontrant l'autre côté en  $b$ , faites  $b d$  égal à  $b a$ , et joignez  $a d$  et  $c a$ ; sur le milieu de  $a c$  élevez une perpendiculaire  $e f a d$  en  $f$ , et qui rencontrera  $f$ , ce sera le centre du gond.

Les fig. 610, 611 et 612 montrent plusieurs manières de poser des volets, etc., toutes si simples qu'aucune explication n'est nécessaire pour faire comprendre leur usage.

Nous dirons maintenant quelques mots sur les châssis de fenêtre, les volets, etc., et sur la manière de les assembler.

Fig. 615, n° 1, élévation; n° 2, plan; n° 3 coupe d'une de ces pièces: le dessin montre comment chaque partie se lie aux autres.

N° 1. — Intérieur. — B, rebords montrant la même profondeur de plinthe que les blocs de pilastres; — CC blocs ou plinthes des pilastres; — DD, pilastres; EE, patères; —  $a a a$  intérieur du corps de châssis: —  $b b b$ , côté arrondi du style.

N° 2. Plan du corps de châssis, des volets, pilastres et autres parties expliquées dans les figures.

N° 3,  $a$  épaisseur du pilastre ou architrave;  $b$  entaille dans laquelle entre le volet;  $c$ , largeur du volet;  $d$  du châssis;  $e$  châssis inférieur;  $f$  châssis supérieur;  $g$  plan de séparation des châssis;  $h$ , doublure extérieure;  $i$ , épaisseur du mur en briques extérieur;  $k k$ , linteaux en bois de chêne ou de sapin;  $l$ , partie inférieure du linteau;  $m$ , architrave placée sur ces bases;  $n$ , solive pourvue d'une languette qui entre d'un côté dans le sommet de l'architrave;  $o$ , partie supérieure du châssis dormant;  $r$ , seuil du châssis dormant;  $s$ , seuil du châssis mobile;  $t$ , appui de la croisée.

La tige de fer qui porte les poulies de tous corps de châssis doit se projeter d'environ 8 à 10 millimètres au-delà du bord de l'ouvrage en brique, c'est-à-dire que la distance entre le devant de chacune de ces tiges doit être au moins de 20 millimètres de plus que dans l'espace intérieur séparé du mur; en sorte que le devant du volet se trouve sur le même plan que la maçonnerie extérieure.

Fig. 616, plan d'un corps de châssis avec volet fait sur le même principe et applicable aux mêmes fenêtres que le précédent.

L'épaisseur de la muraille est censée moindre que dans l'exemple ci-dessus:  $a$ , doublure extérieure;  $b$ , poulies;  $c$ , doublure intérieure;  $d$ , doublure de derrière;  $e f$ , contrepoids pour soulever le châssis;  $g$ , coulisse dans laquelle glissent les poids;  $h$ , plan de séparation des châssis;  $k$ , partie intérieure du châssis dormant portant des rainures pour recevoir le plâtre;  $m$ , volet de devant attaché à la doublure intérieure  $c$ ;  $s$ , architrave.

La figure 517 représente une coupe verticale du même corps de châssis; les mêmes lettres représentent les mêmes parties.

## ESCALIERS.

Cette partie est la plus importante de l'art du menuisier, et celle qui mérite la plus grande attention, tant pour le choix de l'emplacement que pour le dessin et pour l'exécution. Les avantages que l'on cherche ordinairement à réunir sont la convenance du local, l'élégance du dessin et le fini du travail. Il faut d'abord considérer l'espace que doivent occuper les escaliers, afin qu'ils aient avec les chambres la communication la plus facile.

Quand la hauteur d'un étage est assez considérable, il faut pratiquer des lieux de repos auxquels on donne le nom de *quarts de pas* ou *demi-pas*, suivant que la personne qui monte est obligée de décrire un quart de cercle ou un demi-cercle.

Dans des étages très élevés, mais qui n'offrent qu'un espace très rétréci, on fait décrire deux tours à l'escalier, ce qui diminue la hauteur des degrés; mais dans de grands escaliers on ne fait décrire qu'un seul tour, attendu que la longueur et la largeur de l'espace sont toujours proportionnées dans le plan à la hauteur du bâtiment, de manière à admettre des proportions et fixes et déterminées.

La largeur des marches ne doit pas être de plus de 0<sup>m</sup>38 ni moins de 0<sup>m</sup>27. Cependant on s'écarte souvent des règles; quand la hauteur de l'étage est donnée en mètres et celles des marches en centimètres, on peut réduire les mètres en centimètres, et diviser par le nombre de centimètres que doit avoir la hauteur des marches : le quotient sera le nombre des dernières.

C'est une maxime générale qu'une marche d'une plus grande largeur demande moins de hauteur qu'une marche moins large; ainsi une marche de 0<sup>m</sup>30 de largeur n'aura besoin que d'une élévation de 0<sup>m</sup>15; ce que l'on peut admettre pour règle proportionnelle pour les autres dimensions.

Quoiqu'il soit nécessaire d'adopter des règles générales dans la disposition d'un dessin, l'ouvrier doit toujours se prêter aux circonstances, et par conséquent la situation d'un bâtiment et sa destination sont la base qui sert à régler le mode de construction d'un escalier.

Un escalier géométrique est celui qui a une de ses extrémités appuyée contre le mur, et dont chaque marche dans la montée s'appuie sur celle qui est immédiatement au-dessous, depuis la marche la plus basse qui se trouve au bas de l'étage.

Les escaliers à tasseaux sont ceux qui ont une ouverture ou un puits avec des limons et des noyaux qui sont soutenus par des paliers et des supports; les tasseaux sont à onglet au bout de chaque degré, et fixés au limon, qui est façonné en dessous comme une architrave.

Les escaliers en biais sont ceux qui n'ont point d'ouverture ou de puits, et dont la rampe, la balustrade et l'élévation progressive, ainsi que les contours, retombent dans les mêmes plans verticaux; les marches sont assujetties à des appuis avec des noyaux et des supports, et les bouts des degrés de la base se terminent sur un côté de l'appui sans intervalle. Pour prendre les dimensions, et faire le plan et la coupe des escaliers, prenez une règle, et après avoir compté le nombre des marches, marquez la hauteur de l'étage en pla-



cant la règle sur le palier inférieur ; divisez la règle en autant de parties qu'il doit y avoir de degrés, si vous avez une surface unie sur laquelle vous deviez opérer en bas de l'escalier, mesurez chacun des degrés en avançant : par là vous empêcherez qu'il y ait erreur en plus ou en moins ; car lorsqu'il se trouve d'abord une erreur, elle finit par devenir très considérable par l'accroissement successif qu'elle prend ; une légère différence dans le dernier degré fera non seulement un mauvais effet à l'œil, mais pourra même troubler les personnes qui ne réfléchiront pas à une semblable irrégularité. Afin de mesurer les degrés exactement, au moyen du mètre, si vous n'avez pas une surface unie sur laquelle vous puissiez opérer, le mieux sera de placer deux règles divisées sur les planches et d'égaliser leur surface avec celle du plafond : placez une de ces règles un peu en dedans du limon et l'autre près du mur, de manière qu'elle soit à angle droit avec la ligne saillante du premier degré, et, ce qui est la même chose, parallèle au plan du limon du premier degré. Marquez la largeur des marches sur ces règles, et comptez les degrés : non seulement vous pouvez marquer la largeur des paliers, mais celle des contours.

Dans les degrés à tasseaux, comme l'angle intérieur est ouvert au bout et n'est pas fermé par la rampe, ainsi que dans les marches ordinaires en biais, et comme l'on fait attention à la netteté de l'ouvrage dans cette sorte d'escaliers, de même que dans ceux qui sont géométriques, il faut que la balustrade se termine en queue d'aronde sur les bouts des degrés, et qu'il y en ait deux par chaque degré. La face de chaque balustrade doit être parallèle à la face du degré, et, comme toutes les balustrades doivent être divisées en parties égales, la face de la balustrade moyenne doit se trouver au milieu de la face du degré qui précède et de celui qui succède. Les degrés et le haut de la montée sont bloqués et unis ensemble : après qu'on les a placés sous la partie inférieure de la marche, on les cloue et on les visse dans le rebord inférieur du degré, et l'on ajuste les tasseaux aux limons, attendu que dans les escaliers en biais les pièces d'arrêt et celles de l'escalier sont semblables. La meilleure manière d'unir ensemble les marches, c'est d'ajuster une barre qui rende l'angle extérieur de la marche égal à sa surface.

Les marches des escaliers géométriques doivent être construites de manière à avoir une apparence de légèreté et d'élégance dans le dessin ; à cet effet, et pour assurer la solidité de la bâtisse, les marches et les montants, quand ils sont aplanis, ne doivent pas avoir moins de trois millimètres, en supposant que la largeur de la marche soit de 1<sup>m</sup>20 ; on peut l'augmenter de trois millimètres par chaque longueur de quinze centimètres en sus.

Les montants doivent être placés en queue d'aronde dans les couvertures ; et quand on veut placer les manches, on les visse par dessous au bord inférieur des montants. Les tenons dans lesquels on enfonce les vis doivent être faits avec une mèche à pointe, puis ajustés avec du bois, de manière à cacher entièrement les vis, et à donner à l'ouvrage l'apparence d'une surface uniforme. Les tasseaux sont à onglet sur le montant et les bouts en sont arrondis. Il y a cependant dans cette méthode un défaut évident ; car ces tasseaux, au lieu de servir de supports, reposent eux-mêmes sur les degrés, et ne servent, comme force, qu'à lier les montants et les marches des angles intérieurs. Celles-ci formant un creux ou un angle rentrant, excepté aux bouts, qui

terminent par le mur d'un côté et par les tasseaux de l'autre, il n'y a point ici de régularité. La cavité est conduite autour de la face du montant, revient au bout, et est en retraite autour du tasseau; s'il y a un limon ouvert, c'est-à-dire si le dessous des escaliers est ouvert à la vue, on continue la cavité le long de l'angle de la marche et du montant.

Pendant la meilleure méthode pour construire des escaliers géométriques consiste à placer des limons, à mettre les tasseaux à onglet avec les montants comme d'ordinaire, et enfin à clore le tout avec des lattes et du plâtre; ce qui formera un plan incliné sous chaque escalier et une surface tournante à chaque contour.

Pour construire un étage d'escalier géométrique, il faut que les supports soient fabriqués ensemble, en sorte qu'en les plaçant ils forment un escalier parfait. Chaque pièce de l'ouvrage qui forme un montant doit être bien enclavée par les bouts. Cette méthode est toujours bonne à recommander lorsqu'il s'agit d'unir la force à la solidité, attendu que les marches et les montants sont entièrement assujettis aux supports, et que, si on les joint bien ensemble, il ne céderont jamais, même sous un poids considérable.

La fig. 619 fait voir la coupe d'un ouvrage de ce genre ajusté et enclavé dans ses parties de la manière dont nous venons de donner la description.

Lorsque l'on prépare le limon pour la partie de la guirlande, il faut faire un cylindre de la dimension de l'ouverture du puits de l'escalier, ce qui peut avoir lieu avec peu de frais. Ensuite on place la dernière marche et le montant des paliers d'un côté, puis la première marche et le montant de l'étage qui retourne sur le côté opposé à leurs hauteurs respectives. Sur le centre de la surface courbe de ce cylindre, marquez le milieu entre les deux, et avec un morceau de bois mince arrondi avec le ciseau et le rabot coupez les deux bouts de ces étages, et, en passant par la hauteur marquée sur le cylindre, tirez une ligne qui donnera la guirlande formée par les bouts des tournants; puis tirez tous les tournants sur cette ligne, en la divisant en autant de parties que vous avez de montants. Chaque point de division sera le bout de ce tournant. Après avoir ainsi procédé et soigneusement examiné vos largeurs et vos hauteurs, en sorte qu'il ne se présente pas d'erreur, préparez un revêtement de la largeur que vous voulez donner à votre limon et de la longueur indiquée par votre cylindre; puis après l'avoir mis en place sur votre cylindre, continuez à unir un nombre de blocs d'environ 2 à 3 centimètres de large derrière le revêtement, avec leurs fibres parallèles à l'axe du cylindre; quand ils seront secs cela formera le support pour la partie de la guirlande de l'escalier qui devra être ajustée aux limons en ligne directe. Il est nécessaire d'observer ici que 12 à 15 centimètres du limon direct doivent se trouver dans le même morceau que le limon circulaire, de manière que les joints tombent vers le milieu entre le premier et le dernier étage; ce qui empêchera qu'il y ait de courbure irrégulière: on ne pourrait autrement l'empêcher.

La fig. 618, n° 1, est le plan d'un escalier en biais, *a* est le centre des noyaux, *e* celui du noyau supérieur. Le n° 2 est leur élévation.

A B les noyaux; la partie A C est tournée. D E est le noyau supérieur, F G la pièce du support. H I est un limon supérieur ajusté dans le noyau. K est la solive ajustée sur les chevêtres.

Pour décrire les rampes, produisez la partie horizontale du coude jusqu'au

point  $L$ , ainsi que la partie inférieure de la rampe, jusqu'à ce qu'elle rencontre la face de la première balustrade au point  $c$ ; faites  $cd$  égal à  $cD$ , et sur  $Ad$ , et du point  $d$ , tirez la perpendiculaire  $dL$ ,  $L$  sera le centre servant à décrire la rampe  $dD$ .

La règle à étage  $ab$  est un instrument essentiel pour pouvoir attacher les marches; car si l'on se sert à cet effet des moyens ordinaires, l'ouvrier est très exposé à se tromper et à rendre l'escalier défectueux; ce qui ne peut avoir lieu si l'on fait usage de la règle à étage pour mesurer chaque montant, et pour régler ainsi successivement tous les autres.

Dans la construction des escaliers biais, le plus important est de prendre les dimensions sur une surface unie, de représenter tous les noyaux et toutes les marches, puis la situation des supports, les morceaux à rajuster, les montants et les traverses, comme aussi les limons: les limons, les rampes et les noyaux, après avoir été ajustés ensemble, doivent être placés sur des supports provisoires. Le limon indiquera la position des morceaux à rajuster; cet ajustement se fait en enclavant solidement un bout dans le mur et attachant l'autre au limon, après quoi l'on place les autres attaches, et l'on termine la partie du support des montants. Après cela, on place les marches en commençant, et en continuant à travailler vers le haut; il faut que toutes les marches soient fermement clouées aux montants.

Dans le meilleur genre d'escaliers biais, on retourne les bouts; quelquefois les montants sont cintrés aux tasseaux, et quelquefois attachés avec des liens. Dans ce dernier cas, on cintre un creux autour de l'angle intérieur du côté supérieur de la marche et la face du montant; souvent ce limon est ajusté dans le noyau, et a une entaille pour recevoir les bouts des marches; l'autre bout a une planche à entailles correspondantes, et toute la montée a la forme d'une *échelle à marches*.

Fig. 619, nos 1 et 2, est un plan et une élévation d'escalier géométrique. La partie inférieure, no 2, indique la section des marches et des supports qui sont fabriqués ensemble, comme on l'a dit au commencement de cet article.

La manière de trouver les différents moules nécessaires dans la formation de la partie de la guirlande de la rampe, est indiquée dans la figure suivante.

Dessinez le rouleau d'une rampe.

Fig. 620. Tracez d'abord un cercle de 0<sup>m</sup>09 de diamètre; divisez ce cercle et son diamètre en trois parties égales; faites dans le centre du cercle un carré égal à une de ces parties, et divisez chaque partie du carré en six parts égales.

La fig. 4 fait voir ce carré sur une échelle de proportion plus grande, et placé dans la même position que le petit carré en dessus avec les différents centres indiqués. Le centre au point 1 se trace de  $a$  à  $b$ ; le centre au point 2 depuis  $b$  jusqu'à  $c$ , et le centre au point 3 de  $c$  à  $d$ , ce qui complétera, au point  $e$ , la révolution extérieure; placez l'épaisseur de la balustrade  $cl$  au point  $x$ ; tirez en dedans le revers de l'escalier, et le rouleau sera complété.

Dessinez le contour des marches. Mettez les balustrades à leur place sur chaque quart de rouleau. Fig. 3: la première balustrade montre le retour de l'extrémité autour de la marche; la seconde placée au commencement de la tresse, et la troisième à un quart de distance et de front avec le dernier montant; puis placez la projection du bout en dehors, et tirez le tout au tour à une égale distance du rouleau, ce qui donnera la forme du contour.

Il vaut toujours mieux extraire le rouleau d'une pièce de bois dont les fibres soient dans la même direction que la rampe, plutôt que de faire des joints, attendu que cette sorte de rouleau est plus forte et plus belle que tout autre à un ou deux joints. Nous allons donc donner ici la méthode pour trouver un moule de face à appliquer sur la surface de la planche.

Placez votre équerre  $lmn$  avec les points  $m$   $n$  qui passent à travers l'œil du rouleau ; prenez la longueur de la ligne  $on$  avec ses divisions, et mettez-la sur  $on$ , fig. 621 ; puis après avoir tracé vos lignes régulières, prenez les diverses distances  $2x$ ,  $3z$ ,  $4v$ , etc., et transportez-les sur  $2y$ ,  $3z$ ,  $4v$ , etc. ; après avoir pris le reste des points de la même manière, vous pourrez tracer une courbe qui sera le modèle que vous cherchez.

*Trouver l'épaisseur parallèle de la planche.*

Fig. 122. Supposons que  $lmn$  soit la planche à équarrir, et que le niveau du rouleau s'élève d'un sixième, c'est-à-dire divisez  $lm$  en six parties égales : la division du centre sera le haut du niveau du rouleau ; du bout de la planche à équarrir, prenez, depuis  $n$  jusqu'à  $o$ , la moitié de l'épaisseur de la balustrade en dedans, puis prenez, depuis  $o$  jusqu'à  $p$ , la moitié de la largeur de la rampe sur le bout au point  $p$ . Le point  $n$  étant celui où vient la face du montant, le point  $p$  sera la projection de la rampe en face de ce point : tirez une ligne ponctuée qui touche le bout du rouleau et qui soit parallèle à  $ln$  ; la distance entre cette ligne ponctuée et le bout inférieur du rouleau donnera l'épaisseur exacte de la planche ; mais il n'est pas indispensable que l'épaisseur aille tout à fait de l'autre côté, car si elle vient jusqu'au bas de la cavité, cela suffira, attendu qu'un petit morceau collé sous la cavité ne pourrait se distinguer, et ne nuira en aucune manière au rouleau. Dans les cas ordinaires où la marche est d'environ  $0^m275$  et le montant de  $0^m16$ , on peut tirer le rouleau d'un morceau de bois d'environ  $0^m12$  d'épaisseur.

Pour tracer la section d'une rampe qu'on suppose de  $0^m05$  d'épaisseur, et de  $0^m056$  de large, qui sont les dimensions ordinaires (fig. 622), supposons qu' $A B C D$  soit une section de la rampe dans son équarrissage ; de  $a$  comme centre, décrivez un arc qui vienne toucher  $AB$ , et qui rencontre  $aA$  et  $aB$  ; prenez la distance entre le point de section sur  $aA$  et  $A$ , et transportez-la du point  $o$  jusqu'au point  $K$ . Tracez sur la même ligne  $aA$  celle  $DK$  ; de  $K$  avec la distance entre  $K$  et le bout de l'arc, décrivez un autre arc qui rencontre  $DK$  ; avec la même longueur décrivez un troisième arc dont la courbure soit en sens inverse.

Nous terminerons ce chapitre en parlant de la manière de construire les rampes, travail qui demande toute l'habileté et l'adresse de l'ouvrier. Ce travail est fondé sur ce principe de géométrie, que si on coupe un cylindre dans une direction autre que parallèle à l'axe, la section sera une ellipse ; si on le coupe parallèlement à l'axe, la section sera un rectangle, et si on le coupe parallèlement à la base, un cercle.

Maintenant, supposons qu'on fasse un cylindre creux du volume du puits de l'escalier, dont l'intérieur soit concave et l'extérieur convexe ; que le cylindre soit coupé par un plan incliné ou oblique : la section formée sera terminée par deux ellipses semblables ; conséquemment la section aura sa plus grande

largeur à chaque extrémité du grand axe, et sa moindre largeur à l'extrémité du petit axe. Il y aura donc dans chaque quart de l'ellipse une augmentation continuelle de largeur, de l'extrémité du petit axe à celle du grand. Il est évident qu'on peut toujours couper un cylindre par un plan passant par trois points ; en supposant donc que nous ayons la hauteur de la rampe dans chaque trois points du cylindre, et que nous coupions le cylindre par ces points, la section sera une figure égale et semblable au moule de face de la rampe ; si l'on coupe le cylindre par un autre plan parallèle à la section, à une distance de cette section telle qu'elle contienne l'épaisseur de la rampe, cette portion du cylindre représentera une partie de la rampe avec ses surfaces verticales déjà déterminées, et, en outre, si la surface inférieure et postérieure de cette portion cylindrique est équerriée dans les lignes verticales, soit sur le côté concave, soit sur le côté convexe, par deux lignes parallèles déterminées tirées par un morceau de bois mince ployé de ce côté, la portion du cylindre ainsi formée représentera la partie de la rampe que l'on veut faire.

Quoique ce que nous venons de dire n'ait rapport qu'à des rampes cylindriques, on peut cependant en faire l'application à des rampes construites dans des formes quelconques.

Le moule de face s'applique aux deux faces de la planche, et est réglé par une ligne tirée sur son tranchant, laquelle ligne est verticale quand la planche est élevée à la position qu'on veut lui donner ; on l'appelle aussi le moule à angles obtus.

Le moule d'abatée est un morceau de bois mince que l'on applique et que l'on ploie sur le côté du morceau de la rampe, afin de dessiner et de tracer les surfaces postérieure et inférieure qui doivent être formées de manière que chaque ligne droite de niveau, dirigée vers l'axe des joints de tous les points du côté de la rampe formée par les bords du moule à angles obtus, coïncide avec la surface. Afin de couper la portion de la rampe dans la moindre épaisseur possible, on tourne la planche sur un de ses angles, de manière que la surface supérieure ne soit nulle part à angles droits avec un plan vertical qui passerait au travers de la corde de l'arc du plan ; on appelle la planche ainsi placée *planche à angle saillant*.

La planche de support est une planche triangulaire et à angle droit, ajustée au montant et à la surface de la marche, et de la hauteur du montant ; quand il y a des tournants et des paliers, il faut deux planches de support à chaque marche, et elles doivent être de même hauteur, attendu que l'élévation des marches est toujours la même. Le biais que l'on fait prendre au bord de la planche quand on change son angle droit en angle obtus, s'appelle l'angle obtus de la planche.

La formation de la surface inférieure et supérieure d'une rampe s'appelle la chute de la rampe ; la partie supérieure de la rampe s'appelle le dos de la rampe.

Il est nécessaire, dans la construction des rampes, de placer la planche obliquement, et ensuite de retrancher le bois superflu en se réglant sur le plan que forme le moule de face, ce qu'un ouvrier habile peut exécuter, au moyen d'une scie, avec une exactitude qui ne demande plus aucune autre réduction ; après qu'on aura placé la planche, la surface des deux côtés sera verticale dans toutes ses parties et perpendiculaire au plan. Afin de fermer le dos et la sur-

face inférieure, on applique le moule d'abatée sur un côté, généralement sur le côté convexe, de manière que le bord supérieur du moule d'abatée par un bout coïncide avec la face de la planche; on en fait de même au milieu, et on laisse à l'autre bout assez de bois pour ne pas réduire la planche du côté concave. De cette manière on forme le morceau de bois dans la guirlande ou la tresse qui correspond aux hauteurs données.

Nous avons indiqué dans les figures suivantes la manière de trouver les moules nécessaires pour construire une rampe sur un plan circulaire.

La fig. 623 est le plan qui indique la partie des tournants qui sont, dans ce cas, au nombre de huit, comme aussi l'endroit du joint.

Figure 624. Supposons que AAA, etc., soit l'extérieur, et *a a a* l'intérieur du plan; que B C D soit une ligne qui passe au travers du milieu de la largeur: B G D est alors une ligne qui passe au travers du centre de la largeur B C en droit, et C D est un quart de la circonférence du cercle; le point E est le point central de l'arc C D: B est à une extrémité de la ligne B G E D, et D est à l'autre.

Divisez-le quart de cercle C D en un nombre donné de parties égales qui, dans cet exemple, est de quatre; tirez la ligne droite M N, et faites M N égal à la hauteur d'une marche; tirez O P parallèle à M N, et faites O P égal en longueur à la largeur d'une marche, et joignez P M.

Tirez N s perpendiculaire à M N. Dans N s, faites N o égal à la hauteur de quatre des tournants, et joignez o M. Courbez l'angle au point M, de la manière que nous avons démontrée ci-dessus, par des lignes d'intersection. Par o tirez *xy* perpendiculaire à M o; faites o *x* et o *y* égales chacune à la moitié de la largeur du moule d'abatée, et tirez les bords inférieurs et supérieurs du moule.

Joignez D E, fig. 624, et tirez D E sur F; tirez D G et E L; faites D G égal à un quart ou à toute partie donnée de la hauteur, depuis N jusqu'au bord supérieur du moule d'abatée, fig. 625, et E L égal à un quart ou à la partie donnée de la hauteur, depuis Q jusqu'à la partie supérieure du moule d'abatée. Joignez G L et faites qu'il rencontre D E au point F; tirez la ligne B F; tirez ensuite I K, par le centre F, perpendiculaire à B F; tirez *ab*, *ab*, etc., qui rencontrent I K, à toute distance convenable de K I. Tirez *cd* parallèle à I K; rendez-la perpendiculaire du moule de face égale à sa hauteur correspondante sur le moule d'abatée, et tirez la ligne droite *ce*; puis tirez les figures régulières A *b*, A *b*, etc., et continuez-les jusqu'à ce qu'elles rencontrent *ce*; et des points d'intersection tirez les lignes perpendiculaires à *ce*, et fixez les distances comme on le voit par les lettres correspondantes. Si l'on trace une courbe qui passe par ces points, le moule de face sera complet.

La ligne supérieure *rrr*, etc., reste sur le moule d'abatée pour régler sa position quand on le ploie sur la surface convexe, comme la ligne *rrr*, et elle tombera dans la surface plane du faite de la planche. On obtient cette ligne en faisant les perpendiculaires *fr*, *2 r*, *fr*, etc., égales aux perpendiculaires correspondantes *fb*, *fb*, etc.

Trouver le moule de face d'un escalier, de manière que, quand on le placera à sa distance convenable, il se trouve perpendiculaire au plan sur lequel il est élevé et de niveau dans la descente.

Fig. 625. Tirez la ligne centrale  $ab$ , parallèle aux côtés de la balustrade, sur la ligne droite  $ab$ ; appliquez la planche de support d'un palier; de  $b$  à  $c$  tirez les lignes régulières  $nm$ ,  $op$ ,  $qr$ ,  $st$ ,  $uv$ , à volonté, en observant d'en tirer une du point  $r$ , en sorte que vous puissiez obtenir exactement le même point dans le moule de face, puis prenez les parties qu'indiquent les parties régulières sur la ligne  $ab$ , et appliquez-les à la figure 627; une courbe tirée par ces points sera le moule de face demandé.

Trouver le moule d'abatée.

Fig. 626. Divisez le rayon du cercle en quatre parties égales, et placez trois de ces parties depuis  $4$  jusqu'à  $a$ , au travers d' $xy$ , qui sont les extrémités du diamètre de la balustrade; tirez  $ax$  et  $ay$ , et prolongez-les jusqu'à ce qu'ils touchent la tangente  $AB$ ;  $AB$  sera la circonférence du demi-cercle  $xy$  que l'on applique de  $A$  à  $B$ , fig. 628, comme d'une ligne servant de base. Faites  $Aa$  la hauteur d'une marche; tirez l'hypothémuse  $aB$ ; appliquez la planche de support d'un palier aux points  $abc$  et  $Bde$ , puis courbez l'angle par intersection des lignes et tirez une ligne qui lui soit parallèle pour le bord supérieur du moule.

#### DE LA PLÂTRERIE.

Le plâtrier est un ouvrier auquel les décors de l'architecture doivent une portion considérable de leur effet, et dont l'art est nécessaire dans tous les genres de bâtisse.

Les instruments du plâtrier consistent en une pelle ordinaire, en un instrument à deux ou trois fourches ployées verticalement par rapport à la ligne du manche, autrement dit râteau, pour mêler et remuer le plâtre; il emploie encore des truelles de diverses façons, des pioches, des règles et des équerres.

Les truelles dont se servent les plâtriers sont faites avec plus de soin que les instruments de même nom dont se servent les autres ouvriers. L'instrument qui sert à prendre le plâtre et à l'unir consiste dans un morceau plat en fer d'environ 25 centimètres de longueur et 6 centimètres de largeur, très mince, et ayant d'un bout la forme d'un demi-cercle; l'autre bout est carré; sur le derrière de la plaque, près la partie carrée, est fixée une petite tige de fer avec deux embranchements; l'un est assujéti à la plaque, et l'autre à un manche rond en bois. C'est avec cet outil que le plâtrier applique le plâtre. Les autres sortes de truelles ont plusieurs dimensions, et servent à jager le plâtre fin employé aux corniches et aux moulures, etc. La plus grande longueur de ces outils est de 17 à 18 centimètres; ils sont d'acier poli d'environ 7 centimètres de largeur au talon, et se réduisent graduellement en pointe. Un manche est adapté au talon ou à la partie large de l'outil.

Les outils pour boucher et creuser sont faits d'acier poli de diverses dimensions, quoique le plus généralement d'environ 18 à 20 centimètres de longueur, de 12 millimètres de largeur, aplatis par les deux bouts, et le corps tant soit peu rond. On emploie ces outils à modeler et à finir les chapiteaux et les contours des corniches, comme aussi à remplir et à perfectionner les ornements dans les jointures.

Les équerres sont destinées à maintenir l'ouvrage dans une ligne unie ou perpendiculaire, et les modèles ou les moules servent à confectionner les moulures unies, les corniches, etc. Le plâtrier doit en avoir un grand nombre, attendu qu'il ne peut presque pas finir un ouvrage sans leur secours.

Les ouvriers habiles maintiennent leurs outils très propres, et les font polir par les rémouleurs.

Les plâtriers ont différents termes techniques dont ils se servent pour distinguer les diverses parties de leur ouvrage et en fixer la valeur, tels que gâcher et préparer, dresser, latter, rendre, stuc truillé, etc. Nous donnerons plus loin une explication de ces termes.

On emploie aussi la chaux en grande quantité dans toutes les opérations où l'on se sert du plâtre, et c'est pourquoi nous allons faire quelques observations sur les propriétés de cette matière si importante.

Tous ceux qui ont écrit sur la chaux considérée comme ciment ont cherché à déterminer quelle était la proportion convenable de sable qu'on devait employer pour faire le ciment le plus parfait ; mais il est évident, en y réfléchissant un peu, que toutes les règles prescrites sont très vagues, très incertaines, et ne peuvent être pour l'ouvrier que d'une utilité médiocre ; car, outre la différence qui résulte du plus ou de moins de calcination, il est certain que certaines espèces de pierres à chaux sont plus pures que d'autres, et contiennent moins de parties sablonneuses ; et il serait absurde de dire qu'il faille avec la chaux pure la même portion de sable qu'avec celle qui en contient déjà davantage en soi-même lorsqu'il s'agit de faire du mortier.

On trouvera donc que la différence relative à la proportion de sable à employer est très grande. On a cependant établi que le meilleur mortier était celui fait avec onze parties de sable et une de chaux, en y ajoutant avec mesure une quantité de sable égale à deux ou trois fois le volume de la chaux, ou environ trois fois son poids. Si donc on suppose que chaque partie de chaux a été assez calcinée pour être dans un état de causticité, on ne peut pas calculer moins de quarante-sept parties de sable pour une de chaux ; cependant on ne peut guère supposer qu'abstraction faite de l'eau, la chaux tout à fait anhydre et parfaitement caustique, fasse plus de la centième partie de cette masse.

Ces données doivent faire penser combien il est difficile, pour ne pas dire impossible, de déterminer la proportion entre le sable et la chaux que l'on emploie à faire du mortier, attendu que cela dépend de la nature de la chaux même, et de beaucoup d'autres circonstances qui forment une infinité d'exceptions à la règle générale. Mais on peut en inférer que de nos jours on se trompe plutôt en mettant trop peu qu'en employant trop de sable.

On peut cependant faire l'observation que le sable naturellement incorporé à la pierre à chaux est mieux mélangé qu'on ne peut le faire par une opération mécanique. En sorte qu'on ne peut espérer de faire d'aussi bon mortier en employant la chaux pure avec une aussi petite portion de matière calcaire et caustique, qu'on y parvient quelquefois quand la chaux contient naturellement une très grande quantité de sable. Il paraît cependant également indubitable qu'en employant une bien plus grande quantité de sable que dans l'usage ordinaire, et en le mêlant avec soin et l'employant promptement, on parviendrait à produire un mortier plus parfait qu'il ne l'a été dans les expériences que l'on en a faites.



Une autre circonstance qui tend grandement à diversifier la qualité du mortier, à rendre nécessaire une plus grande ou une plus petite proportion de sable, c'est la manière de préparer la chaux avant de la mélanger dans l'eau. Car il est de grande importance dans la plâtrerie que chaque particule de chaux soit éteinte avant d'être employée, attendu que l'égalité de la surface est le point le plus essentiel, et que si on emploie quelque particule de chaux sans qu'elle soit parfaitement éteinte, l'eau continuera son action sur ces particules, et les forcera à se dilater; ce qui occasionne sur la surface du mortier les excroissances que l'on appelle *vessies*. En conséquence, pour obtenir un genre de mortier parfait, il est nécessaire que la chaux, avant d'être employée, reste pendant un long espace de temps à tremper et à fermenter dans l'eau : le même procédé, quoiqu'il ne soit pas absolument nécessaire, augmenterait beaucoup la bonne qualité de la chaux employée à faire du mortier. Il faut mettre beaucoup de soin à le préparer; la principale chose c'est que la chaux soit bien cuite, et que l'on ne mette pas plus de chaux qu'il n'en faut pour la détrempier suffisamment dans l'eau. La meilleure chaux bien cuite demande à tremper pendant quelques jours.

On a toujours généralement admis que la pierre à chaux la plus dure est celle qui donne le mortier le plus ferme; d'où l'on conclut en général que la chaux faite avec de la craie produit un mortier bien moins tenace que celle qui provient de la pierre de marbre ou autre calcaire dur; il est probable pourtant que, si cela est vrai, c'est par suite de circonstances indépendantes et non par une propriété naturelle.

Dans la préparation du mortier, on mêle à la chaux différentes substances; nous allons en parler pour faire connaître leurs bonnes et mauvaises propriétés.

Celles dont on se sert généralement sont, outre des sables de diverses dénominations, de la pierre ou de la brique pulvérisée, et des coquilles concassées. Quand on cherche plutôt à obtenir la densité que la dureté, on prend de la chaux bien éteinte et bien sèche, jusqu'à ce qu'elle ait perdu presque tout son effet, et on la mêle avec de la craie ou du blanc en poudre, du plâtre dans des proportions données, avec du poil et d'autres matières de ce genre. On a plus récemment recommandé d'autres ingrédients, tels que des boules de terre préparées et légèrement cuites, des vieux mortiers mis en poudre et tamisés, et d'autres matières du même genre qui sont applicables à divers objets. On se sert du plâtre de Paris pour donner la dernière forme, et finir les parties les plus délicates de l'ouvrage.

La pierre à plâtre ou gypse se trouve dans divers endroits des environs de Paris, d'où il tire son nom; on le calcine pour le réduire en poudre et lui ôter son eau de cristallisation. Le meilleur provient de Montmartre.

On cuit les pierres dans des fours qui sont en général d'une construction très simple, et souvent bâtis en gypse; on place les pierres que l'on veut calciner les unes sur les autres, sans les trop serrer, de manière à ce qu'elles forment un tas parallépipède; on y a ménagé des voûtes pour mettre le feu, et des intervalles qui servent à donner une chaleur modérée et à la disperser également.

Il ne faut pas pousser la calcination à l'excès, autrement le plâtre ne formerait pas une masse solide en le mêlant avec une certaine quantité d'eau.

Pendant la calcination, l'eau de cristallisation s'élève comme une vapeur blanche qui se dissipe promptement dans l'air si l'atmosphère est sèche. Le broiement des morceaux calcinés se fait quelquefois au moyen de moulins qui sont construits à cet effet ; et quelquefois ce sont des hommes qui s'acquittent de cette opération au grand détriment de leur santé, à cause de la poussière qui se fixe sur leurs poumons.

Sur la rivière du Volga en Russie, où une des principales occupations des gens de la campagne consiste à brûler le gypse, on brûle sans distinction toute sorte de gypse sur des grils faits en bois ; on réduit ensuite le plâtre en poudre, on le passe par un tapis, et ensuite on le mêle avec du mortier ; moins le gypse est mêlé à d'autres substances, plus il est bon à faire des modèles, du stuc, etc. Le gypse dit lamelleux ou sélénite, qui est l'espèce la plus pure, sert à prendre des impressions de médailles et de monnaies, et à faire ces belles imitations de marbre, de granit et de porphyre, que l'on connaît sous le nom de scagliola, qui dérive du mot italien *scagli*.

Deux ou trois cuillerées d'albâtre gypseux calciné, mêlé avec de l'eau, se coaguleront au fond du vase au moyen de l'eau, et formeront une pierre dure malgré l'eau qui les entoure ; la propriété du gypse calciné de se coaguler ou de former un sédiment est beaucoup diminuée ou altérée si on garde cette poudre pendant longtemps, surtout en plein air. Quand on l'a une fois trempé dans de l'eau et laissé durcir, on ne peut plus en faire usage, à moins de le calciner de nouveau.

Le plâtre de Paris délayé dans l'eau, et ayant la consistance d'une pâte molle, durcit par l'action de l'air, et sa masse se trouve augmentée. Cette propriété de passer d'un état de mollesse à un état solide, et de se dilater en même temps, est extrêmement utile ; elle fait du plâtre une matière excellente pour remplir les creux dans divers ouvrages où d'autres mélanges argileux se resserreraient trop et laisseraient des vides. Cette expansion du plâtre contribue à l'élégance et à la pureté des impressions faites avec cette matière, attendu que les traits les plus délicats des figures sont représentées avec exactitude.

On se sert quelquefois en Angleterre d'un genre de plâtre plus grossier, que l'on tire d'une pierre bleuâtre qui ressemble beaucoup à celle dont les terres grasses se font en Hollande ; on l'emploie quelquefois à faire des planchers dans les maisons de maître et dans les greniers à blé. Cette pierre, quand on la brûle de la même manière que la chaux, prend un extérieur blanchâtre ; mais elle ne fermente pas en la mêlant dans l'eau ; on la réduit en poudre fine quand elle est refroidie. On met environ 30 à 40 litres de cette poudre dans un seau, et on y mêle de l'eau jusqu'à ce qu'elle devienne liquide ; dans cet état, on la remue avec un bâton et on s'en sert sur-le-champ ; car, en moins d'un quart d'heure, elle durcit et ne peut plus servir. On ne se sert pas toujours de plâtre pur ; souvent on emploie dans l'intérieur de l'ouvrage le *musicue* ; il se fait d'un mélange de plâtre et de terre ; on y ajoute des filaments d'écorce de chêne ou de tan. On mêle d'abord la quantité nécessaire de sable avec le plâtre, et l'on y ajoute les filaments de tan au moyen d'un râteau.

On fait un mortier fin en mélangeant de la chaux pure éteinte au moyen d'une petite quantité d'eau, et ensuite sursaturée d'eau et mise dans un seau

dans un état de fluidité; elle y reste jusqu'à ce que l'eau en soit évaporée, et, dans quelques cas particuliers, on y mêle une petite partie de filaments de tan. Quand on se sert de ce mortier fin pour le dedans des murs, on le mêle avec du sable fin bien lavé dans la proportion de trois parties de mortier fin contre une partie de sable, et on l'appelle alors du stuc bâtard ou de la truillée; c'est avec ce mortier que l'on finit tous les murs que l'on veut peindre.

On fait un ciment composé de trois cinquièmes de mortier fin et d'un cinquième de plâtre de Paris mêlés ensemble dans de l'eau, en petite quantité chaque fois, afin qu'il prenne du corps plus facilement. On se sert principalement de cette composition pour faire des corniches et des moulures, en y appliquant des moules en bois.

Les mots techniques dont se servent les plâtriers pour distinguer les diverses parties de leur ouvrage vont actuellement fixer notre attention.

Le lattage, qui est la première opération, consiste à clouer des lattes sur les plafonds ou les divers compartiments; si les lattes sont en chêne, on se sert à cet effet de clous en fer travaillé; mais si elles sont en bois de sapin, on peut se servir de clous de fonte. On emploie généralement à Londres des lattes en bois de sapin importées d'Amérique ou du Nord en morceaux appelés *ma riers*. On fait les lattes de 0<sup>m</sup>90 à 1<sup>m</sup>20 de longueur, et, quant à leur épaisseur et à leur solidité, on les divise en lattes simples, lattes et demi, et lattes doubles. Les lattes simples sont les plus simples et les moins chères. On suppose que les lattes et demi sont d'un tiers plus épaisses que les simples, et que les doubles sont deux fois aussi épaisses que ces dernières. Il faut que le plâtrier, lorsqu'il garnit un plafond de lattes, se serve des deux longueurs dont nous venons de parler, et, en les clouant, il doit avoir soin de les briser autant que possible par les bouts à l'endroit où elles se joignent, afin qu'elles soient plus propres à recevoir et à retenir le plâtre dont on doit les couvrir. On emploie les lattes les plus minces à faire des cloisons, et les plus épaisses à plafonner.

On distingue aussi les lattes en première et seconde qualité. On doit toujours se servir des premières pour la couverture des maisons; les plâtriers se servent plus ordinairement des secondes. Il faut que les lattes soient fendues aussi unies que possible; on ne doit pas se servir de celles qui sont inégales et de travers, où il faut en retrancher la partie défectueuse, en observant de placer la partie concave en dehors quand elle n'est pas trop saillante.

On se sert pour faire des lattes de la méthode suivante: les ouvriers coupent leur bois de la longueur voulue, et fendent chaque morceau avec des coins en huit, douze ou seize parties, selon son épaisseur; puis ils se servent d'une doloire pour lui donner la largeur requise en suivant le fil du bois, et enfin ils l'aplanissent.

Après avoir cloué les lattes dans l'ordre qui est convenable, le plâtrier doit ensuite les recouvrir avec du plâtre ou de la chaux; l'opération la plus simple et la plus commune c'est d'appliquer le plâtre, c'est-à-dire de couvrir d'une couche de plâtre ou de mortier tout le plafond ou toute la cloison; il faut, dans cette opération, avoir soin que cette couche soit égale et unie dans tous les sens. C'est le genre de plâtrerie le moins cher. Sa préparation se fait de la même manière que la précédente; mais ce ne sont là que les préliminaires

d'une opération plus soignée. Après avoir appliqué le plâtre ou le mortier, on se sert de l'extrémité d'une latte pour le rendre susceptible de recevoir le crépis que l'on met dessus.

Quand l'ouvrage a été latté et recouvert d'une couche de chaux mêlée de filaments, et quand il a acquis la densité et la sécheresse nécessaires, on le recouvre d'un vêtement uni consistant seulement en chaux, ou, comme l'appellent les ouvriers, *en revêtement uni*. On applique ce revêtement avec une truelle unie dont l'ouvrier se sert de la main droite, tandis que de la main gauche il fait mouvoir une grande brosse plate en soies de cochon, trempée dans l'eau, en avant et en arrière au-dessus de la surface; on obtient ainsi une surface assez unie pour des ouvrages que l'on veut faire exécuter à peu de frais.

Latter, crépir et égaliser, ou latter, recouvrir d'un revêtement et aplanir, ne diffèrent de l'opération que nous venons de décrire qu'en ce que le premier revêtement est préparé à recevoir le poli. Dans cette opération, le plâtrier est pourvu d'une règle de 3 à 4 mètres de long que font mouvoir deux ouvriers; il l'applique sur la surface qu'il veut unir, et lorsque l'on s'aperçoit d'un défaut, on remplit les creux avec une ou plusieurs truillées de chaux mêlée de filaments qu'on appelle *remplissage*. Après ces préliminaires, on procède à la troisième opération qui consiste à passer le râcloir sur le mortier, de manière à enlever toutes les inégalités qui existent et à le rendre parfaitement uni. On appelle cette opération égaliser; on peut la pratiquer sur les plafonds comme sur les cloisons ou sur les murs verticaux, en formant et en traçant des lignes dans la direction de l'appartement et en les remplissant comme nous venons de le décrire. Comme il faut un grand soin pour rendre le mortier ferme et uni, on n'emploie à cette opération que des ouvriers habiles.

Le poli de cet ouvrage se fait de la même manière que nous avons décrite auparavant, mais seulement avec plus de soin, attendu qu'on ne le fait que dans les appartements les plus soignés; on ajoute au mortier environ un sixième de plâtre de Paris, afin de lui faire plus promptement prendre de la consistance, de lui donner plus de densité et de solidité, et de le rendre plus propre à recevoir la mise au blanc ou la couleur quand il est sec. Pour l'ouvrage en stuc uni, on ne peut apporter trop de soin à ce que le crépissage soit bien sec avant de mettre la dernière couche; mais pour l'ouvrage qu'on égalise, s'il est trop sec quand on met la dernière couche, il courra risque de se fendre ou d'être parsemé de crevasses et de fentes qui défigurent l'ouvrage. Il faut donc avoir bien soin que les couches inférieures soient dans l'état de sécheresse qui convient à cette opération.

Il faut observer ici que les fentes et les autres inégalités que l'on remarque dans les plafonds proviennent le plus souvent de ce qu'on a employé des lattes faibles, recouvertes d'une trop grande quantité de plâtre, ou de ce qu'on a mis une trop petite quantité de plâtre sur de fortes lattes. En se servant de bonnes lattes, en appliquant le plâtre avec discernement, et en ayant soin d'employer un ouvrier entendu, on ne sera pas exposé à l'inconvénient des fentes ou crevasses.

L'opération suivante réunit les deux procédés dont nous venons de parler, sans qu'on ait besoin de se servir de lattes; on l'appelle *appliquer et crépir*, ou

*appliquer, crépir et égaliser.* On entend par appliquer, recouvrir un mur en brique ou en pierre d'une couche de chaux mêlée de filaments, et l'on entend par égaliser ou donner la seconde couche, appliquer une couche de mortier plus fin sur le premier crépi. Ces opérations sont semblables à celles que nous avons décrites pour faire le plafonnage et les cloisons, et l'on crépit et met la dernière couche de la même manière qu'on emploie pour les cloisons dans les ouvrages de première qualité.

Le stuc est une sorte d'ouvrage d'un genre très agréable; on l'emploie pour les salles à manger, les chambres, etc.; l'on y prépare les murailles, afin de les mettre en couleur ou de les peindre; on s'en sert sur une couche de plâtre uni et qui doit être entièrement sèche avant d'y mettre le stuc. Pour ce travail, le plâtrier a un instrument qui consiste en un morceau de planche de 12 millimètres d'épaisseur, d'environ sept de long et de 22 centimètres de large, aplani sur sa surface, ayant ses bords inférieurs un peu arrondis vers le bout, et portant un manche sur sa surface supérieure. On prépare le stuc comme on l'a déjà dit; ensuite on le bat bien, et l'on y mêle la quantité d'eau nécessaire. On prépare d'abord l'espace que l'on veut mettre en stuc avec la grande truelle, et on le rend aussi uni et aussi égal que possible. Quand on a répandu le stuc dans une étendue d'un à deux mètres carrés, l'ouvrier, tenant son outil dans la main droite et une brosse dans la gauche, injecte d'eau et frotte alternativement la surface du stuc jusqu'à ce qu'il soit parvenu à obtenir une surface bien unie; ensuite il procède à la préparation d'un autre carré, et continue de cette manière jusqu'à ce que le tout soit fini. L'eau produit l'effet de durcir la face du stuc; quand l'opération est bien faite, le stuc doit être uni comme une glace.

Le crépi ordinaire est un genre de maçonnerie beaucoup moins cher que le stuc, raison pour laquelle on s'en sert dans les maisons de paysans, dans les fermes, etc., plus fréquemment que pour des bâtiments de ville. On couvre d'abord le mur que l'on veut crépir d'une couche de chaux ou de torchis, et, quand ce revêtement est presque sec, on y applique une seconde couche qu'on rend aussi égale que possible. Aussitôt que l'ouvrier a achevé son ouvrage, il est suivi par un autre avec un seau rempli de chaux à crépir; il en arrose la nouvelle couche et le tout sèche ensemble.

Le crépi se fait de sable bien fin dont on ôte toutes les parties terreuses en le lavant soigneusement; après quoi on le mêle dans de la chaux pure jusqu'à ce que le tout acquière une consistance à demi fluide; on le couche avec un morceau de bois de 12 à 15 centimètres de long et autant de large, fait d'une planche de 12 millimètres d'épaisseur et qui a un manche arrondi. Tandis que le maçon met le crépi sur le mur avec sa main droite, il tient à sa main gauche une brosse ordinaire de plâtrier qu'il trempe dans le crépi, et avec laquelle il brosse et colore le mortier et le crépi qu'il a déjà jeté, afin de lui donner un poli et une teinte régulière.

Les corniches sont ou unies ou façonnées et quelquefois elles réunissent les deux genres. Le premier objet qu'on doit avoir en vue c'est d'examiner les dessins et de mesurer la projection des principales parties qui, quand elles avancement de plus de 18 à 20 centimètres, doivent être soutenues par des tasseaux. Cette opération consiste à placer de petits morceaux de bois à la distance d'environ 25 à 30 centimètres les uns des autres tout autour de l'en-

droit où doit être la corniche, d'y clouer des lattes et de recouvrir le tout en plâtre. Il faut donner aux tasseaux l'épaisseur nécessaire pour former les corniches; cette épaisseur est généralement de 3 centimètres. Ensuite le charpentier fait un moule en bois de hêtre du profil de la corniche que l'on veut placer; ce profil doit avoir environ 6 millimètres d'épaisseur avec les contours en cuivre ou en laiton. Le plâtrier a soin d'enlever toutes les arêtes, et il arrondit avec son couteau toutes les pointes qui ne seraient pas susceptibles de recevoir le plâtre.

Après ces préliminaires, deux ouvriers, pourvus d'un seau de chaux fine et d'une quantité convenable de plâtre de Paris, procèdent à l'opération. Avant de faire usage du moule, ils jettent une certaine quantité de chaux fine et de plâtre sur le mur et le plafond, et recouvrent chacune de ces parties assez pour correspondre avec le haut et le bas de la corniche projetée. Sur cet espace, on adapte une ou deux barres étroites en planche de sapin que l'on cloue dans des entailles faites exprès dans le moule; on mêle ensuite environ un tiers de plâtre de Paris dans la chaux fine et on la maintient dans un état demi-fluide, au moyen d'eau claire qu'on y verse. Un des ouvriers, ayant une ou deux truellées de son mortier dans l'auge qu'il porte à la main gauche, commence à recouvrir de plâtre la surface où il veut faire la corniche, en se servant à cet effet de la truelle, tandis que son camarade se sert du moule pour voir ce qui manque ou ce qu'il y a de trop de mortier. Quand on a appliqué une quantité de mortier suffisante, les ouvriers tiennent leur moule fortement appuyé, tant contre le plafond que contre le mur, et le meuvent en avant et en arrière, afin d'enlever ce qu'il y a de trop en mortier et de laisser une impression exacte du moule sur le plâtre. On ne réussit pas sur-le-champ à parfaire l'ouvrage; tandis que l'un fait mouvoir le moule en avant et en arrière, l'autre ouvrier fait attention aux défauts et les remplit et les rectifie avec du plâtre. De cette manière, une corniche de 3 à 4 mètres de long peut être construite en très peu de temps, et il est même très essentiel de procéder à cette opération avec la plus grande promptitude, attendu que le plâtre de Paris donne au mortier une très grande aptitude pour sécher. Afin de prévenir cet inconvénient, il est nécessaire d'arroser souvent la composition avec de l'eau; les plâtriers, afin d'assurer l'exactitude et la régularité de la corniche, cherchent à finir d'une seule fois toutes les longueurs ou toutes les pièces entre deux projections ou coupures. Dans des corniches qui ont des proportions très larges, et dans le cas où l'on voudrait introduire un des ordres d'architecture, on se sert de trois ou quatre moules que l'on applique de la même manière jusqu'à ce que toutes les parties soient formées. Les angles rentrants et saillants, ainsi que les petits compartiments, sont ensuite modelés et remplis à la main.

On pratique des dentelures ou des enfoncements qu'on laisse dans le moule où on met la chaux, quand on veut enrichir les corniches d'ornements. On faisait anciennement ces ornements à la main, mais actuellement on les jette en plâtre de Paris d'après des modèles en argile. Quand le modèle en argile est fini, et qu'il a acquis quelque fermeté par l'action de l'air, on le met dans une caisse en bois, et, après l'avoir retouché et terminé, on remplit la caisse de cire fondue que l'on fait tomber hors de la caisse en la renversant, et qui alors présente l'empreinte exacte du modèle. On peut de cette manière faire

jetter en plâtre par un ouvrier ordinaire les moulures les plus belles et les mieux travaillées. On fait les modèles en cire d'environ 30 centimètres de longueur de l'ornement qu'on se propose d'imiter, attendu que cette longueur est la plus aisée à tirer hors de la forme. On fait les modèles en plâtre de Paris bien saturé d'eau, et on huile le moule en cire avant de s'en servir. Quand on retire les modèles ou découpures du moule, ils ne sont pas très fermes; mais on les fait sécher un peu, soit au grand air, soit au four, et alors ils acquièrent la consistance nécessaire pour que l'on puisse les gratter ou les nettoyer.

On exécute de la même manière les bas-reliefs et les frises; seulement on ait le modèle en cire de manière que la figure ait par derrière une épaisseur d'au moins 12 millimètres, afin de lui donner plus de solidité et d'assurer les proportions, et en même temps pour que l'effet général soit plus sûrement atteint.

On procède de la même manière à la confection des chapiteaux pour les colonnes; mais il faut un grand nombre de moules pour les achever. Dans le chapiteau corinthien, on fait d'abord la tige ou la guirlande, et l'on y attache ensuite les feuillages et les contours; il faut pour cela des formes différentes. Les ornements détachés, que l'on destine pour des plafonds ou pour d'autres parties du bâtiment, où l'on ne se sert pas de moulures, se font en pièces détachées, correspondantes au dessin, et on les attache au plafond avec du blanc de plomb ou au moyen de la composition connue sous le nom de ciment ferrugineux.

Le travail en stuc a depuis long-temps fixé l'attention de tous ceux qui s'occupent de ce genre de bâtisse, tant des chimistes que d'autres; mais le seul avantage qui soit résulté de ces recherches est une connaissance plus exacte de la matière qui sert à la composition du stuc. Il paraîtrait que la grande humidité de notre climat empêche qu'on ne porte cet art à un haut degré de perfection, quoiqu'on ait fort bien réussi dans quelques compositions qu'on s'est proposé de faire, et dont l'essai a eu lieu.

Le stuc ordinaire dont on se sert pour les ouvrages extérieurs consiste en sable de la Tamise bien lavé et en chaux tirée de Dorking; on les mêle à sec dans la proportion de trois parties de cette dernière contre une du premier. Après les avoir remués bien ensemble, on met le mortier dans un tonneau, à l'abri de l'air, jusqu'à ce qu'on en fasse usage. Quand on veut enduire les murailles de cette composition, on les prépare d'abord en grattant le mortier qui se trouve dans les jointures, et en enlevant la surface de la brique pour lui donner partout des aspérités qui tiennent le stuc; on brosse bien ensuite le mur pour en enlever la poussière et les autres matières étrangères, et et on le mouille avec de l'eau claire; ensuite on sature bien le stuc d'eau jusqu'à ce qu'il ait l'apparence d'un lait de chaux pour blanchir; et, dans cet état, on en recouvre le mur en le frottant avec une brosse en soies de cochon, trempée dans cette composition; lorsque la couche est devenue sèche, ce qu'on peut voir, parce qu'elle acquiert plus de blancheur et d'éclat, on forme les moulures sur le mur avec du stuc frais, que l'on tire du tonneau, et que l'on délaye avec de l'eau jusqu'à ce qu'il ait acquis le degré de liquidité nécessaire, ensuite on l'applique sur la partie supérieure du mur à une largeur de 20 à 22 centimètres, comme aussi vers les deux extrémités, en commen-

gant par le haut, et continuant ainsi jusqu'au bas. Il faut deux ouvriers pour cette opération : un qui applique le stuc et l'autre qui se sert du fil à plomb et de l'équerre pour l'égaliser. Quand on est parvenu à égaliser le tout, on forme d'autres moulures dans une direction verticale, environ de 1<sup>m</sup>20 à 1<sup>m</sup>50, à moins qu'on en soit empêché par des ouvertures dans le mur ; car dans ce cas on rapproche les moulures autant que possible. On prépare alors la composition du stuc dite *compo* dans une plus grande quantité, et les deux ouvriers l'étendent avec leurs truelles dans l'intervalle qui reste entre les deux espaces. Quand l'opération est terminée, on applique l'équerre et la règle, depuis le haut jusqu'en bas. S'il se trouve des cavités, on emploie du stuc frais, et on promène de nouveau la règle. Ensuite on remplit un autre intervalle, et les ouvriers continuent ainsi jusqu'à ce que l'ouvrage soit terminé et le mur entièrement recrépi. On finit par lisser, c'est-à-dire durcir la surface en l'injectant d'eau, et en la frottant avec un instrument en bois fait à cet effet, ce qui a lieu de la même manière que dans le crépi ordinaire.

Ce genre de mortier est souvent employé par les ouvriers pour la confection des corniches ; ils les moulent de la même manière que nous l'avons décrit plus haut ; mais si le maçon le juge nécessaire, il peut y ajouter une petite quantité de plâtre de Paris pour lui faire prendre plus tôt de la consistance dans le moule. On n'ajoute cependant pas ce plâtre pour donner du corps au stuc, mais pour qu'il sèche plus promptement.

M. Parke obtint, en 1796, un brevet d'invention pour une sorte de ciment imperméable, et dont on peut se servir avec avantage dans la construction des glaciers, des citernes, des fontaines, etc. A ce sujet M. Parker dit que les nodules de terre glaise ou d'argile contiennent généralement dans leur centre des parties aqueuses qui sont entourées de cristaux calcaires, ayant des veines de matière calcaire. Elles se forment dans la glaise, et en ont la couleur brune. M. Parker recommande de briser ces nodules en petites pièces et de les brûler dans un four à chaux, avec une chaleur presque suffisante pour les vitrifier et les réduire en poudre : on obtiendra un bon mortier en mêlant deux parties d'eau à cinq de cette poudre ; on peut y ajouter des matières visqueuses à volonté, et changer la proportion de l'eau. Le terme de la patente étant expiré, on a établi plusieurs manufactures qui ont fabriqué ce ciment, et qui sont même parvenues à en obtenir d'une meilleure couleur ; ce qui est d'une grande importance, attendu que la peinture à fresque, ou le blanc que l'on mettrait sur la composition de M. Parker, céderait promptement à la pluie, et laisserait des murailles d'une couleur brune et désagréable. La peinture à fresque ou l'espèce de coloris que l'on donne aux murs recouverts de ce ciment sert à leur donner l'apparence de pierres de taille, et se fait en délayant de l'acide sulfurique ou huile de vitriol dans de l'eau, et en y ajoutant des ocres qui lui communiquent la teinte voulue.

Quand on lave le stuc avec cette teinture, l'affinité qui existe dans le fer du ciment cesse, et l'acide ainsi que la couleur, se trouvant mêlés dans le stuc se fixent sur sa surface. En sorte qu'en s'y prenant convenablement, on donne à la surface l'apparence d'une maçonnerie en pierres grisâtres.

Le *scaglioli* est un genre d'enduit tout à fait à part, qui a été découvert et inventé en Italie, où l'on en fait un grand usage ; il a de là été introduit en France, où on lui a donné son nom. Feu M. H. Holland, qui l'introduisit en



Angleterre, engagea des artistes de Paris, et ceux-ci, trouvant de l'occupation en Angleterre, y restèrent, et instruisirent les Anglais dans leur art.

On exécute des colonnes et des pilastres en stuc de cette espèce de la manière suivante : on forme d'abord le corps avec des planches minces en sapin ou en autre bois ; mais on leur donne 6 centimètres de diamètre de moins que le fût de la colonne ne doit avoir. On latte ensuite ce corps de colonne de la manière ordinaire ; puis on recouvre le tout d'une couche de mortier en chaux et en filaments. Quand cette couche est entièrement sèche, les ouvriers qui travaillent le scaglioli commencent leurs opérations, en imitant les marbres les plus rares et les plus précieux avec un effet étonnant, et propre à tromper l'œil le plus exercé : le scaglioli présentant le poli, la dureté du marbre, il trompe la vue aussi bien que le toucher ; et, à moins de faire quelque fracture, on ne peut s'assurer de l'imitation.

L'ouvrier chargé de la préparation du scaglioli choisit, brise et calcine le plâtre le plus pur ; aussitôt que les plus gros morceaux perdent leur brillant par la calcination, il retire le feu, brise le plâtre calciné, et le réduit en poudre en le passant au travers d'un tamis très fin ; il mêle ensuite cette poudre avec une solution de glu et de talc, etc. On ajoute à cette solution les couleurs nécessaires pour l'imitation du marbre ; mais, quand on veut obtenir plusieurs couleurs, on prépare chaque couleur à part, et on les mêle et combine ensuite presque de la même manière que le peintre mêle ses couleurs sur la palette, afin de composer les diverses teintes.

Quand le plâtre en poudre est préparé, on l'applique au fût de la colonne, c'est-à-dire sur la couche de chaux et de filaments ; ensuite on l'étend avec des rouleaux en bois que l'on fait de la dimension requise ; l'artiste place les couleurs dont il a besoin pour l'imitation pendant qu'il se sert du rouleau ; de cette manière elles se mêlent et s'incorporent avec la surface. Pour obtenir le brillant qu'on admire si fort dans les ouvrages en marbre, l'ouvrier frotte son ouvrage avec de la pierre ponce d'une main, tandis que de l'autre il passe une éponge mouillée par dessus. Il le polit en outre avec du tripoli, et finit son ouvrage en y appliquant une couche d'huile pure. Cette imitation est certainement la plus parfaite qu'on puisse imaginer, et, quand les bases et les chapiteaux sont en véritable marbre, comme c'est l'usage, l'illusion est parfaite. Lorsque ces ouvrages ne sont point exposés à l'intempérie de l'air, ils sont peu inférieurs en solidité au marbre réel, et ils conservent leur lustre, quoiqu'ils ne coûtent pas le huitième du prix du marbre.

Il y a un autre genre d'enduit dont on se sert dans la partie des décors de l'architecture, et pour les cadres de miroirs, de glaces, etc. Cet enduit diffère entièrement des autres ; sa composition, qui prend une couleur brune quand elle est sèche, a beaucoup d'efficacité, et consiste en un mélange de deux kilogrammes de blanc en poudre, d'un kilog. de glu en dissolution et un demi d'huile de lin, mêlés ensemble et chauffés dans un chaudron, et remués avec une spatule jusqu'à ce que tout soit bien incorporé. Quand cette composition est froide, on la met sur une pierre que l'on couvre de blanc en poudre, et que l'on bat jusqu'à ce qu'elle prenne de la consistance ; après quoi on la met dans des linges mouillés, afin de la tenir fraîche jusqu'à ce qu'on veuille s'en servir.

On fait en argile un modèle des ornements que l'on veut former avec cette

composition, comme dans le ciment ordinaire; ensuite on fait en bois de buis le moule ou la planche.

Il faut que la sculpture en soit faite avec le plus grand soin si l'on veut conserver la symétrie de l'ornement que l'on veut former avec la composition. On coupe ensuite avec un couteau la composition en morceaux de la grosseur nécessaire, et on la fait entrer de force dans le moule; après quoi on met le moule dans une presse que fait agir une vis en fer, et on le presse encore davantage. Après qu'on a retiré le moule de la presse, on en fait sortir la composition, qui est coulée d'environ 30 centimètres de long, et on en ôte le superflu au moyen d'un couteau.

On colle sur bois ou sur d'autres fonds les ornements ainsi formés, ou on les fixe avec du blanc de plomb; après quoi on les peint ou on les dore, selon l'usage qu'on veut en faire. Cette composition est de quatre-vingts pour cent meilleur marché que la sculpture, et dans bien des cas elle remplit entièrement le but que l'on se propose.

Il serait bien désirable qu'on pût rendre à son ancienne perfection l'art des ciments<sup>1</sup>; car les Romains possédaient l'art de rendre les ouvrages de ce genre plus durables qu'ils ne le sont à présent.

On a trouvé des échantillons de ciments provenant de l'ancienne Rome, qui sont restés fermes et solides, exempts de fentes et de crevasses, et aussi unis et polis sur leur surface que si on venait de s'en servir. Les côtés et les fonds des aqueducs romains étaient recouverts de cet enduit, et ils ont duré plusieurs siècles.

A Venise quelques-uns des toits des maisons et des plafonds d'appartements sont recouverts d'un ciment d'une origine ancienne, et qui a eu assez de force pour rester exposé au soleil et à l'intempérie de l'air pendant plusieurs siècles, sans jamais s'altérer ou éprouver de crevasses.

On ne connaît point en Angleterre la méthode pour faire cette composition vénitienne; mais il est probable qu'on l'obtient en faisant chauffer la poudre de plâtre sur le feu; et quand elle bout, ce qu'elle peut faire sans l'aide d'eau ou d'autre fluide, on y mêle de la résine ou de la poix, ou tous les deux ensemble, avec du soufre ordinaire et des coquilles concassées et réduites en poudre. On ajoute de l'eau à ce mélange et on le tient sur le feu jusqu'à ce que l'on s'en serve. On peut aussi essayer d'y ajouter de l'huile de térébenthine et de la cire, que l'on regarde comme servant à donner plus de ténacité à ces ciments. Le mout de bière ou d'ale est encore regardé comme donnant plus de force au mortier fait avec de la chaux, quand on s'en sert pour tenir lieu d'eau.

#### TOITURES EN ARDOISE.

Les ardoises dont on se sert à Londres sont principalement tirées des carrières de Bangor, dans le comté de Caernarvon, qui fournissent tout le

<sup>1</sup> La découverte du ciment de Pouilly et les beaux travaux des ingénieurs français sur les mortiers, notamment de M. Vicat, ont porté l'art de fabriquer les ciments à un point qui laisse beaucoup moins à désirer aujourd'hui.

royaume d'Angleterre ; il y a une espèce d'ardoise d'une couleur bleue vert pâle qui est très estimée et qu'on tire de Kendal, dans le Westmoreland, appelée par cette raison ardoise de *Westmoreland*. Ces ardoises ne sont pas larges, mais elles sont d'une bonne matière et bien calculées pour donner une bonne apparence à la toiture. L'ardoise d'Écosse, qui ressemble en dimension et en qualité à l'ardoise du pays de Galles appelée *lady*, n'est pas autant estimée.

Les ouvriers en ardoise rangent les ardoises de Galles dans l'ordre suivant, avec les dénominations que nous allons indiquer :

	mètres	sur	mètres
Doubles. . . . .	0,33		0,15
Ladys. . . . .	0,38	—	0,20
Comtesses.. . . .	0,50	—	0,25
Duchesses.. . . .	0,61	—	0,30
Reines. . . . .	0,91	—	0,61
Impériales.. . . .	0,76	—	0,61
Ardoises patentées. . . . .	0,76	—	0,61

Les doubles se font des morceaux des espèces les plus larges, et tirent leur nom de leur dimension.

Les comtesses sont d'un degré supérieures aux ladys, et les duchesses d'un degré supérieures aux comtesses.

L'ardoise, comme presque toutes les substances pierreuses, est extraite à la poudre ; avec des coins on réduit les blocs obtenus de cette manière en plaques de 10 à 22 centimètres d'épaisseur, et de la longueur et la largeur requise ; on leur donne ensuite les dimensions nécessaires par le moyen d'un mécanisme. On trouve en général que les ardoises bleues, vertes, pourpres ou de couleur sombre, sont susceptibles d'être fendues en lames ou en feuilles très minces ; mais celles du genre de la pierre blanche ou brune, qui ne peuvent être que très difficilement séparées en lames minces, sont destinées à faire des couvertures pesantes, fortes et épaisses, qui conviennent à des bâtiments dans des situations exposées, telles que les granges, étables et autres bâtiments extérieurs.

Les instruments dont on se sert pour fendre et nettoyer les ardoises sont les couteaux à ardoises, les haches, les barres et les coins ; on se sert des trois premiers instruments pour donner à l'ardoise l'épaisseur voulue, et du dernier pour ôter les inégalités qui sont sur sa surface

L'ardoise appelée *impériale* est d'une netteté toute particulière ; on la reconnaît à son bord inférieur, qui est scié, tandis que toutes les autres ardoises ont leurs bords coupés carrément.

Les ardoises dites *patentées* ont été mises en usage par M. Wyatt, architecte ; mais il n'a jamais obtenu de patente à ce sujet. On peut les mettre sur des chevrons d'une élévation bien moins considérable qu'on ne le fait pour d'autres ardoises, et elles sont bien plus légères, les dimensions de la toiture étant par la même raison beaucoup moins grandes.

Les ardoises du *Westmoreland*, d'après les épreuves faites par feu l'évêque de Landaff, diffèrent très peu dans leur composition de celles qui pro-

viennent du pays de Galles. Il faut cependant observer que ce genre d'ardoise ne doit pas sa légèreté à une différence dans la composition de ses parties, mais à l'épaisseur moindre que l'ouvrier est parvenu à lui donner, en sorte qu'elle est moins propre à résister à la violence du vent que l'ardoise plus épaisse.

Quand on apporte les ardoises de la carrière, elles ne sont pas assez carrées pour qu'on puisse en faire usage ; l'ouvrier en ardoises les prend donc et les examine chacune à part ; il observe quel est le bout le plus carré et le plus fort ; puis s'asseyant, il tient l'ardoise un peu de travers en la faisant déborder de 2 à 3 centimètres environ sur le bord d'un petit bloc de bois sur lequel il la pose ; il coupe ce côté carrément. Ensuite avec une petite tringle de bois il trace une ligne de manière que l'autre bord soit parallèle, et rend ainsi l'ardoise carrée. Alors l'ardoise est regardée comme préparée ; il ne reste plus qu'à pratiquer deux petits trous dans les deux extrémités opposées, lesquels sont destinés à recevoir les clous qui doivent la fixer sur le toit. On considère les clous en cuivre et en zinc, ou les clous en fer étamé, comme les meilleurs, étant moins susceptibles d'oxydation que les clous faits en fer.

Avant de décrire les autres opérations dont on se sert pour la couverture en ardoises des bâtiments, nous allons donner la description des instruments dont cette classe d'ouvriers fait usage.

Les outils des ouvriers en ardoises ou couvreurs sont en très petit nombre ; tantôt les maîtres en font usage, et tantôt ce sont les apprentis. L'outil dit le *saix* est fait en fer trempé ; il a environ 40 centimètres de long et 5 centimètres de large ; il est un peu recourbé par un bout, et a un manche en bois adapté à l'autre bout. Cet instrument ressemble assez à un grand couteau ; mais il a sur le dos un morceau saillant en fer, d'environ 7 à 8 centimètres de long, qui fait une pointe aiguë. On se sert de cet instrument pour couper et tailler toutes les ardoises, et leur donner les dimensions requises. Le déchircur est aussi en fer, environ de la même longueur que le saix ; il a une lame très mince de 5 centimètres de large environ, terminée un peu en pointe vers le haut, et garnie d'une tête ronde qui s'élève au-dessus de la lame, de 12 millimètres environ de chaque côté. Cette lame porte aussi deux petites entailles rondes dans les deux angles intérieurs à leurs intersections. Le manche de cet outil s'élève par-dessus la lame par un épaulement qui donne à l'ouvrier la faculté de le bien tenir. On se sert de cet instrument pour réparer les anciennes couvertures en ardoises ; à cet effet, on insinue la lame sous les ardoises, de manière que la tête de l'outil puisse saisir le clou qui attache l'ardoise dans l'entaille qui se trouve à son intersection, et donne à l'ouvrier la facilité d'extraire ce clou. Pendant cette opération, l'ardoise est assez dérangée pour qu'on puisse l'ôter, et en remettre une autre à sa place.

Le marteau, qui a une forme tant soit peu différente de l'outil de ce nom dont on se sert ordinairement, a environ 12 centimètres d'épaisseur sur la partie qui sert à marteler ; le sommet se recourbe, et se termine en une pointe assez aiguë ; sa partie inférieure ou son côté plat, qui est arrondi de tout côté, a 18 millimètres de diamètre ; de ce côté du marteau est une petite saillie avec une entaille au centre, qui sert de prise pour extraire les clous qui ne prendraient pas une bonne direction.

Les couvreurs ont encore un instrument pour donner aux ardoises une surface unie pour les bords, les toits de balcons, etc. ; il consiste en une lame de fer aiguisée par un de ses bouts comme un ciseau, et portant deux manches en bois ronds, fixés l'un à un bout et l'autre vers le milieu de la lame. Cette lame a environ 28 centimètres de long, et 5 de large ; les manches ont environ 25 centimètres de long, de sorte qu'ils sont saillants d'environ 10 centimètres de chaque côté de la lame. En faisant usage de cet outil l'ouvrier tient le manche du milieu d'une main et pousse avec l'autre, en sorte que les deux poignets agissent l'un contre l'autre ; de cette manière il parvient à unir la surface de l'ardoise et à faire disparaître toutes les inégalités.

Les autres outils dont se sert l'ouvrier en ardoises consistent en ciseaux, en gouges et en limes de toutes dimensions, au moyen desquels il donne à l'ardoise la forme de moulures.

Pour couvrir les toits en ardoise, il est nécessaire de former une base ou charpente sur laquelle les ardoises puissent reposer serrées et sans s'endommager ; quand on recouvre avec des doubles et des *ladys*, il faut commencer par garnir la toiture de lattes qui doivent être placées bien unies et bien jointes ensemble, et être fixées sur chevrons au moyen de clous ; cela terminé, l'ouvrier cloue sur les extrémités du toit et sur les côtés des morceaux de bois minces, d'environ 27 centimètres de large, de 18 millimètres d'épaisseur sur un côté, et amincis par l'autre. Il choisit ensuite les ardoises les plus larges, et les arrange régulièrement le long des bords en plaçant leurs extrémités sur une seule ligne ; après quoi il les cloue aux lattes. Cette partie de l'ouvrage étant terminée, il prend d'autres ardoises pour lier les bas-côtés des bords, et il les place sous celles qu'il a déjà placées, de manière à traverser et à couvrir toutes leurs jointures. On introduit ces ardoises légèrement sous celles qui sont déjà placées. Il est rare qu'on les cloue ; mais elles tiennent par la pression de celles qui sont au-dessus, et par leur propre poids, qui porte sur les lattes. On place aussi sur des lattes les ardoises appelées *comtesses* et les autres espèces d'ardoises, quand on veut qu'elles soient placées d'une manière régulière.

Quand l'ouvrier a terminé les bords, il place une ligne d'ardoises supérieures, parallèlement à celle que forme l'extrémité de la toiture, et à la distance où il veut que vienne se terminer la nouvelle rangée qu'il veut placer ensuite ; puis il les place et les cloue de manière qu'elles aboutissent nécessairement à cette ligne, et qu'elles recouvrent les jointures des ardoises supérieures qui sont placées aux bords. Le couvreur continue de la même manière à placer des rangées successives d'ardoises, jusqu'à ce qu'il ait atteint le faite du toit, et il a toujours soin de recouvrir les joints en mettant les ardoises les unes sur les autres. On suit le même système lorsqu'il s'agit de couvrir avec toutes sortes d'ardoises, excepté celles appelées ardoises patentes dont nous allons parler tout à l'heure. On assure les ardoises de l'espèce la plus large sur des lattes très larges dont on se sert dans les grands bâtiments, parce qu'elles sont beaucoup moins coûteuses. Ces lattes ont environ 6 à 8 centimètres de large ; d'une planche de 28 centimètres, on peut en tirer quatre quand on emploie les ardoises dites *comtesses*.

Il suffira de prendre des lattes de 18 millimètres d'épaisseur ; mais il faudra qu'elles en aient 25 pour les ardoises plus larges et plus lourdes ; lorsqu'on

latte un toit pour le couvrir d'ardoises, on ne place pas les lattes d'une manière uniforme et à une égale distance l'une de l'autre, mais de telle sorte que leur distance soit proportionnée à la longueur des ardoises ; et, comme cette longueur varie quand elles approchent des bords ou du faite du toit, il s'ensuit que l'ouvrier doit lui-même juger de la meilleure manière de les placer, afin de mieux soutenir les ardoises.

Quand on veut couvrir un toit avec les ardoises dites *patentées*, il faut que les chevrons ordinaires soient placés de manière qu'ils se trouvent sous chacune des jointures des ardoises. On n'emploie ni lattes ni planches pour soutenir ces sortes d'ardoises ; c'est pourquoi il n'en faut qu'un très petit nombre quand elles sont d'une grande dimension. Pour exécuter cette espèce de couverture, on commence toujours par le bord, comme avec les autres ardoises ; mais on n'a besoin ni de lien, ni de traverse, attendu qu'on place ces sortes d'ardoises d'une manière uniforme, chaque bout reposant sur le centre du chevron ; elles sont attachées l'une à l'autre dans toute la longueur du toit. Quand la rangée du bout est placée, on visse les ardoises qui la composent à leurs extrémités aux chevrons, au moyen de deux fortes vis de 37 millimètres. On trace ensuite à environ cinq centimètres au-dessous du bord supérieur une ligne, afin de servir de direction à la prochaine rangée. On la place de manière que son extrémité vienne aboutir à cette ligne. On continue ainsi à placer les ardoises en remontant, et à les visser, jusqu'à ce que le toit soit entièrement recouvert pour empêcher l'eau de s'y introduire entre les jointures des ardoises. On les recouvre avec des petites bandes d'ardoise que l'on place sur une couche de mastic de vitrier, et que l'on visse sur les chevrons. Les petites bandes ont ordinairement 7 à 8 centimètres de large, et sont d'une longueur proportionnée à celle des ardoises dont elles doivent recouvrir les jointures ; ces bandes sont solidement fixées sur une couche de mastic, et leurs jointures d'intersections ont une pente comme celles des ardoises. Les bandes, étant ainsi placées et assurées par un recouvrement dans le milieu et à l'endroit de la pente, sont ensuite garnies proprement autour de leurs bords avec une plus grande quantité de mastic, que l'on peint de la couleur de l'ardoise. Les côtés saillants et les bords de cette couverture sont souvent recouverts avec des bandes d'ardoises ; ce qui produit un très joli effet ; mais le plomb, qui n'est pas beaucoup plus cher, est préférable pour garnir les angles saillants et les bords. Les toits que l'on recouvre avec des ardoises *patentées* sont très solides, et exigent une élévation de chevrons beaucoup moins considérable que lorsqu'on se sert de tout autre genre de couvertures en ardoises ou en tuiles. La pente du toit n'a pas besoin d'excéder un sixième ; ce qui, pour un chevron de cinq mètres, ne fait qu'une élévation de 83 centimètres, que l'on peut à peine apercevoir lorsqu'on est au pied du bâtiment.

On peut employer différentes manières pour couvrir en ardoises ; mais les principes que nous venons d'expliquer en embrassent le plus grand nombre. Quelques ouvriers taillent leurs ardoises en losanges, et les disposent sous la même forme. Pour cela il faut que les ardoises aient toutes une égale dimension et forment un carré géométrique. Quand on les pose sur le toit que l'on doit garnir, on les cloue de la manière que nous avons indiquée, et l'on donne au toit une pente comme à l'ordinaire, en observant seulement de laisser un

angle ou la moitié du carré paraître sur chaque ardoise qui se trouve immédiatement au-dessous de celle que l'on place, et de garder ainsi la régularité dans toutes les rangées sur toute la longueur du toit. On n'emploie qu'un seul clou dans cette manière de couvrir; c'est pour cela que les toits, ainsi recouverts, sont plus sujets à s'endommager. On s'en sert ordinairement dans des endroits exposés à la vue, ou quand on désire une grande propreté dans la couverture.

On assure qu'une ardoise de 25 millimètres d'épaisseur, placée dans une position horizontale, supporte un poids aussi fort qu'une pierre de Portland de 125 millimètres d'épaisseur placée de la même manière; c'est pour cela qu'on se sert actuellement de pierres d'ardoises pour les balcons et pour d'autres objets où l'on veut réunir la légèreté à la force.

On se sert quelquefois d'ardoises pour les chambranles de cheminées, mais elles ne sont pas susceptibles d'acquérir le poli du marbre; elles sont d'un très bon usage pour faire les revêtements de tous genres, comme aussi pour revêtir les murs qui sont exposés à être très endommagés. On peut, à cet effet, les assembler aussi proprement que du bois, dont on peut même leur donner la couleur en les recouvrant d'une couche de peinture. On peut aussi faire des marches d'escaliers en ardoises, ce qui leur donnera l'apparence du marbre.

*Mesure des ouvrages du plâtrier et du couvreur en ardoises.*

Les ouvrages du plâtrier sont exécutés au mètre carré, et l'on en prend la dimension en mètres et centimètres.

Lorsqu'une chambre a plus de quatre angles, on compte pour chacun des autres 33 centimètres de plus de longueur. Les plafonds se mesurent en prenant la longueur des côtés, et en évaluant la surface en mètres carrés; ensuite on estime chaque corniche en sus; on en mesure le profil, et on l'évalue au mètre courant.

Les principales observations à faire dans la mesure de l'ouvrage ordinaire sont : premièrement d'en déduire les espaces où l'on doit pratiquer les cheminées, les croisées et les portes; secondement, de faire aussi la déduction des intervalles pratiqués dans la couverture pour les cheminées; troisièmement, si l'ouvrier trouve des matériaux pour travailler entre les quarts, il faut ajouter un cinquième pour les quarts; mais s'il n'y a que de la main-d'œuvre, il faut mesurer le tout comme si l'ouvrage était complet, parce que l'ouvrier aurait eu plus tôt fait s'il n'y avait pas eu de quart; quatrièmement, toutes les moulures faites en ciment, stuc, etc., sont mesurées au mètre courant de la même manière que pour les ouvrages de menuiserie.

Les couvertures en ardoises se mesurent en mètres carrés de surface. Si, en mesurant la couverture d'un toit, il se trouve qu'il a des angles de tout côté, qu'il est plat par le haut, et qu'enfin le plan du bâtiment soit rectangulaire, il faudra ajouter la longueur et la largeur des deux côtés contigus des bords, et la longueur ainsi que la largeur des deux côtés contigus de la partie plate, multiplier la somme par la longueur qui représente l'inclinaison du toit, et le

produit donnera la surface qui a été couverte. Ajoutez le nombre de mètres carrés obtenu en multipliant le contour du toit par la longueur des ardoises des bords ; ajoutez aussi à la surface obtenue, à cause de la double rangée d'ardoises, le nombre de mètres carrés produit, en multipliant la longueur des côtés par une largeur de 33 centimètres, la somme offrira tout le contenu de la surface. S'il n'y a pas de partie plate dans la toiture, ajoutez les deux côtés contigus ensemble, et prenez pour la longueur deux fois celle du bord ; multipliez la somme par la largeur, et le produit vous donnera l'aire de l'espace recouvert auquel vous devez faire les additions dont nous venons de parler.

Une autre méthode consiste à ajouter aux dimensions nettes de l'ouvrage 15 centimètres pour tous les bords, et 10 pour les côtés.

Lorsqu'il s'agit de garnir en ardoises les escaliers, les galeries, etc., les surfaces recouvertes sont mesurées exactement, sans rien y ajouter.

#### PLOMBERIE.

L'art du plombier consiste à couler le plomb en feuilles, en tuyaux, etc., et à l'employer soit à la couverture des bâtiments, soit à d'autres travaux.

Les plombiers sont aussi chargés du placement des pompes, de leur fabrication, de l'arrangement des réservoirs, des garde-robes, etc., toutes choses qui servent dans l'économie domestique. Le plombier ne fait pas usage d'un grand nombre d'outils ; la ductilité du métal sur lequel il opère l'en dispense.

Les outils dont se sert cet ouvrier consistent en un marteau en fer, un peu plus lourd que ne l'est celui du charpentier, il a un manche court et assez fort ; deux ou trois maillets en bois de diverses dimensions, et un instrument à apprêter et à polir le plomb. Ce dernier outil est en hêtre, il a 45 centimètres de longueur et 5 centimètres carrés en largeur. La surface avec laquelle il polit est plane et unie ; ses bouts se terminent en pointe et s'arrondissent comme un manche. Avec cet outil l'ouvrier étend et aplatit la feuille de plomb, ou lui donne la forme requise, en se servant d'abord du côté plat, puis du rond, suivant l'occasion.

Le plombier, comme le charpentier, a aussi besoin d'un levier et d'une règle, avec lesquels il coupe les bords de la feuille de plomb en ligne droite, quand la manière dont on veut s'en servir l'exige.

Il se sert aussi d'un cordeau roulé et destiné à marquer les différentes dimensions qu'on veut donner au plomb.

Ses outils consistent encore en divers ciseaux et gouges, aussi bien qu'en couteaux. On se sert de ces derniers pour couper la feuille de plomb en tranches et en morceaux, après l'avoir tracée au cordeau.

Aux instruments désignés ci-dessus, il faut ajouter des limes de diverses grandeurs, des cuillers de quatre dimensions pour fondre la soudure, et des instruments en fer appelés *fers à souder*, de diverses dimensions. Ils ont en général 30 centimètres de long, et sont arrondis par leurs extrémités ; le manche est tout à fait rond, afin de permettre à l'ouvrier de le tenir forte-



ment quand il en fait usage ; l'autre bout ressemble à un fuseau et a une forme sphérique ; la grosseur du fer est proportionnée à la soudure que l'on veut faire. Pour s'en servir on les fait rougir au feu.

La règle du plombier a 60 centimètres de long ; elle est divisée en trois branches, égales entre elles, de chacune 20 centimètres, dont deux sont en buis, et la troisième consiste en un morceau d'acier trempé ; elle est attachée par un pivot sur lequel elle tourne dans une incision faite exprès pour le recevoir. On peut se servir de cette règle en acier lorsqu'on craint d'endommager les autres branches, et elle a l'avantage d'enlever l'oxide et les matières étrangères qui recouvrent la surface du métal échauffé. Le plombier doit aussi avoir des balances et des poids, ainsi que des tarières ou des vrilles de toutes dimensions, et emmanchées de manière à ce qu'il puisse en faire usage pour faire des trous dans le plomb ou dans le bois, etc. Il a aussi besoin de compas pour tracer les pièces circulaires qui servent à garnir ou à recouvrir avec des plaques de cette forme les endroits où cela se trouve être nécessaire.

On tire le plomb des mines de ce métal, qui sont ordinairement une combinaison de plomb avec le soufre ; on l'appelle *sulfure* ou *galène*. Après qu'on a extrait ce minerai de la mine, on le lave pour enlever la boue qui le recouvre, puis on le trie afin d'en séparer les morceaux riches des impuretés qui l'accompagnent. On met ensuite le minerai ainsi trié sous des pilons que fait mouvoir une machine pour l'écraser, et pouvoir, lorsqu'il est réduit en poudre, séparer par un lavage les matières pierreuses qui le souillent encore ; on le met ensuite dans un fourneau à réverbère, afin de faire brûler le soufre. On le remue pendant cette opération, afin de faciliter l'évaporation du soufre. Quand la surface commence à prendre l'apparence d'une pâte, on la couvre de charbon que l'on mêle bien avec le plomb ; on augmente alors le feu, et le plomb purifié coule de tous côtés dans le bassin de réception. On le prend ensuite avec de grandes cuillers, et on le coule dans des moules.

Les moules peuvent contenir chacun 70 kilogrammes de plomb. Communément on appelle lingot ce plomb ainsi fondu. Le plomb est d'une couleur bleuâtre, tirant sur le gris d'argent, quand il est nouvellement fondu ou qu'on le coupe ; mais il se ternit bientôt en l'exposant à l'air, et prend une teinte grisâtre et sale.

Le plomb est susceptible d'être laminé en plaques très minces ; on peut aussi en faire des fils ; mais il a bien moins de ténacité que les autres métaux ; car un fil de plomb d'un millimètre ne peut pas supporter plus de 8 kilogr. sans se briser. Le plomb, après l'étain, est le plus fusible de tous les métaux ; en le soumettant à une forte chaleur, il entre en ébullition et se sublime. Il se cristallise quand il se refroidit lentement ; le changement de sa couleur extérieure est dû à sa combinaison graduelle avec l'oxigène, qui convertit sa surface extérieure en oxide. La croûte extérieure préserve cependant le métal pendant longtemps, attendu que l'air n'y pénètre que par degrés et très lentement.

L'eau n'agit pas immédiatement sur le plomb, quoique cet élément facilite grandement l'action de l'air sur ce métal ; on sait en effet qu'en exposant le plomb à l'air et en le tenant constamment humide, sa surface s'oxide beaucoup plus rapidement que dans d'autres circonstances. C'est pourquoi l'on

remarque que sur les parois d'un vase en plomb l'effet de l'oxidation se termine précisément à la place où monte la surface de l'eau.

Les plombiers achètent le plomb en lingots, et ils le réduisent en feuilles ou en tuyaux, suivant l'usage qu'ils veulent en faire. Ils ont deux sortes de feuilles de plomb, les unes coulées et les autres laminées. Ils emploient les premières à couvrir les toits des bâtiments, à garnir des terrasses ou des réservoirs, et à former des gouttières; et les secondes, qui sont très minces, à couvrir les angles et les bords des toits. Ils ne fabriquent pas eux-mêmes ces dernières, mais ils les achètent toutes préparées.

On a, pour couler le plomb, une chaudière bien solidement fixée dans une maçonnerie placée à l'extrémité de l'atelier, près d'un moule ou table, consistant en planches de sapin très épaisses, jointes ensemble par des barres de fer placées aux deux extrémités; les côtés de cette table, dont la forme est rectangulaire, varient dans leurs dimensions de 1<sup>m</sup>20 à 1<sup>m</sup>80 de large sur 4<sup>m</sup>80 à 5<sup>m</sup>40 et plus de long; ils sont garnis d'un bord en bois de 7 centimètres d'épaisseur et de 10 à 12 de hauteur au-dessus de la surface extérieure. Cette table est fixée sur des pieds solidement liés ensemble; elle est de 15 à 18 centimètres moins élevée que la chaudière. Près de la chaudière est un récipient en tôle suspendu au plancher par des cordes, et qui est aussi large que la table. C'est dans ce récipient qu'on verse le plomb chaud pour le laminer en feuille. Quand il est rempli de plomb fondu, on l'incline au moyen de cordes, et le plomb coule sur la table. Pendant la fusion du métal, on prépare la surface du moule, ou table, en le couvrant d'un lit de sable bien sec et bien propre, que l'on unit ordinairement avec une espèce d'outil appelé rateau, qui consiste en une planche de 12 centimètres de largeur, et est un peu plus long que l'intérieur de la table; de sorte que ses bouts, qui ont des entailles de 5 centimètres, puissent glisser le long de ses bords. On donne au sable une surface égale et uniforme en promenant ce rateau dans toute la longueur de la table. On approche ensuite le récipient de la chaudière, après avoir préalablement garni ses côtés d'un lit de sable mouillé pour empêcher que la chaleur du métal n'y mette le feu; après quoi, avec des cuillers, on transvase le métal fondu de la chaudière dans le récipient.

Ces récipients ont des dimensions capables de contenir la quantité de plomb fondu nécessaire pour couler d'une seule fois une feuille de plomb entière.

Toutes les choses étant ainsi préparées, on fait couler le plomb en faisant mouvoir le récipient le long de la table. Quand le plomb est refroidi, on roule la feuille, et on l'ôte de dessus la table; après quoi on coule d'autres feuilles, jusqu'à ce que le métal de la chaudière soit épuisé. On roule ensuite les feuilles, qui dès lors peuvent être employées.

Dans quelques endroits, au lieu d'avoir un récipient ouvert, on a une boîte carrée placée sur des roues, portant dans le fond une incision par laquelle le plomb coule à mesure que cette espèce de boîte avance sur la table.

Souvent il arrive que l'on ne fait pas mouvoir le récipient plein de plomb le long de la table. Dans ce cas elle doit être inclinée d'environ 3 à 4 centimètres pour une longueur de 5 mètres, selon l'épaisseur voulue de la feuille. Plus la feuille est mince, plus l'inclinaison de la planche doit être forte, et *vice versa*. On laisse le côté opposé du moule ouvert, afin de pouvoir faire couler le superflu du métal.

Quand on veut couler un réservoir, on mesure la dimension des quatre côtés, et, après avoir pris la mesure de la face, on place sur le sable des morceaux minces en bois sur lesquels sont gravées les moulures; on grave aussi des figures d'oiseaux, de bêtes, etc., dans la surface intérieure, au moyen de moules en plomb. Si l'on a dérangé une partie du sable dans cette opération, on l'égalise, et on continue le procédé comme pour couler des feuilles unies, excepté qu'au lieu de rouler les feuilles de plomb quand elles sont coulées, on les ploie en quatre côtés, de sorte que l'on rapproche les deux extrémités et qu'il ne reste plus qu'à les souder ensemble.

L'étain dont les boîtes à thé chinoises sont composées est si mince que l'on dit que nos plombiers ne peuvent en confectionner de semblables. Un Indien instruit a donné le détail de ce procédé, et voici comme il s'exprime dans une lettre qui a été insérée dans l'ouvrage intitulé : *Gentleman's Magazine* : « Le fondeur est assis près d'un pot qui contient le métal fondu, et il a près de lui deux grandes pierres; l'une est fixée dans le sol, et l'autre placée sur la première est mobile. Il lève la pierre qui est en dessus et dont la face repose sur l'autre, en poussant son pied contre le côté de cette pierre, et avec une cuiller en fer, il verse dans l'ouverture une quantité suffisante du métal liquide; après quoi il fait retomber la pierre supérieure, et de cette manière il forme une plaque irrégulière à laquelle on donne ensuite la forme voulue. »

On se sert du plomb fondu en feuilles pour l'architecture. L'épaisseur de ces feuilles est variable suivant leur objet; elles pèsent de 25 à 40 kilogrammes par mètre carré.

Le plomb travaillé ou laminé dont se servent les plombiers est très mince et pèse rarement plus de 25 kilogrammes par mètre carré; il ne vaut rien pour les gouttières, pour les terrasses, ni pour aucune autre partie d'un bâtiment exposée à se détériorer, soit par son propre poids, soit par les intempéries de l'atmosphère.

On le lamine en feuilles qui ont presque les mêmes dimensions que celles obtenues en coulant ce métal, mais qui peuvent être beaucoup plus minces.

Les tuyaux en plomb, outre les diverses manières dont on les fabrique, et dont nous avons donné la description dans le tome premier de cet ouvrage, sont quelquefois confectionnés avec des feuilles de plomb que l'on courbe autour de cylindres en bois et que l'on soude.

La soudure est destinée à empêcher que l'eau ne passe à travers les jointures des ouvrages en plomb, et à le fixer sur les objets où l'on applique ce métal. Il faut que la soudure soit d'une fusion plus facile que le métal que l'on veut souder, et que la couleur de cette soudure soit, autant que possible, la même que celle du métal. La soudure des plombiers est un composé de parties égales d'étain et de plomb fondus ensemble et coulés dans des moules. Les fabricants la vendent ainsi au kilogramme.

Quand on veut souder deux surfaces, on commence par gratter et nettoyer pour ôter l'oxide qui les couvre, puis on les rapproche l'une de l'autre. Un ouvrier les tient dans cette position, tandis que le plombier applique un peu de résine sur les jointures, afin d'empêcher l'oxidation du métal; il prend ensuite de la soudure bouillante dans une cuiller, et la verse sur la jointure; après quoi il l'unit, et finit son opération en passant par-dessus un fer chaud qu'on appelle fer à souder; puis il l'égalise avec la lime.

Comme les feuilles de plomb dont on se sert pour couvrir les terrasses et les toits n'ont jamais plus de deux mètres de largeur, il est nécessaire de les joindre ensemble. On s'y prend à cet effet de diverses manières ; mais le but principal étant d'empêcher que l'eau ne puisse pénétrer au travers, le meilleur moyen d'y parvenir est de former des jointures à plis ou à rouleaux ; ce que l'on effectue en se servant d'un rouleau ou d'une bande de bois d'environ 5 centimètres carrés, mais arrondie sur son côté supérieur. On cloue les deux feuilles sur le rouleau, dans l'endroit où leurs bords se joignent ensemble, l'une dessus le rouleau et la seconde par-dessus la première, ce qui empêche totalement que l'eau puisse pénétrer. Pour les attacher, on les étend simplement sur la surface qu'on veut recouvrir ; on ne pourrait même les attacher autrement, attendu que le plomb est sujet à se resserrer et à s'étendre par l'influence de l'atmosphère, et que, s'il était trop tendu, cela le ferait fendre et en rendrait l'usage inutile. Il arrive quelquefois qu'on ne peut faire usage de rouleaux, et alors on a recours à la méthode appelée *couture*, qui consiste à ployer les bords de la feuille et à les ajuster l'un dans l'autre dans la longueur des deux feuilles en les aplatissant ; mais cette méthode ne vaut pas la première, ni pour la netteté ni pour la solidité.

Il faut toujours donner une pente aux couvertures en plomb et aux gouttières, afin que l'eau ne puisse pas y séjourner. Deux centièmes d'inclinaison suffisent.

Quand on pose des gouttières, etc., on place sur les bords du toit, au-dessous des ardoises, des feuilles de plomb qui viennent aboutir sur la gouttière, pour empêcher que la pluie ne s'écoule dans l'intervalle qui existe entre le mur et la gouttière. Si les murs sont construits d'avance, on gratte le mortier hors du joint des briques qui se trouve au-dessus du bord de la feuille, et les garnitures sont non seulement fixées dans la fente des côtés supérieurs, mais encore leurs bords inférieurs sont ajustés sur ceux du plomb dont la surface de la gouttière est garnie. Quand on ne peut pas faire usage de ces moyens, on attache les garnitures au moyen de gâches, et leurs bords inférieurs sont ajustés comme on a déjà dit.

Les jointures dans les gouttières se font en plaçant les feuilles de plomb en retrait l'une sur l'autre, et en ajustant le plomb de la manière que nous venons de décrire pour les terrasses. On a recours aux rouleaux quand la gouttière ou la surface à garnir excède la longueur d'une feuille, ou quelquefois même par commodité ; c'est un expédient utile pour éviter de souder les jointures.

Les feuilles de plomb servent aussi à garnir les réservoirs que l'on confectonne en bois ou en maçonnerie. Comme ces réservoirs sont rarement placés dans des endroits exposés à l'influence de l'atmosphère, on peut avoir recours à la soudure sans que l'on craigne d'endommager l'ouvrage en exposant le plomb à se fendre.

Les pompes qui sont du ressort des plombiers se réduisent généralement à deux ou trois sortes, qu'on emploie aux usages domestiques, et dont les principales sont les pompes aspirantes et foulantes. Ces pompes, ainsi que les réservoirs, sont fabriquées par des ouvriers qui ne font que ce genre de travail, et qui les vendent aux plombiers ; ces derniers fournissent les tuyaux, et les fixent à leurs places respectives,

On taxe généralement l'ouvrage du plombier à raison de tant par quintal métrique ; on peut s'assurer de la pesanteur en mesurant la dimension des feuilles de plomb de la manière suivante. Le plomb en feuilles dont on se sert ordinairement pour les toits et les gouttières pèse de 35 à 60 kilogrammes par mètre carré ; la table suivante indiquera la pesanteur précise d'un mètre carré de chaque différente épaisseur.

ÉPAISSEUR.	Poids par mètre carré.	ÉPAISSEUR.	Poids par mètre carré.
mètres	kilog.	mètres.	kilog.
0,0001	1,13523	0,0009	10,21707
0,0002	2,27046	0,0010	11,35230
0,0003	3,40569	0,0011	12,48753
0,0004	4,54092	0,0012	13,62276
0,0005	5,67615	0,0013	14,75799
0,0006	6,81138	0,0014	15,89322
0,0007	7,94661	0,0015	17,02845
0,0008	9,08184		

DES VITRIERS.

Le travail de cette classe d'ouvriers consiste à mettre des verres aux châssis et aux fenêtres ; on peut diviser les ouvrages de vitrerie en deux articles différents, le vitrage et le plombage.

Les instruments nécessaires pour le premier article sont un diamant, une règle, une équerre, un mètre, un couteau pour appliquer le mastic, un ciseau tranchant, un marteau, un époussetoir et enfin, pour travailler dans les cadres, une hachette et un marteau.

Le diamant est un fragment de cette pierre précieuse, auquel on donne une pointe en le polissant, et que l'on monte dans un entourage de cuivre ou de fer ; après quoi on y ajuste un manche en bois qui est placé de manière à ce qu'on puisse le tenir dans la main dans la direction du tranchant. On place le haut du manche entre les jointures de l'index et du doigt du milieu, et la partie postérieure entre la pointe de l'index et le pouce ; il y a en général une entaille dans l'endroit où le diamant est incrusté, et que l'on tient près de la règle.

On appelle donner les dimensions au verre, le couper dans les dimensions requises, et on y réussit le mieux en faisant une entaille non interrompue d'un bout à l'autre.

L'équerre sert à couper le verre carrément, de manière qu'il fasse des angles droits, exacts et précis. Le couteau sert à mettre le mastic sur les rebords du châssis et à l'égaliser.

On divise le verre dont on se sert ordinairement en trois classes, première, seconde et troisième qualité. La première est celle qui est la plus pure, sans tache, sans défaut, ni bulles; la seconde présente des défauts, des taches; enfin le verre de troisième qualité est rempli de bulles, de taches, et sa couleur tire sur le vert.

Le verre se vend au paquet. Son prix est en raison de sa dimension; le nombre de feuilles n'est pas le même dans tous les paquets: il varie d'après la qualité. Le verre de première qualité a douze feuilles au paquet; celui de la seconde qualité en renferme seize, et la troisième en a dix-huit <sup>1</sup>.

Ces feuilles sont bombées quand on les fabrique; elles ont environ 1<sup>m</sup>20 de diamètre. Elles ont dans le milieu un œil auquel on a fixé la canne pour les souffler. Mais pour pouvoir transporter plus facilement le verre, le manier et s'en servir, on pratique une section à 10 centimètres environ de l'œil; le grand morceau qui porte encore l'œil s'appelle table ou feuille. Ces feuilles étant d'une dimension donnée, il est raisonnable de supposer que quand les cadres en verre sont d'une dimension qui occasionne de la perte dans la taille du verre, le prix augmente en proportion de cette perte.

On obtient dans les principales manufactures de Londres une sorte de verre d'une qualité supérieure et de grande dimension; il y en a depuis 63 jusqu'à 80 centimètres, et il se vend seulement par feuilles.

Le verre brut est convenable pour les bains et les autres lieux d'aisances, il a d'un côté de l'émeri ou du sable, de manière qu'on ne peut distinguer les objets au travers, quoiqu'il transmette pourtant la lumière. Le verre appelé verre de Bohême est d'une qualité supérieure, et on peut se le procurer de la grandeur surprenante de 1<sup>m</sup>11 sur 0<sup>m</sup>94, et de 1<sup>m</sup>16, et de 0<sup>m</sup>80 et au-dessous.

Pour faire des feuilles de verre, on prend d'abord avec la canne du verre fondu dans les creusets; puis on le souffle dans la forme d'un globe ou *manchon*; ensuite on l'aplatit en l'exposant à l'action de la chaleur dans un fourneau, qui le fait affaisser, et on le dresse en passant dessus une table en bois garnie de drap mouillé.

Le verre en table, appelé aussi *glace*, est la qualité de verre la plus supérieure par la matière avec laquelle il est composé et par le poli qui lui est donné artificiellement. Il faut qu'il soit sans couleur, car celui qui a une sorte de teinte est d'une moindre qualité. La glace fait des vitres magnifiques; ses dimensions excèdent celles de toute autre sorte de verre.

Le verre de couleur est ordinairement rouge, jaune, orange, vert, bleu et pourpre.

On donne ces couleurs au verre par le mélange de certaines substances qu'on fait fondre avec lui; elles durent autant que le verre même.

On peut donner au verre la forme bombée; on se sert beaucoup à Londres de cette sorte de verre pour les vitrages de boutiques, et on est parvenu à lui donner une grande perfection pour l'employer à couvrir et à conserver différents objets d'art.

On donne le nom de mosaïque aux ouvrages faits en verres de couleur. Ce

! Le nombre de feuilles n'est pas le même en France qu'en Angleterre.

genre d'ouvrage consiste à garnir des verres d'une ou plusieurs couleurs assemblés avec de petites lames en plomb et à leur donner différentes formes. On représente souvent les armes des familles, et l'on grave des devises sur ces verres ; c'est une branche qui est susceptible de beaucoup d'amélioration, mais qui est très négligée à présent. On estime beaucoup les vitraux antiques, quoique pour le même prix on puisse se procurer des productions modernes d'une grande élégance. On les place dans des salles et aux fenêtres qui donnent le jour à des escaliers ; on les emploie encore aux fenêtres d'églises. Dans bien des cas on s'en sert dans des endroits agréables pour empêcher une vue qui formerait un disparate avec le reste.

On sert du vitrage en plomb dans les salles basses et généralement à la campagne. On forme les cadres destinés à recevoir ce genre de jour avec des barres transversales, auxquelles est attaché ce vitrage au moyen de barres en plomb. Quand on a besoin d'ouvertures, on pratique des châssis en bois ou en fer. Souvent une fenêtre à coulant remplit l'objet. Les fenêtres d'églises sont généralement construites de cette manière ou en cadres.

Les instruments dont on se sert pour cet ouvrage sont, outre les précédents, ceux qui suivent.

Un tire-plomb, servant à étirer les lames de plomb. Il est garni de différents tranchants et moulures pour tirer le plomb et lui donner différentes dimensions. Les barres de plomb jetées dans ces tire-plombs sont reçues par le moule ou laminoir qui les attire au moyen de deux côtés parallèles l'un à l'autre, d'environ 6 millimètres de large, avec une séparation qui réunit les deux côtés d'ensemble environ 3 millimètres de large, et formant de chaque côté une rainure depuis 1 jusqu'à 3 millimètres de large sur 1<sup>m</sup>80 de long.

Outre le tire-plomb et le moule, le vitrier se sert de planches sur lesquelles sont tracés les carreaux de fenêtre, d'un morceau de bois pour écarter le plomb, et introduire le verre dans l'espèce de rainure qui y est pratiquée ; de couteau à enchâsser, d'une boîte à résine, des fers et des tenailles.

Le couteau à enchâsser consiste en une lame arrondie par le bout emmanchée dans du plomb, et qui se termine par un long manche carré ; on se sert de ce manche carré pour enfoncer le verre et pour l'affermir dans le plomb. On soude le plomb des deux côtés, excepté aux bords extérieurs. On cimente les vitraux en versant un peu de blanc d'Espagne délayé le long des châssis en plomb et en remplissant les intervalles avec du blanc sec, auquel on ajoute un peu de blanc sec ou de blanc de plomb, après que l'huile de la peinture a eu le temps de faire son effet. Quand cette composition aura séché, elle résistera à l'action de l'air.

Pour estimer le travail des vitriers, on mesure la surface des feuilles de verre ou carreaux employés. Les carreaux circulaires ou ovales sont mesurés comme s'ils étaient carrés et que leur côté fût le diamètre du cercle, parce que pour leur donner cette forme il faut perdre beaucoup de matière en les taillant.

## PEINTURE EN BATIMENT.

La peinture en bâtiment consiste dans l'emploi de couleurs artificielles, que l'on fixe au moyen de l'huile ou de l'eau, à l'effet de préserver le bois de la pourriture ou de le relever par le vernis et par les couleurs.

On donne le nom d'économique à cette sorte de peinture, et cette dénomination a particulièrement rapport à la faculté que possèdent l'huile et le vernis d'empêcher l'action de l'air sur le bois, le fer ou le stuc, en y opposant une surface artificielle ; mais ici nous voulons lui donner plus d'extension en comprenant dans la peinture la partie qui a rapport à l'ornement, et dont l'architecte fait usage tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments.

Les procédés sont généralement les mêmes dans tous les genres de peinture à l'huile et la seule différence consiste dans le travail.

Les premières couches de peinture, tant sur le bois que sur le fer, doivent toujours être faites avec de la *céruse*, autrement dite *blanc de plomb*, de la meilleure qualité ; on la broie très fine dans de l'huile de noix ou de lin, soit sur une pierre avec une molette, soit au moyen d'un moulin ; le premier procédé est trop long pour de fortes quantités. Quand on veut s'en servir pour peindre les volets, des portes ou des lambris, et des boiseries en sapin ou en autre bois blanc, il est très nécessaire de détruire l'effet des nœuds, qui en général sont tellement saturés de térébenthine qu'ils donnent le plus grand embarras dans ce procédé. Le meilleur moyen en général d'obvier à cet inconvénient, c'est de passer la brosse sur ces nœuds avec une composition de *céruse* délayée dans l'eau et fortifiée par une dissolution de colle forte ; quand cette couche sera sèche, on peindra les nœuds avec du blanc de plomb à l'huile, auquel on ajoutera quelque puissant siccatif, tel que du rouge de plomb ou de la litharge, un quart environ de ce dernier. On applique cette peinture uniformément, et en ayant soin de suivre la direction du grain.

Quand la dernière couche est sèche, on l'égalise avec de la pierre ponce ; on donne alors la première couche de peinture à l'huile ; cette couche étant suffisamment sèche, on bouche soigneusement les trous des clous, et on masque les autres défauts de la surface avec une composition d'huile et de blanc d'Espagne, appelée mastic.

On donne ensuite une nouvelle couche avec de la peinture composée de *céruse* délayée dans l'huile, et à laquelle on a ajouté un peu d'huile de térébenthine ; il faut mettre trois ou quatre couches successives si on veut obtenir un beau blanc ou une couleur de pierre ; dans le dernier cas on y ajoute un peu de noir de fumée ou de noir d'ivoire. Si l'on voulait obtenir une autre couleur, telle que grise, verte, etc., il serait nécessaire d'ajouter cette couleur après la troisième couche, surtout si la couleur doit être d'un blanc mat, grise ou fauve. Quand on veut *mâter* la couleur, ce qui est une méthode bien préférable pour tous les ouvrages d'une qualité supérieure, non seulement pour l'apparence, mais pour conserver la couleur dans toute la pureté de sa teinte, il suffira de donner une couche mêlée de beaucoup de térébenthine ;



mais lorsqu'on doit recouvrir une grande surface, il est souvent nécessaire de donner deux couches, ce qui est généralement la règle pour les ouvrages en stuc.

Il est bon d'observer que dans toutes les opérations précédentes il faut nécessairement employer un siccatif; celui qui est le plus en usage, et qui est très propre à cet objet, est de la couperose blanche pilée bien fine et délayée dans de l'huile de lin, ou peut-être mieux encore dans des huiles bouillies et préparées; on dessèche bien cette composition avec de la litharge. La quantité à ajouter dépend beaucoup de la sécheresse ou de l'humidité de l'atmosphère au moment où l'on peint, et de la situation du local. Nous remarquerons ici qu'on fait en Angleterre une sorte de couperose dont on se sert, dit-on, quelquefois en médecine; non seulement cette couperose n'aide pas à l'opération, mais même elle empêche la couleur de sécher.

Le meilleur siccatif pour tous les beaux blancs et pour les teintes fines, c'est de la litharge délayée dans l'huile de noix; mais comme elle est très active, une petite quantité de la grosseur d'une noix suffira pour 10 kilogramme de couleur, dont la base est du blanc de plomb.

Il est inutile d'avertir les peintres de tenir leurs ustensiles, brosses, etc., très propres; car autrement la couleur qu'ils emploient deviendrait bientôt terne, et gâterait la surface de l'ouvrage. Si cela arrivait, il faudrait passer la couleur dans un tamis fin, et frotter soigneusement la surface avec du papier de verre ou de la pierre ponce. Il faudrait la délayer dans de l'eau si la couleur était fraîchement mise. Ce que nous venons de dire est suffisant pour indiquer de peindre sur bois tant au dedans qu'au dehors; on se sert rarement d'autre chose que de la peinture à l'huile pour le dedans, et on met rarement plus de quatre à cinq couches.

Il ne paraît pas qu'on puisse se servir de la peinture à l'huile pour le stuc, à moins que les murs n'aient été construits depuis assez longtemps, et que la masse de la maçonnerie en brique ait acquis un grand degré de sécheresse. Quand le stuc est sur bois, il peut plus facilement être mis en peinture que quand il est appliqué sur la brique.

On doit bien faire attention à la sécheresse du stuc quand on veut que la peinture qu'on y applique prenne bien et acquière quelque solidité. En effet, lorsque l'eau rencontre un corps étranger qui empêche son effet, tel que la peinture à l'huile par exemple, il s'établit entre elle et l'enduit une sorte de lutte de laquelle il résulte un grand nombre de petites vessies qui se forment sur la surface de l'enduit, et contiennent une eau de chaux. Ces petites pellicules de peintures soulevées se détachent bientôt, et forment sur la surface des défauts qu'on ne peut faire disparaître qu'en peignant de nouveau le tout.

En général, on devrait, avant d'appliquer du stuc sur un bâtiment, attendre deux ou trois ans pour que la dessiccation fût complète, et souvent on n'attend guère que ce nombre de semaines.

En se servant des précautions mentionnées ci-dessus, la meilleure méthode pour peindre le stuc est de donner la première couche avec de l'huile de lin ou de noix, dans laquelle on fait bouillir les couleurs; il est nécessaire d'avoir soin de ne pas appliquer une couche trop forte, de manière à rendre la surface rude et inégale, et de n'employer qu'autant de peinture que le stuc peut

en absorber. Il faut dans ce cas donner trois à quatre couches de céruse préparée, comme nous l'avons dit en parlant de la peinture des boiseries, et donner à chaque couche le temps suffisant pour bien sécher. Si le temps le permet, il faut laisser sécher pendant deux ou trois jours la couche que l'on a mise avant d'en appliquer une nouvelle. Quand on veut finir le stuc par une teinte donnée, telle que grise, verte, pâle, etc., il est bon, dans la troisième couche, de préparer le fond pour cette couleur en lui donnant une légère nuance ; on fait le gris avec de la céruse, du bleu de Prusse, du noir d'ivoire et du rouge ; les différents vert pâles et le vert de mer se composent avec du blanc de plomb, du bleu de Prusse et de beaux jaunes ; les couleurs abricot et pêche se font avec un mélange de laque, de blanc et de vermillon de Chine ; le beau jaune ou couleur de biche, avec de la terre de Sienne brûlée, ou avec de la terre d'ombre et du blanc, et les verts d'olive avec de beau bleu de Prusse et de l'ocre.

Quand le stuc ou le plâtre n'est pas assez sec pour recevoir des peintures à l'huile, on peut les peindre en détrempe, c'est-à-dire leur appliquer les couleurs à l'eau, afin de donner plus d'apparence à la partie du bâtiment qu'on veut peindre. Si plus tard on voulait peindre le stuc à l'huile, et qu'il eût acquis l'état de sécheresse nécessaire, il faudra commencer par en enlever les couleurs, ce que l'on exécute aisément en lavant le stuc avec de l'eau ; quand il sera sec de nouveau, on lui donnera une couche à l'huile de la manière indiquée à l'article de la peinture sur stuc.

Lorsque d'anciens plâtres sont couverts de taches ou autres défauts, et que l'on veut les peindre en détrempe, il faut commencer dans ce cas par bien nettoyer le plâtre, et ensuite lui donner au moins une couche à l'huile avec de la céruse, en y mêlant de l'essence de térébenthine ; on parviendra de cette manière à fixer les anciennes taches, et quand le tout sera sec, il prendra aisément la peinture en détrempe.

#### *Mesurage de l'ouvrage de peinture.*

Les ouvrages de peinture se mesurent au mètre carré. On mesure chaque partie sur laquelle la brosse a passé ; par conséquent on prend les dimensions avec un cordeau qui puisse entrer dans les moulures, les cavités, etc. Toute sorte d'ornement est payée selon la nature de l'ouvrage ; la ciselure est aussi estimée selon le temps qu'exige ce genre d'ouvrage pour la peinture.

## DES CHEMINS DE FER

### ET DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Parmi les diverses innovations du siècle, aucune peut-être n'a plus excité l'intérêt public que celle de construire des routes garnies de barres de fer, à l'effet de diminuer le frottement des voitures et permettre ainsi de trans-

porter un poids considérable avec un léger effort au moyen du gaz ou de la vapeur.

En diminuant le frottement, on obtient une diminution importante dans la puissance, qui sans cela est nécessaire pour traîner ou transporter d'un endroit à l'autre un poids donné; ce qui est de la plus haute importance pour une nation commerçante telle que l'Angleterre.

On a commencé par garnir les routes en bois, et ces premières innovations paraissent avoir eu lieu, dès l'année 1680, entre la rivière de Tyne et quelques-unes des principales mines de charbon.

La rareté du bois et la dépense occasionnée par les fréquentes réparations firent bientôt naître l'idée de l'avantage que le fer aurait sur le bois; on commença par clouer des plaques en fer sur les barres primitives en bois, et l'on donna à ces barres de fer le nom de *sleepers* (dormants). Ce procédé, quoique coûteux, fut considéré comme une grande amélioration. Mais comme le bois sur lequel ces dormants reposaient était sujet à se pourrir et à manquer, on remplaça ces garnitures par d'autres entièrement en fer.

Ces routes ferrées ont été pendant longtemps en usage dans les mines à charbon et autres, et on en a pratiqué un petit nombre d'une ville ou d'un district à l'autre. Les principales routes de ce genre, en Angleterre et dans le pays de Galles, sont la Cardiff et la Merthyr, qui ont 42,800 mètres de long et qui s'étendent le long du canal de Glamorganshire; les routes de Caermarthen, de Lexhowry, qui ont 44,800 mètres, dans les comtés de Monmouth et de Brecknock; la route de Surrey, qui a 41,600 mètres; celle de Swansea, 12,000 mètres; une route entre Gloucester et Cheltenham, et plusieurs autres dans le nord de l'Angleterre.

Il y a deux sortes de routes en fer, et la différence consiste dans le rebord qui sert de guide à la roue de la voiture et l'empêche de quitter la barre. Dans l'une des deux sortes, le rebord est à angle droit et d'une seule pièce avec la surface plate de la barre. Dans l'autre, la surface plate de la barre est élevée au-dessus du niveau du terrain, et le rebord est fixé sur la roue de la voiture à angle droit avec la garniture ou le fer placé sur la circonférence de la roue pour la renforcer. Outre cela, une autre sorte de route en fer a été imaginée, il n'y a pas longtemps, par M. Palmer; elle consiste en une seule barre élevée à une certaine hauteur au-dessus du sol. Deux roues attachées à un cadre de dimensions convenables glissent sur cette barre en portant le fardeau, qui est maintenu en équilibre. Cet arrangement semble assurer d'une manière certaine le grand principe qui consiste à diminuer la friction, et il occasionnera sans doute, dans bien des dispositions, une grande amélioration.

Avant d'expliquer les avantages qui résultent de l'invention des chemins de fer, nous allons donner la description d'un brevet qui a été obtenu, le 16 septembre 1816, par MM. Losh et Stephenson, tous deux très connus des personnes qui s'occupent de ce genre d'industrie.

Avant de commencer la description de la méthode qu'ils emploient pour faire mouvoir des voitures sur les chemins de fer, ces messieurs font observer qu'il existe deux sortes de chemins de fer dont l'usage est également répandu; l'un consiste dans des barres de fonte dont la forme est celle qui est représentée fig. 631; l'autre est représentée par les figures 630 et 631. Celle indi-

quée par la lettre A, fig. 629, est connue sous le nom de *chemin de fer à ornieres saillantes*. Les chemins de fer représentés par les figures 632 et 633, s'appellent *chemins de fer à ornieres plates*.

Le but que MM. Losh et Stephenson se sont proposé d'atteindre dans la construction des chemins de fer à ornieres saillantes est : 1° de fixer les deux extrémités des barres dont sont composées les routes, de manière à ce qu'elles soient immobiles sur des supports ou appuis qui les soutiennent ; 2° de les placer de telle manière que l'extrémité d'une barre ne déborde pas sur une autre, et qu'elle ne s'incline pas au-dessus de l'extrémité correspondante de la barre avec laquelle elle est en contact ; 3° de former les jointures des barres de manière que si les supports sur lesquels elles sont appuyées venaient à varier de leur position perpendiculaire à la direction de la route, ce qui arrive souvent dans d'autres genres de routes en fer, les jointures des barres restassent comme avant cette divergence, et que la solidité des barres n'en fût pas altérée. La forme des barres dont se compose un chemin de fer à barres plates étant différente de celle des barres avec lesquelles sont construits les chemins de fer à barres saillantes, on est obligé d'adopter une autre méthode pour les joindre ensemble, et pour les fixer aux supports sur lesquels elles s'appuient. On est parvenu à fixer ces barres sur leurs supports, de sorte qu'elles ne peuvent pas être dérangées, que l'extrémité d'une barre ne s'avance pas sur l'autre, et qu'elle ne puisse causer un obstacle ou occasionner une secousse aux voitures qui passent dessus ; les jointures sont aussi faites de manière à empêcher que les clous qu'on emploie à fixer les barres sur leurs supports, ne puissent sortir de leurs places respectives, soit par l'effet de l'effort que supportent les barres, soit par toute autre cause.

Quant aux chariots à vapeur (machines locomotives) destinés à mettre en mouvement les voitures qui transportent les marchandises sur les chemins de fer que nous venons d'indiquer, leur invention consiste à soutenir le poids ou une certaine portion du poids de la machine sur des pistons mobiles, dans les cylindres dans lesquels la vapeur agit. Ces pistons, par l'intermédiaire de certains leviers et de tiges correspondantes, ou par tout autre moyen analogue, font tourner l'axe de la voiture sur lequel repose la machine. MM. Losh et Stephenson ont surtout cherché à construire les roues avec des matériaux qui les rendent plus solides, et moins sujettes à réparation que celles qui ont été mises jusqu'à présent en usage. Ils atteignent ce but en faisant les rayons des roues en fer battu, et les reliant par des bandes de fonte ; soit au contraire en coulant les rayons en fonte et faisant les cercles et les garnitures en fer malléable. Dans quelques circonstances, particulièrement quand les roues sont d'un très petit diamètre, ils se servent, au lieu de rayons de fer malléable, de plaques de fer malléable pour former la jonction entre les moyeux et les bandes des roues en fer de fonte.

Les avantages que l'on obtient en construisant ainsi les chemins de fer sont : 1° qu'ils sont capables de supporter une pression bien plus forte que lorsque les barres de fonte sont réunies de la manière ordinaire ; 2° par cette méthode de joindre les barres, on fait disparaître l'inconvénient auquel sont exposées les barres jointes ensemble d'après la manière ordinaire (l'extrémité d'une barre dans cette méthode étant rarement dans le même plan que l'extrémité correspondante), c'est de recevoir des commotions et des secousses par l'ac-

tion des voitures qui se meuvent sur ces chemins. Ces commotions et ces secousses sont les causes principales qui occasionnent la dégradation des chemins de fer en brisant les barres qui les composent. L'action et la réaction étant mutuelle, en prévenant les secousses qui avaient lieu dans les barres, on préserve en même temps les voitures et les machines qui se meuvent sur les chemins de fer d'éprouver un ébranlement qui tend à les endommager; le centre de gravité dans un chariot chargé de charbon étant, par sa forme, très élevé, il y a généralement une grande perte de charbon occasionnée par la secousse qu'éprouvent ces chariots. Dans la manière ordinaire de construire les chemins de fer, il y a des secousses presque à chaque jonction de barres. Dans la manière de construire les chemins de fer adoptée par MM. Losh et Stephenson, les chariots ont une marche uniforme qui évite toute secousse et diminue considérablement, si elle ne détruit pas entièrement, les pertes occasionnées par les motifs susmentionnés. La méthode ordinaire de fixer les barres de fonte dans les chemins de fer en usage dans les mines à charbon, consiste à introduire un seul clou dans un trou pratiqué dans la barre, et à la fixer ainsi sur un support en bois. Les clous, par suite de l'effort qu'éprouve la barre ou par le mouvement du support, ou enfin par quelque autre cause, se détachent bientôt, et même s'en vont tout à fait, et par conséquent la barre se relâche. Ces clous en se détachant sont cause que les chariots vont moins vite, et que souvent les barres se brisent. Cet inconvénient provient de la manière de fixer les barres de fonte dont se composent les chemins de fer; d'où il suit qu'une méthode qui obvierait à ces inconvénients offrirait des avantages importants.

Dans les machines locomotives, ces messieurs ont reconnu que le point le plus important était que ces machines se mussent d'une manière ferme et déagée autant que possible de tous chocs et de toutes secousses, qui causent toujours le dérangement de quelques parties de la machine, et en diminuent la puissance. C'est donc pour produire cette égalité et cette fermeté dans le mouvement, et pour empêcher les machines de recevoir des chocs, ainsi que pour préserver leur équilibre, qu'ils emploient les pistons flottants, qui, agissant sur un fluide élastique, atteignent l'effet désiré avec bien plus d'avantage que s'ils suspendaient la marche sur des ressorts d'acier. On trouvera, poids égaux, que les roues qui sont construites d'après ce procédé sont bien plus durables que celles dont on s'est servi jusqu'à présent; car les rayons, quand ils sont en fer malléable, étant infiniment moins sujets à se briser que ceux en fonte, peuvent être rendus moins pesants; on peut aussi en diminuer le nombre, de sorte que l'excès du poids des rayons qu'on retranche des roues peut être reporté sur leurs bandes; et l'on parvient de cette manière à rendre plus solide la partie qui supporte la plus grande résistance, celle occasionnée par le frottement sur les barres du chemin de fer. On peut en outre faire tremper les bandes de ces sortes de roues, et les rendre assez solides pour qu'elles ne soient pas sujettes à se briser, inconvénient auquel elles sont sujettes quand on les confectionne d'une seule pièce en fonte. L'avantage que l'on retire de la méthode de cercler des roues en fonte avec du fer malléable, soit en bandes, soit en toute autre sorte de garnitures plates ou saillantes, c'est que, lorsque ces garnitures sont usées, on peut aisément les remplacer par d'autres sans une grande dépense; en outre la garniture, qui n'est pas sujette à se briser,

reçoit le choc de la réaction que lui font éprouver les barres des chemins de fer, diminue de beaucoup l'effet de ce choc sur la partie en fonte, et préserve de cette manière la roue qui est confectionnée avec ce métal.

Comme il est presque impossible de couler parfaitement droites et d'une épaisseur égale les barres de fonte dont les chemins de fer sont composés, et qu'il est également difficile de joindre ces barres ensemble avec une justesse mathématique, les roues des machines ou des voitures seront toujours sujettes à rencontrer quelques inégalités et quelques obstacles. Ces considérations ont engagé MM. Losh et Stephenson à faire usage des améliorations qu'ils ont introduites dans la construction des chariots à vapeur, ainsi que dans les roues des voitures employées sur des routes à bandes plates ou à barres saillantes construites d'après leur plan; mais il est évident que l'adoption des améliorations relatives aux chemins de fer est encore plus importante.

Ces mécaniciens n'hésitent pas à dire que sur des chemins de fer construits d'après leur méthode, et en faisant usage de la machine locomotive de leur invention, l'expédition des marchandises transportées aura lieu d'une manière sûre, dans un temps une fois plus court, et que par conséquent on pourra transporter dans le même temps le double du poids que l'on transporte actuellement. Cette méthode diminuera en outre la lésion qu'éprouvent les différentes parties de la machine.

Afin de faire plus clairement comprendre les détails dans lesquels ils entrent, nous avons annexé une liste des dessins.

La fig. 629 représente le chariot à vapeur pris dans sa longueur, et placé sur un chemin de fer à barres saillantes. A, A, A, sont les cylindres dans lesquels sont les pistons flottants B, B, que l'on voit plus en détail dans la fig. 630, qui est une coupe perpendiculaire à celle représentée par la fig. 629. C C sont les tiges des pistons : leurs extrémités reposent sur les crapaudines en cuivre des axes des roues D D. Ces pistons pressent également sur la totalité des axes, et forcent chacune des roues à presser d'une manière égale sur les barres qui composent le chemin de fer et à agir sur elles avec un degré de frottement uniforme, quand mêmes ces barres ne seraient pas toutes sur le même plan; car les crapaudines en cuivre qui supportent les roues ont la faculté de se mouvoir selon une direction verticale dans une rainure, et d'entraîner les axes et les roues avec elles; de sorte que ces dernières sont forcées de presser continuellement sur le chemin de fer, malgré les inégalités qu'il peut présenter.

La fig. 634 représente la roue avec les rayons en fer ouvré; A A A A A A font voir comment les rayons sont assemblés dans le moyeu B B, et enfoncés dans les mortaises C C C C C C. On fait rougir les rayons avant de les enfoncer dans les mortaises, afin qu'ils s'étendent assez; car ils sont trop courts en refroidissant. Ce procédé a l'avantage de tirer parti de la propriété du fer, qui s'étend par l'effet de la chaleur, et qui revient dans sa dimension précédente en se refroidissant au même degré qu'auparavant. Après quoi on les arrête par le haut; les mortaises sont en queue d'aronde du côté extérieur de la roue (A A, fig. 635).

La fig. 635 représente une section passant par l'axe de la roue avec les bras ouvrés en fer.

La fig. 636 représente une vue de l'extrémité de la fig. 635.

La fig. 635 représente une vue d'un chemin de fer à barres saillantes avec les extrémités de deux barres qui se joignent, et sont indiquées par les lettres *bb*, ainsi que les supports sur lesquels elles reposent. *dd* montrent les supports en métal, et *cc* ceux en pierre. On pratique les joints *ee* en appliquant les extrémités des barres l'une à l'autre. Le clou ou le boulon *g*, qui les fixe l'un à l'autre, ainsi qu'au support dans lequel elles sont fixées, est fait de manière à remplir exactement un trou pratiqué à travers le support et les deux extrémités des barres. Ainsi le bout d'une barre ne peut s'élever au-dessus de la barre qui se joint à elle; car quoique le support puisse se mouvoir sur le boulon, dans la direction de la ligne de la route, cependant les barres demeureront immobiles sur la surface courbe de leur point d'appui.

Fig. 638 est une section transversale d'un chemin de fer à barres saillantes de MM. Losh et Stephenson. Cette section passe du centre d'un des supports *a*, et au travers les extrémités des deux barres *cd* qui se joignent. *f* est le support en pierre.

Fig. 639 est une section transversale passant par le milieu d'une barre *a*, et fait voir la voituré *c* derrière.

Fig. 640 est un plan du chemin de fer décrit fig. 637, qui montre les joints des barres *cc* placées sur leurs supports *dd*.

Fig. 641 est un dessin de la roue en fonte, avec la garniture en fer malléable; cette roue est faite avec des rayons courbes qui sont représentés par *aaaaaaa* sur la figure, et avec une entaille dans la garniture représentée au point *b*, dans laquelle est insérée une clef. La raison pour laquelle on fait cette entaille, est parce qu'en appliquant la garniture rouge, la fonte s'étend d'une manière inégale, que la bande est sujette à se fendre et que les rayons ressortent, à moins que la garniture ne soit auparavant ouverte et que les rayons soient courbés; ce qui leur permet de se prêter à l'augmentation du diamètre de la roue.

La fig. 642 est une section transversale de la fig. 641, passant par le centre. *aa* est la garniture; *bbb*, la bande en métal. Cette pièce en fonte est coulée en queue d'aronde, en sorte que, quand la garniture, qui doit s'y ajuster, est appliquée rouge, elle se contracte, et s'unit à la bande avec un degré d'adhésion tel qu'elle ne peut se défaire par suite des secousses que la roue éprouve sur le chemin de fer. Cette roue a la forme convenable pour rouler sur un chemin à barres saillantes; et pour qu'elle puisse s'appliquer sur un chemin à barres plates, il faut seulement que sa surface soit plane.

Fig. 643 est un dessin de l'extrémité de la fig. 641, sans la garniture malléable.

Fig. 644 représente une roue appropriée à un chemin de fer à barres plates. *aaa* représente les rayons en fer malléable attachés au moyeu par les boulons *ddd*.

Fig. 645 est une section transversale de la fig. 644 passant par le centre de la roue. *aa* montre les bras, *cc* la bande, *dd* les boulons.

Fig. 646 représente une roue appropriée à un chemin à barres plates avec une plaque de fer malléable *aaa*, pour former la jonction entre le moyeu *bb* et la bande en fonte *ccc*.

Fig. 647 est une section transversale de la fig. 646. *aa* fait voir la plaque

sur laquelle est coulé le moyeu *bb*. *cc* fait voir la plaque en fer fondu qui est coulée sur la bande; on couvre les bords de cette plaque d'une couche mince de terre grasse ou de poussière de charbon ou autre substance convenable, afin d'empêcher la trop forte adhésion entre la plaque en fer et la bande en métal; en sorte que si la bande venait à se briser, on pourrait aisément l'ôter, et la remettre en en coulant une autre sur la plaque.

Fig. 648 est le plan d'un chemin de fer à barres plates. Au bout de chaque barre sont des tenons *aaaa* en queues d'aronde, qui doivent s'ajuster dans les entailles *bb* également en queues d'aronde, pour empêcher la barre d'être ébranlée par le bout; d'un autre côté, le boulon étant mis dans sa place, empêche les barres de s'élever, en sorte qu'elles sont fixées de manière à ne pouvoir se déranger de leurs supports.

Fig. 649 représente la fig. 648 vue de face.

Fig. 650 est un plan de support. *aa* représente les trous dans lesquels on adapte les clous afin de fixer les barres. Quand elles sont placées dans ce support et assujetties par le boulon, elles empêchent les boulons de se défaire en s'appuyant sur elles.

Fig. 651 est une section transversale du support et de l'extrémité d'une des barres plates.

Fig. 629\* montre un chemin de fer construit par la manière ordinaire, et qui n'est plus horizontal, comme cela arrive souvent, parce que les supports ont fléchi; les voitures éprouvent alors un choc en traversant la jointure de la barre adjacente.

La facilité avec laquelle on peut donner toute sorte de formes à la fonte rend les chemins construits en barres de fonte très supérieurs à ceux qui se composent de barres de fer malléable. Mais la fragilité de la fonte rend ces chemins très sujets aux réparations, à moins qu'on ne donne à ces barres une épaisseur considérable, ce qui les rend capables de résister aux secousses et aux chocs qu'elles doivent supporter; mais dans ce cas elles sont très lourdes et très coûteuses; circonstance qui a fait faire de nombreux essais pour substituer le fer malléable à la fonte.

Il paraît qu'on commença à se servir pour la première fois de barres de fer malléable pour les ouvrages de lord Carlisle, à Tindal-Fell, dans le Cumberland, vers l'année 1808. Et quoique dans cet endroit, ainsi que dans deux ou trois autres, où l'on a fait des essais dans ce genre, on ait trouvé que ce genre de chemins était moins onéreux à établir et qu'il était moins sujet à réparation, on n'en a fait usage que depuis très peu de temps. Ce ne fut que quelque temps après que M. Birkinshaw, propriétaire des forges de Bedlington, eut obtenu un brevet d'invention pour les chemins en barres de fer malléable, d'une construction nouvelle et améliorée, que l'on commença à discuter les avantages de ces chemins comparativement avec ceux en fonte.

La forme des barres en fer malléable était avant cette époque un *parallépipède*. Alors la surface des barres était tellement étroite, comparativement à la bande des roues, que la roue et les barres étaient exposées à être considérablement endommagées par le frottement; ou si l'on augmentait la largeur des barres, afin d'éviter cet inconvénient, la quantité de fer employée rendait les frais presque impossibles à supporter.

M. Birkinshaw obtint son brevet d'invention dans le mois d'octobre 1820;



ses améliorations consistent à donner aux barres la forme de prismes, quoique leurs côtés ne soient pas nécessairement plats. La surface supérieure sur laquelle la roue de la voiture doit se mouvoir est légèrement convexe, afin de diminuer le frottement ; et la partie inférieure, qui repose sur les supports, est en coin. On a proposé d'adopter la forme du coin, parce que la force de la barre est toujours en proportion du carré de sa largeur et de son épaisseur. Ce qui fait que cette forme possède toute la force d'un cube égal à son carré, avec seulement la moitié de la quantité de métal, et n'entraîne par conséquent que la moitié de la dépense de l'autre barre. Mais on peut encore lui donner assez de solidité en formant les barres à côtés concaves, forme que M. Birkinshaw préfère à toutes les autres, quoique le prisme ou la forme du coin, dans toutes ses variétés, soit le principe sur lequel est fondé son droit de patente.

La méthode pour donner à ces barres la forme de coin est de les passer, pendant qu'elles sont rouges, entre des cylindres portant des dentelures ou rainures, ayant la forme que l'on veut donner à la barre ; mais quoique le patenté recommande d'adopter cette méthode comme la plus propre à former ces barres, il réclame cependant le droit exclusif de fabriquer ces barres de fer propres à la construction des chemins de fer de son invention.

Les avantages que procure ce genre de chemins de fer sont les suivants :

1° Les frais primitifs d'un chemin de fer en fer malléable sont moindres que ceux d'un chemin en fonte d'une égale force.

2° Comme on peut confectionner les barres de la longueur de 3, 4, 5, 6 mètres chaque, et même davantage, s'il est nécessaire, on réduit par là le nombre des jointures, et l'on écarte ainsi en grande partie l'inconvénient auquel sont exposées les barres courtes dont on se sert actuellement.

3° Afin de remédier à l'inconvénient provenant de ce que les barres ne sont pas parfaitement jointes, on unit les extrémités en n'en formant qu'une seule barre ; et l'on parvient de cette manière à continuer la barre dans toute la longueur de la route sans qu'il y ait de point d'arrêt ni de jointure.

4° Il suit de là que sur les routes ainsi construites la perte de charbon occasionnée par le cahotage des voitures, à l'endroit où se joignent les barres, et les avaries qu'éprouvent par la même cause les roues, les supports et les machines, sont considérablement diminuées, si elles ne sont pas entièrement prévenues.

Dans le mois de septembre 1821, M. Losh prit un autre brevet d'invention pour de nouvelles améliorations dans la construction des chemins de fer ; elles consistent : 1° à fixer des barres de fer malléable sur la surface supérieure des barres en fonte, quelle que soit la forme de ces barres, de manière à former une ligne non interrompue, que l'on peut prolonger à volonté : il leur donne la même largeur qu'à la surface des barres de fonte sur lesquelles on l'applique ; 2° à fixer, dans quelques cas particuliers, une bande de fer malléable sous la surface inférieure des barres en fonte, afin que cette bande, par son pouvoir de tension, procure un soutien à la cohésion des parties des barres en fonte, et permette de les rendre plus légères, moins coûteuses et moins sujettes à se rompre ; 3° à former un chemin de fer en mettant deux barres de fonte l'une contre l'autre placées de champ, et en les fixant ainsi l'une sur l'autre au moyen de tenons ou de toute autre méthode convenable ; on place ensuite sur

leurs tranchants ou bords supérieurs une barre plate en fer malléable, ou une barre qui serait légèrement recourbée ou arrondie par les bords, pour diminuer le frottement ; de sorte que la barre, ou la plaque placée sur les bords supérieurs, forme la surface sur laquelle les roues de la voiture devront se mouvoir.

M. Losh dit, dans la description de sa patente, que les chemins de fer sont maintenant devenus si communs, que pour l'instruction des mécaniciens ou de ceux qui sont chargés de les construire et de les établir, il serait tout à fait inutile d'en présenter les dessins ; en conséquence il détaille la méthode qu'il a trouvée la plus convenable pour former la jonction de la plaque ou de la barre plate qu'il applique sur la surface des barres de fonte placées de champ, ainsi que la méthode dont il se sert pour attacher la bande ou le morceau de fer au bord inférieur de la barre en fonte.

Il recommande que les dimensions des barres qui doivent former la surface supérieure d'un chemin de fer destiné à porter des chariots à vapeur du poids de sept à huit tonnes et des voitures de trois à quatre tonnes, soient de 4<sup>m</sup> 50 de long, de 6 centimètres de large, et qu'elles aient 8 millimètres d'épaisseur. Il réunit ces barres au moyen de clous ou tenons placés de 45 à 60 centimètres les uns des autres, et qui doivent être rivés ; on peut aussi l'attacher au côté inférieur, en ayant soin dans cette opération de laisser la surface supérieure de la plaque aussi unie qu'auparavant. Ces tenons ont des trous pratiqués au travers des barres perpendiculairement à leur direction, et propres à recevoir un boulon ou un rivet de 6 à 12 millimètres de diamètre ; à chaque extrémité de la plaque on fixe un tenon qui entre dans une mortaise pratiquée dans la plaque opposée, et l'on rive ce tenon de façon que les deux plaques n'en font plus qu'une seule.

Pour placer des plaques ou des barres de fer malléable sur les barres de fonte, il est très important de pratiquer sur les barres des mortaises, afin de recevoir les tenons que portent les plaques qui se correspondent. Il faut aussi, après avoir placé les barres sur leurs supports, appliquer la surface des barres l'une contre l'autre, faire entrer les tenons dans les mortaises, et les y assujettir par des boulons qui sont introduits avec force dans les trous pratiqués dans les tenons. On forme les mortaises dans les barres en plaçant dans le moule un noyau qui ait la forme de la mortaise ; pour que ce vide ne diminue pas la force de la barre, il est nécessaire de faire un renflement sur son côté extérieur ; on place ensuite un support sur un piédestal tous les 9 à 12 décimètres, plus ou moins, selon la longueur des barres en fonte ; chacune de ces barres doit être supportée à ses extrémités ; la jointure de ces barres est faite de manière qu'un boulon assure les extrémités de deux barres de fonte plus parfaitement dans le support qu'aucun autre moyen possible.

Des surfaces plates, ainsi préparées avec des tenons, peuvent être attachées et fixées à la surface supérieure d'une série de barres en fer malléable, placées de champ sur des supports (ces barres ont généralement de 0<sup>m</sup>90 à 1<sup>m</sup>20 de long, mais quelquefois elles sont aussi longues que la surface plate), de manière à présenter la plus grande résistance au poids qui presse sur elles. Par ce procédé on peut ainsi confectionner un chemin de fer à très bon compte et d'une manière très avantageuse. Ces barres d'appui ne doivent pas avoir moins de 65 millimètres d'épaisseur, si les chemins sont destinés au roulage

de chariots à vapeur. Mais lorsque les poids à supporter sont moins considérables, on peut diminuer les dimensions des barres en proportion.

En formant la barre, qui consiste en une plaque en fer malléable supportée par deux barres plates de la même matière, M. Losh prépare la surface plate, comme ci-dessus, avec des tenons ; il fixe parallèlement l'une à l'autre les deux barres qui doivent servir à la supporter sur leurs tranchants, et les assure dans cette position par des boulons qui passent au travers, et par des clous qui interviennent pour les maintenir à une distance telle que les côtés ou les bords de la surface plate (qui peut être un peu recourbée ou arrondie pour diminuer le frottement des roues qui passent au dessus), s'avancent d'environ 6 millimètres au-delà. La surface ou la plaque est placée sur ces clous, et les tenons sont enfoncés entre et fixés par des boulons qui passent dans une direction transversale au travers de trous qui sont pratiqués dans les barres pour correspondre avec les trous dans les tenons, et qui les assurent comme s'ils étaient dans des trous mortaisés. La plaque ou la bande malléable est fixée, selon M. Losh, au bord inférieur de la bande de fonte, en perceant les deux bouts de la bande, près des extrémités, et en y pratiquant une ouverture en long, de manière à passer par-dessus les clous en fer malléable, qui sont fixés à chaque bout de la barre, soit en les coulant en même temps que la barre, soit autrement. Les clous doivent être d'environ 36 millimètres de large, et avoir 5 millimètres d'épaisseur ; ils doivent être placés de manière que lorsque la bande a été mise dessus à chaud, elle ne puisse en se contractant par le refroidissement se détacher, mais qu'au contraire elle s'attache plus fortement. Ces bandes sont faites en fer malléable, d'environ 36 millimètres de large, de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, et d'une longueur à se resserrer fortement contre les clous et le bas de la barre quand elle est dans sa position. Le bord inférieur de la barre de fonte à laquelle on applique cette bande, étant retombé quand la bande est fixée sur les clous, au moyen de l'extension que lui donne la chaleur, s'appliquera fermement au bord inférieur de la barre, et en supportera toutes les parties en se resserrant à mesure qu'il perd sa chaleur ; et jusqu'à ce que la puissance de tension de cette bande soit surmontée, et qu'elle s'étende en longueur ou que les clous se brisent, la barre ne peut être endommagée.

On pourrait peut-être faire usage de beaucoup d'autres méthodes également sûres pour placer et fixer les plaques sur la surface des barres ; mais M. Losh préfère la manière que nous venons de décrire, au moyen des tenons et des mortaises, et parce que, quand les plaques sont usées ou endommagées, elles peuvent aisément être ôtées et remplacées, sans faire tort à la partie de la barre qui les supporte.

Les principales patentes qui ont été accordées, outre celles que nous venons de décrire, sont celles de MM. Blenkinsop, Brunton et Chapman ; on peut en voir la description et les dessins dans le *Répertoire des Arts*.

M. Blenkinsop a obtenu sa patente le 10 avril 1811, pour l'invention d'une méthode tendant à fixer dans le terrain une espèce de crémaillère, longue pièce de fonte ou d'autre matière analogue, portant des dents dans sa longueur, dans lesquelles s'engrène une roue dentelée appartenant à une machine locomotive.

M. Brunton a obtenu un brevet d'invention, le 22 mai 1813, pour une mé-

thode propre à pousser des machines le long d'une route en fer, au moyen de deux ou plusieurs barres ou jambes qui, en recevant un mouvement d'une machine à vapeur, agissent contre le terrain comme les jambes d'un homme qui marche. Ces barres ou jambes sont construites en métal ou en bois; leur longueur doit être calculée de manière que, durant l'acte de propulsion, l'angle formé par lesdites barres ou jambes, et la surface de la route, soit tel que les jambes présentent assez de résistance pour surmonter le frottement du corps qu'il fait mouvoir. Cet angle peut varier dans de très grandes limites, mais il remplira son but avec plus de précision si son ouverture est de 50 à 70 degrés.

Nous venons de faire connaître au lecteur les principales patentes qui ont été données pour des inventions tendant à améliorer les chemins de fer. Les plus en usage sont les chemins en fonte de Losh et Stephenson, et ceux en fer malléable de Birkinshaw.

Avant de construire un chemin de fer, il est nécessaire de vérifier, aussi exactement que peut le permettre la nature de la chose, la quantité de chargement que l'on présume devoir se trouver sur tous les points de sa direction; car si le poids des voitures, des marchandises, etc., est plus considérable dans une direction que dans l'autre, comme c'est ordinairement le cas lorsqu'on construit un chemin de fer pour mettre en communication un district manufacturier ou une mine avec une ville, il faut qu'il y ait une pente douce; mais si l'on croit, au contraire, que le chargement sera presque égal dans les deux directions avec une prédominance dans de certaines périodes seulement, le chemin doit être presque horizontal, et les montées et descentes doivent être franchies par des plans inclinés en conséquence.

Afin que le lecteur puisse comprendre la nécessité de porter toute son attention sur ce point, nous allons montrer les avantages qui peuvent résulter de la construction des chemins de fer avec une pente douce et insensible, quand le transport des marchandises se fait toujours d'un point vers un autre, et qu'il n'y a pas de retour.

Le docteur Armstrong, dans ses *Récréations sur l'agriculture*, observe qu'un cheval attaché à une voiture ordinaire tire aisément vingt tonnes, en supposant des circonstances favorables; mais M. Fulton dit que cinq tonnes sont le chargement qu'un cheval peut traîner sur des chemins de fer en descendant avec une vitesse de 5000 mètres par heure, ou d'environ une tonne en montant avec la même vitesse. M. Telford, ingénieur expérimenté, remarque que sur un chemin de fer bien construit et ayant une pente de 9 à 10 millièmes, un cheval pourra facilement descendre des voitures contenant douze à quinze tonnes, et ramener les mêmes voitures avec quatre tonnes. M. Joseph Wilkes disait, en 1799, qu'un cheval qui coûtait 500 fr. tirait, sur un chemin de fer ayant une pente de 5 à 6 millièmes, vingt-un chariots ou voitures chargés de charbon et de planches, pesant trente-trois tonnes, et surmontait facilement la force d'inertie. Le même cheval, en montant la même pente, tirait facilement cinq tonnes. Sur un autre chemin de fer, un cheval évalué 750 fr. tirait vingt-une voitures de 250 kilog. en descendant une pente de 24 millièmes, et il remontait sept tonnes.

Quoique dans les faits précédents il y ait une différence apparente, on n'en doit pas moins y ajouter foi, attendu que la différence peut avoir eu sa source

dans la force physique des animaux, ou dans la manière de construire les chemins de fer. Pour éclaircir cependant cette circonstance autant que possible, nous allons présenter à nos lecteurs quelques observations et quelques calculs, que nous déduisons de données connues, et qui ont été insérées, il y a quelque temps, dans une très bonne brochure ayant pour titre : *Rapport sur les chemins de fer et sur les machines locomotives*, par M. Charles Sylvestre, ingénieur civil.

M. Sylvestre, après avoir fait quelques observations judicieuses sur les principes des chemins de fer et sur la nature du frottement que l'on doit surmonter, dit que « d'après les principes qu'il vient d'exposer, quand une force employée est égale au frottement, la plus petite force de plus, si elle était continue, produirait toute vitesse requise ; mais il est nécessaire d'avoir à sa disposition une force qui engendre en peu de temps la vitesse nécessaire, de pouvoir réduire ensuite cette force, de manière cependant à la maintenir égale au frottement. Si une partie de la route a une pente, il est nécessaire d'avoir à sa disposition une force plus grande que celle nécessaire pour un niveau parfait. Le chemin de fer sur lequel l'expérience fut faite avait une pente d'environ un 650<sup>me</sup>. C'est que cette inclinaison est peut-être plus grande que celle que devrait avoir un chemin de fer sur lequel des voitures chargées montent et descendent. La force motrice doit être toujours plus grande que le frottement ajouté à la force qui est nécessaire pour surmonter l'inclinaison du plan. Cette dernière force aide le corps à monter et lui résiste également en descendant.

« De cette manière, ajoute-t-il, j'ai employé ou j'ai supposé une force motrice qui donnera la vitesse de 8 kilomètres par heure, soit 2<sup>m</sup>25 par seconde. On obtiendra cette vitesse avec un chariot à vapeur dont la machine donne quarante-cinq coups par minute ; la circonférence de la roue est de 2<sup>m</sup>72, et la pression de 4,39 kilogrammes dans chaque cylindre, dont la surface est de 0<sup>m</sup>80.

« Le poids de la machine et des 16 voitures est égal à 69,000 kilogrammes. La vitesse de 8 kilom. par heure étant acquise au bout d'une minute, la seule force nécessaire pour maintenir le mouvement avec la même vitesse sera la différence entre le poids de la machine et des voitures et le frottement sur le chemin de fer. Le frottement est représenté par un poids de 408 kilogrammes ; l'action de la pesanteur en descendant le plan, est de 245 kilogrammes. La force sera donc 408—245=163 kilogrammes. Pour que le même poids pût être mu avec la même vitesse sur un chemin de fer de niveau, la force motrice devrait être de 807,5 kilogrammes ; ce qui exigerait une pression d'un kilogramme par centimètre carré ; mais une fois cette vitesse obtenue, on n'aurait besoin que d'une pression d'un demi-kilogramme pour maintenir le mouvement avec la même vitesse. Si l'on voulait faire mouvoir le même poids en montant, la force motrice devrait être de 1055,5 kilogrammes, correspondant à une pression de 1,3 kilogramme par centimètre carré. Cette vitesse serait maintenue par une force constante de 656 kilogrammes, correspondant à une pression de 0,79 kilogramme par centimètre carré de la surface du piston.

« Dans le premier exemple, et en donnant à la machine la vitesse requise, il est probable que les effets approcheront beaucoup des calculs indiqués, savoir : de 69,000 kilogrammes mus à la vitesse de 8 kilomètres par heure, avec

une pression de 0,67 kilogramme par centimètre carré du piston. Il est difficile de dire si la pression a été réduite à la différence entre le frottement et la force sur le plan, qui est calculée être de 0,25 kilogramme, attendu qu'il n'y avait pas de manomètre pour indiquer la pression pendant le mouvement de la machine.»

A la table I, dans une partie plus avancée de l'ouvrage, M. Sylvester dit que si l'on veut que la machine parcoure l'espace de 14,500 mètres par heure, la force nécessaire pour mettre en mouvement sur un chemin de fer horizontal un poids de 69,000 kilogrammes, sera pour la première minute de 1310,29; elle serait de 1116,10 kilogrammes en descendant sur un chemin de fer légèrement incliné, et de 1505,29 kilogrammes en le remontant.

Il résulte de cet exposé que si on suppose que le chargement doit être bien plus considérable dans une direction de la route qu'il ne le sera dans l'autre, il y aura un très grand avantage à pratiquer la route en pente douce.

Ce genre de chemin sera donc préférable, même quand le chargement ne serait égal qu'à de certaines époques; car alors la dépense des chevaux de renfort, pour tirer les poids additionnels en montant le plan à ces époques, sera à peu de chose près aussi grande que celle qu'il faudra faire pour donner à la route une pente douce.

Les préliminaires nécessaires étant fixés, l'ingénieur trouvera plus de facilité et une grande économie à commencer d'abord par poser les rails sur toute la partie de la ligne projetée, où l'on pourra trouver la pierre, le gravier et les autres matériaux dont on a besoin. Par cette méthode on évitera d'avoir recours au voiturage ordinaire des matériaux, qui est aussi lent que coûteux.

Les sommes immenses qui ont été versées dans les mains de certaines compagnies, à l'effet d'établir des lignes générales de chemins de fer dans toute l'étendue du pays, ont excité beaucoup d'intérêt, et ont été l'objet des réflexions de plusieurs hommes habiles; ces réflexions ont été insérées dans plusieurs journaux et feuilles périodiques.

Celles qui ont été insérées dans le *Scotsman*, journal d'Edimbourg, et dans le *Gardien de Manchester*, méritent le plus notre attention.

Le *Scotsman* commence par quelques détails théoriques, et continue ainsi : « Ayant développé la théorie du mouvement des voitures sur les chemins de fer horizontaux, nous allons sortir des discussions mathématiques, et tourner notre attention sur des points d'une nature pratique mieux adaptés au goût des lecteurs ordinaires. Mais d'abord nous parlerons encore une fois de l'effet produit par une force donnée sur un chemin de fer ou sur un canal, pendant un temps calme; car ce n'est que pendant le calme qu'on peut faire une comparaison des résultats.

Nous avons trouvé qu'un bateau pesant avec sa charge quinze tonnes, et une voiture du même poids, l'une sur un canal et l'autre sur un chemin de fer, seraient poussés dans les proportions suivantes par les quantités de puissance ci-après, que nous avons indiquées tant en kilogrammes qu'en puissance de cheval, en calculant la puissance d'un cheval, égale à 81,6 kilogrammes.

Distances parcourues par heure.	BATEAU sur un canal.	Puissance de cheval.	VOITURE sur un chemin de fer.	
	Puissance en kilogrammes.		Puissance en kilogrammes.	Puissance de cheval.
mètres				
3220	14,96	1, 5	45,34	1/2
6440	60,30	2, 3	46,25	1/2
9660	136,02	1 3/4	47,61	1/2
12880	241,56	3	49,42	1/2
19320	544,05	7	54,41	2, 3
25760	967,10	12	62,12	3/4
32200	1507,55	18	71,64	1

Nous n'avons pas fait entrer en compte le temps perdu à vaincre l'inertie de la voiture quand il s'agit d'appliquer une petite puissance, parce que, dans le fait, la résistance accidentelle du vent rendrait nécessaire de doubler ou de tripler la puissance susmentionnée. Mais s'il était nécessaire que le temps perdu par la lenteur du mouvement dans le commencement fût épargné, on pourrait y parvenir de la manière suivante. Supposons qu'il y ait un certain nombre d'endroits où doive s'arrêter le bateau à vapeur ou la voiture, afin de recevoir ou de débarquer les passagers ou les marchandises; supposons en outre que la voiture, en parcourant quelques kilomètres, ait acquis une vitesse uniforme de 32 kilomètres par heure. Si on lui fait monter un plan incliné dont la hauteur verticale soit de 3<sup>m</sup>05, cette vitesse sera anéantie, et la voiture s'arrêtera au sommet du plan incliné. Quand elle devra recommencer son voyage, sa descente, le long d'un plan incliné de la même hauteur de l'autre côté, la remettra en état de recommencer dans peu de secondes sa carrière avec la vitesse entière de 32 kilomètres par heure. Au moyen de plates-formes élevées de cette manière aux deux extrémités du parcours et aux stations intermédiaires, on pourrait produire cette vitesse, et la maintenir dans un état constant. Les plates-formes doivent être de diverses hauteurs, selon les diverses vitesses des voitures adaptées au chemin de fer.

Là où il y a des entraves ou des obstacles, la machine à vapeur stationnaire devra faire monter la voiture que l'on suppose le long d'un plan incliné, non seulement d'un niveau à l'autre, mais à une plate-forme élevée au-dessus du plus haut niveau, afin que la voiture, au moyen de sa descente, recouvre sa vitesse perdue. Il est clair cependant que si la différence du niveau n'excédait pas 2<sup>m</sup>50 à 3<sup>m</sup>, le mouvement de la voiture suffirait pour l'élever sans le secours d'une machine stationnaire et avec peu de perte dans la vitesse, qui d'ailleurs ne sera que momentanée.

Quelques personnes s'imaginent mal à propos que les roues dentelées et les crémaillères sont nécessaires dans les endroits où le chemin de fer n'est pas de niveau. Mais le frottement du fer sur le fer étant de vingt-cinq pour cent du poids, si tout le fardeau était sur les roues auxquelles on applique la puis-

sance motrice, et si la quantité de puissance était suffisante, la voiture monterait sans glisser, quand même le plan serait incliné de 0<sup>m</sup>25 par mètre ; or même sur les routes à charrettes, les pentes sont rarement de plus de 5 à 6 centièmes. Si cependant les quatre cinquièmes du poids étaient placés sur des charrettes séparées et qu'un dixième seulement de toute la pression, par exemple, fût sur l'axe auquel on a appliqué la puissance motrice, la puissance employée à monter par frottement ne serait que d'un dixième, soit 0<sup>m</sup>025 par mètre.

La machine à vapeur, comme nous la voyons ordinairement, est si volumineuse et si pesante quand on y ajoute son chauffage et la quantité d'eau nécessaire à sa consommation, que la première idée que donne sa vue est que toute sa puissance peut à peine suffire à lui imprimer le mouvement à elle seule, en admettant même les circonstances les plus favorables. Le bateau à vapeur cependant, qui se trace une route à travers l'Océan, et brave l'orage et la tempête, fait voir clairement que cette idée est fausse.

Pour toutes les vitesses au-dessus de 5 kilomètres par heure, la machine locomotive doit être considérée comme supérieure au bateau à vapeur, c'est-à-dire qu'elle produira une plus grande somme de puissance libre pour faire manoeuvrer son chargement après s'être mise en mouvement elle-même.

Nous avons vu divers rapports relatifs à la machine locomotive, aussi détaillés que l'on peut le désirer ; nous en tirons les particularités suivantes.

La machine locomotive à haute pression de Trevithick et de Vivian, dont le cylindre a 0<sup>m</sup>20 de diamètre, et dont la vapeur éprouve une pression de 4,53 kilogrammes par centimètre carré, puissance équivalente à environ huit chevaux, met en mouvement des voitures contenant dix tonnes et demie de fer, avec une vitesse de 5600 mètres par heure.

Nous trouvons dans un journal de Liverpool une relation sur le résultat des recherches faites relativement aux machines locomotives, et portant qu'une de ces machines, de la puissance de dix chevaux, mène cinquante tonnes de marchandises avec une vitesse de 9600 mètres par heure sur un chemin de fer horizontal. Nous ignorons si la route était à ornières saillantes ou plates.

M. Blenkinsop dit, en réponse aux questions faites par M. Jean Sinclair, que la machine locomotive pour laquelle il est breveté, est composée de deux cylindres de 0<sup>m</sup>20, qu'elle pèse 5 tonnes, qu'elle consomme 102 kilogrammes de charbon et 217 litres d'eau par heure ; elle met en mouvement vingt-sept voitures pesant quatre-vingt-quatorze tonnes sur un chemin de fer avec une vitesse de 5600 mètres par heure, ou quinze tonnes en montant une rampe d'un 36<sup>m</sup> ; quand elle est légèrement chargée, elle parcourt 16000 mètres par heure, fait l'ouvrage de seize chevaux en douze heures, et coûte 10,000 fr. Une autre personne dit que le poids de cette machine, avec l'eau et le charbon nécessaires à la consommation, est de six tonnes, qu'elle tire de quarante à cinquante tonnes (les voitures comprises), avec une vitesse de 6400 mètres par heure, sur un chemin de fer horizontal (Répertoire des arts, 1818, pag. 19-21.) Nous ne savons pas ce que l'on entend par « légèrement chargée. »

Nous pouvons établir en principe qu'une machine à haute pression de la puissance de huit chevaux pèse avec sa charge d'eau et de charbon et avec la charrette qui la porte, six tonnes, et qu'il lui faut un poids additionnel de 45



kilogrammes pour le charbon, et de 182 kilogrammes pour l'eau dont elle a besoin par chaque heure de travail, principe d'accord avec un grand nombre de faits qui ont été vérifiés. Nous trouvons, par exemple, dans le rapport au parlement sur la navigation à vapeur, que les machines à basse pression employées dans les bâtiments, et qui sont deux fois aussi volumineuses que les machines stationnaires, pèsent une tonne un cinquième par force de cheval, y compris leur charge d'eau et de charbon. Cela posé, les machines à haute pression n'ont point d'appareil de condensation, ce qui diminue leur poids d'un quart. Nous avons porté le charbon à moitié plus, parce que nous sommes portés à croire que l'estimation qui en a été faite est beaucoup au-dessous de la vérité. Cela ne donne que 4,08 kilogrammes par heure pour la force d'un cheval, tandis que M. Watt donne 5,44 kilogrammes à ses machines de basse pression.

Il s'ensuit donc qu'une machine locomotive de la force de huit chevaux, avec du charbon et de l'eau pour huit heures, pèserait huit tonnes. Quoique les machines à vapeur paraissent si volumineuses et si pesantes, on trouve qu'une machine locomotive pesant huit tonnes met en mouvement cinquante tonnes, outre son poids; qu'elle consomme seulement un septième de la puissance créée, quand elle parcourt 6400 mètres par heure, et que par conséquent le pouvoir libre, applicable à d'autres effets, est des sept huitièmes du total; ce que nous avons établi d'après un grand nombre de calculs et d'expériences. Tel est aussi le résultat d'une expérience faite dans le principe probablement sur un chemin de fer qui n'était pas de la meilleure espèce, et avec des moteurs bien moins parfaits que ceux qu'on peut faire actuellement. Quoique cela se trouve bien au-dessous des calculs théoriques faits à cet égard, cependant nous ne pensons pas que ces résultats s'écartent de la vérité, ni des principes sur lesquels on a établi ces calculs.

La machine à haute pression, à cause de son poids et de son volume, qui sont bien moins considérables que dans la machine à basse pression, est certainement préférable à toutes les autres sur un chemin de fer, et l'on peut s'en servir en toute sûreté, par la raison qu'on peut aisément la placer sur un chariot à part, un peu en avant de la voiture dans laquelle sont les voyageurs. La machine pourrait reposer sur six roues qui s'engrèneraient dans des pignons dentelés, afin que la tendance à glisser pût être arrêtée par le frottement de toute la masse de huit tonnes.

La meilleure forme à donner à une voiture à vapeur servant à transporter des voyageurs est celle qui suit : — Une galerie de 2<sup>m</sup>10 de haut, de 2<sup>m</sup>40 de large, et de 30<sup>m</sup> de long, formée en dix galeries séparées, de 3<sup>m</sup> chacune de long, réunies les unes aux autres par des articulations horizontales, afin de permettre au train de se prêter aux courbes du chemin. Un petit corridor couvert suspendu en dehors, sur les roues d'un côté, servirait de moyen de communication pour le tout. On pourrait pratiquer des sièges à l'extérieur de l'autre côté, afin de s'en servir dans le beau temps. Le haut, qui serait aussi garni d'une rampe, pourrait de même servir de promenade, et l'on pourrait s'y asseoir comme sur le tillac d'un coche. Deux des dix chambres pourraient servir de cuisine, de garde-manger, de magasin et à d'autres usages. Les autres huit chambres pourraient contenir cent passagers, dont le poids, y compris celui de leur bagage, pourrait être de douze tonnes. La voiture elle-

même pourrait peser douze tonnes de plus, et le poids de huit tonnes de la machine locomotive, ajouté aux vingt-quatre tonnes, formerait en tout trente-deux tonnes de poids. Chacune des petites galeries pourrait avoir quatre roues ; mais, pour diminuer le frottement, les deux premières roues seulement auront un rebord, les deux dernières seront cylindriques et auront trois à quatre fois l'épaisseur de la barre. Le transport des marchandises aura lieu au moyen d'un train de petits chariots faiblement attachés l'un à l'autre.

Nous observons, d'après la table que nous avons présentée, qu'il faudrait une puissance de sept chevaux pour pousser un bateau à vapeur pesant quinze tonnes avec une vitesse de 19000 mètres par heure, ce qui donne un poids de deux tonnes par puissance de cheval. Cependant la machine, si elle est à basse pression, pèsera près de dix tonnes (y compris l'eau et du charbon pour huit heures) ; le bateau en pèsera au moins cinq, en sorte que toute la puissance de la machine serait employée à se mettre elle-même en mouvement, ainsi que le bateau qui la contient, et qu'il ne resterait pas de puissance en réserve pour le fret du bâtiment. Les faits prouvent que la résistance est plutôt plus grande dans l'eau que la théorie ne la représente. Nous avons calculé, d'après des données fournies par le rapport au parlement sur les bateaux à vapeur, que le poids entier d'une machine placée sur des bâtiments qui ne vont qu'avec une force de 13 à 15000 mètres par heure, excède rarement trois tonnes par force de cheval ; tandis que, selon la table, elle devrait être de cinq tonnes. En effet, dans nos bateaux à vapeur ordinaires pour le transport des passagers, ayant une marche de 13 à 15000 mètres par heure, le bâtiment et la machine peuvent être considérés comme formant tout le poids ; car cinquante passagers, pesant peut-être avec leur bagage six à huit tonnes, placés à bord d'un bâtiment qui pèse, avec sa machine de la puissance de soixante à soixante-dix chevaux, cent cinquante à cent quatre-vingts tonnes, ne forment qu'un vingtième ou trentième d'addition à la masse, ce qui est une quantité bien peu importante dans la pratique. En convertissant la puissance de la machine en chevaux réels et en nous figurant cent chevaux employés à tirer cinquante personnes, nous voyons quelle énorme perte de puissance il y a dans ce genre de transport. Nous pouvons, en outre, observer que la teneur de l'exemple présenté au comité du parlement rend très douteuse la possibilité de construire un bâtiment qui puisse porter une machine capable de la faire mouvoir avec une vitesse de 3200 mètres par heure, sans l'aide du vent ou de la marée.

Lorsque la voiture à vapeur sera pleinement mise en pratique, nous saurons bien des choses dont la théorie ne nous donne pas la connaissance. Mais nous croyons pouvoir espérer, sans trop nous hasarder, qu'il sera possible de doubler la vitesse la plus grande actuellement obtenue dans les voyages.

Il s'est élevé bien des doutes et bien des discussions sur la possibilité de transporter des personnes et des marchandises avec la rapidité si nécessaire dans l'état amélioré de nos communications intérieures avec les différentes parties du royaume, et plusieurs mécaniciens d'un grand mérite ont soutenu à ce sujet des opinions différentes.

La question semble se réduire à celle-ci : le frottement qu'éprouve un

corps mis en mouvement, non compris la résistance de l'atmosphère, augmente-t-il en proportion de la vitesse avec laquelle ce corps se meut ?

Sans entrer dans des arguments diffus ou théoriques sur ce point, nous nous contenterons de dire que, d'après les résultats des expériences actuelles faites par Vince ou par Coulomb, il paraît que le frottement n'augmente pas en proportion de la vitesse du mouvement.

On peut également se convaincre, par des expériences faites par Stephenson et Wood, que la force nécessaire pour maintenir en mouvement un poids donné, ne varie pas selon la vitesse de ce mouvement : ainsi on a trouvé qu'une force de 6,35 kilogrammes est suffisante pour vaincre le frottement et pour maintenir en mouvement sur un chemin de fer un chariot vide pesant 1179,27 kilogrammes, et qu'il ne faut pas augmenter sa force pour doubler sa vitesse. Il paraît, en outre, qu'en augmentant le poids ou la charge, la force nécessaire pour vaincre le frottement et pour maintenir la voiture en mouvement, n'augmente pas en proportion de son poids, mais qu'il y a une différence d'un quatorzième environ dans la proportion de la force avec le poids depuis 1179,27 kilogrammes jusqu'à 3870,61.

Malgré la manière simple et satisfaisante avec laquelle on a fait les expériences qui ont conduit à ces résultats, on a beaucoup douté de ce fait ; nous ne pouvons donc mieux faire que d'extraire du journal périodique intitulé : *the Manchester Guardian*, l'article suivant, qui contient un détail d'expériences faites avec les résultats les plus concluants, par M. Roberts, habile mécanicien de Manchester :

« Le but des articles sur les chemins de fer qui ont été publiés dans le *Scotsman* était en grande partie de constater la possibilité de transporter sur des chemins de fer, avec une très grande vitesse, toutes sortes d'effets et de marchandises, et, sauf quelques erreurs que nous nous efforcerons d'indiquer, ils contiennent un grand nombre de renseignements précieux sur le mérite relatif des canaux, des grandes routes et des chemins de fer. Cependant le point principal et celui sur lequel nous allons fixer notre attention, c'est un exposé des lois qui tendent à régler le frottement des corps roulants et glissants, tel que nous l'avons déduit des expériences de Vince et de Coulomb. Il a été fait récemment dans cette ville quelques expériences très importantes et très concluantes, à propos desquelles nous aurons occasion de nous citer. Avant d'y procéder, nous allons faire quelques observations sur la règle établie par le *Scotsman*, et sur les fausses idées qui paraissent avoir prévalu à ce sujet, tant dans ce journal que dans les autres feuilles.

« Après avoir comparé la résistance qu'éprouve un bateau qui se meut dans l'eau avec le frottement qui retarde le mouvement d'un chariot sur un chemin de fer, et en établissant que cette résistance et ce frottement sont gouvernés par des lois différentes, le *Scotsman* fait mention des conclusions prises d'après les expériences de Vince et de Coulomb, dont la plus importante est que *le frottement des corps qui glissent et roulent est le même, quelles que soient les vitesses.*

« L'auteur ajoute ensuite : « C'est cette dernière loi qui occupe actuellement notre attention, et il est remarquable que les résultats extraordinaires auxquels elle conduit aient été, autant que nous le sachions, entièrement inobservés par ceux qui ont écrit sur les routes et sur les chemins de fer. En

effort, ces résultats ont une apparence si paradoxale que les praticiens ont peine à y ajouter foi, quoique tous les mécaniciens admettent sans difficulté le principe dont ils découlent. »

« Premièrement, ce principe est fondé sur la loi qu'abstraction faite de la résistance de l'air, si l'on met un chariot en mouvement sur un chemin de fer horizontal, avec une force constante plus forte qu'elle n'est nécessaire pour vaincre le frottement, le chariot s'avancera avec un mouvement continuellement accéléré comme un corps sollicité par la force de la gravitation ; et que, quelque petite que puisse être la vitesse primitive, elle augmentera avec le temps à un degré qu'il est impossible de limiter. Ce n'est que la résistance de l'air, augmentant en raison de la vitesse, qui prévient cette accélération indéfinie, et qui enfin rend le mouvement uniforme.

« Secondement, en négligeant la résistance de l'air, dont nous estimerons les effets quand il en sera temps, la même force qui pousse une charrette sur un chemin de fer, à raison de 3200 mètres par heure, la pousserait également à raison de 16 à 32 kilomètres par heure, si l'on se servait d'abord d'un surcroît de force pour vaincre l'inertie de la voiture et pour produire la vitesse requise. Quelque surprenante que paraisse une telle proposition, elle est incontestable, et c'est la conséquence nécessaire des lois du frottement.

« Il serait donc facile dans tous les temps, ainsi que nous le démontrerons ensuite, de convertir ce mouvement accéléré en un mouvement uniforme de toute vitesse déterminée, et, d'après la nature de la résistance, une grande vitesse serait presque aussi facile à obtenir qu'une moindre. Ainsi, pour toutes les vitesses au-dessus de 6 à 8000 mètres par heure, les chemins de fer produiront des facilités de communication bien supérieures aux canaux ou aux bras de mer. »

Or, nous sommes parfaitement convaincus par les expériences de Vince et Coulomb, et par celles qui sont plus récentes et plus concluantes, et auxquelles nous avons déjà fait allusion, que la règle ici établie est exacte ; mais l'auteur aurait dû chercher à écarter l'équivoque à laquelle son dernier paragraphe est sujet.

Quand il dit qu'une grande vitesse coûterait presque aussi peu qu'une petite, il aurait dû dire qu'elle coûterait aussi peu par kilomètre ou aussi peu pour tout espace donné ; car il n'a pu entendre qu'une voiture puisse être maintenue en mouvement avec une grande vitesse pendant une heure ou pendant tout espace de temps donné, avec aussi peu de frais de puissance qu'il en faut pour une vitesse moyenne. C'est cependant ce que l'on a généralement entendu, et l'on a beaucoup écrit et dit pour prouver qu'il s'était trompé, tandis qu'il s'était seulement mal expliqué. Néanmoins dans l'article suivant l'auteur semble avoir en quelque sorte partagé l'erreur dans laquelle il a fait tomber les autres, car il dit :

« Tout le monde sait que depuis vingt-cinq ans la vitesse des diligences dans ce pays s'est élevée de 10 ou 11000 mètres par heure à 14 ou 15000, et cela même dans le temps où les routes n'étaient pas encore aussi bien entretenues qu'elles le sont actuellement, sans que les chevaux aient autant à souffrir qu'on l'a d'abord prétendu. En supposant qu'un cheval de carrosse pût courir pendant 22 kilomètres, à vide et sans charge, avec le même exer-

cice musculaire qui fait parcourir à la diligence 14 à 15000 mètres, la formule du professeur Leslie devient  $374 (22 v) 2$ . Chaque cheval tirerait en effet avec une force de 21,76 kilogrammes pour une vitesse de 9600 mètres, et de 12,26 kilogrammes pour une vitesse de 12800 mètres par heure. Mais si le frottement augmentait en raison de la vitesse, le poids de chaque cheval augmenterait de 21,76 kilogrammes à 29,01, si la vitesse augmentait de 9600 à 12.800 mètres par heure; et comme le cheval, en exerçant la même force, ne tirerait qu'avec une force de 12,26 kilogrammes, il aurait de cette manière plus du double d'ouvrage, ce qui est évidemment impossible. Mais, si l'on admet que le frottement est égal pour un temps égal, alors, le temps étant diminué de  $1/4$  quand la vitesse passe de 9600 à 12800 mètres par heure, les chevaux auront quatre cinquièmes de moins à faire; le fardeau de chaque cheval sera réduit de 21,76 à 14,51 kilogrammes, et le cheval aura augmenté son exercice seulement d'un tiers, c'est-à-dire de 12,27 à 14,51 kilogrammes. Nous croyons que les faits seront strictement trouvés d'accord avec cette hypothèse, et décidément contraires à la première. Quelque étrange que cela puisse paraître à des observateurs peu exacts, il n'en est pas moins évident en pratique qu'une force excédante fera parcourir à une voiture le même espace en trois heures qu'en quatre, et en une heure qu'en deux. »

Il nous semble que ce paragraphe contient une erreur très manifeste; si la vitesse passe de 9600 à 12800 mètres par heure, les chevaux n'ont aucunement un quart d'ouvrage de moins à faire, en supposant que le frottement soit une quantité constante, et que l'action de tirer soit par conséquent la même. Il est vrai qu'ils exercent cette action pendant un temps plus court, mais c'est sur la même distance. En supposant que la force de traction nécessaire pour vaincre le frottement soit de 1000 kilog., cette force se développera sur chaque mètre de chemin parcouru, soit que la voiture se meuve avec une vitesse de 9600 ou de 12800 mètres par heure; et c'est par la distance, et non par le temps, que la puissance doit être mesurée. Cela deviendra clair si l'on donne une autre forme à l'expérience.

Supposons un chemin de fer parfaitement horizontal, avec une descente verticale à un de ses bouts, comme on l'a représenté fig. 652.

Supposons qu'une voiture soit posée sur ce chemin de fer au point A, attachée à une corde qui passe sur une poulie au point B, et qu'elle soit chargée d'une manière exacte et suffisante pour vaincre le frottement; dans ce cas, si l'on suppose que la résistance de l'air soit nulle et que la corde n'ait point de poids, il s'ensuivra, d'après la règle mise en principe, que si la voiture est mise en mouvement avec une vitesse quelconque, elle continuera à se mouvoir ainsi jusqu'à ce qu'elle ait atteint le point B et que le poids arrive au point C; mais que la voiture passe sur le chemin de fer dans une heure ou dans trois minutes, il est clair que le même poids parcourra le même espace, et que par conséquent la même puissance sera employée dans un cas comme dans l'autre. Il est peut-être nécessaire d'observer ici que si le poids n'est que précisément suffisant pour vaincre le frottement, comme il a été prouvé par les expériences de M. Vince, il n'y aura pas d'accélération de mouvement d'après le principe des corps tombants.

Cependant, quoiqu'une voiture ne puisse, comme nous croyons l'avoir démontré, être mue avec une vitesse de 16000 mètres par heure avec une

force égale à celle nécessaire pour lui faire parcourir 3200 mètres dans le même temps, il est néanmoins très intéressant de savoir qu'on peut la faire mouvoir avec la même puissance, à l'exception de la résistance de l'air. Dans bien des cas la vitesse qu'elle peut obtenir est tellement importante que l'application de cette règle conduira sans doute à des résultats très précieux. Beaucoup de personnes cependant ont de la peine à adopter ce principe, et prétendent que les expériences de Vince et de Coulomb n'autorisent pas à des conclusions telles que celles qu'on en a tirées. On a demandé pourquoi, si la même force constante met une voiture en mouvement aussi bien avec une grande qu'avec une moindre vitesse, on ne voit rien de semblable dans la pratique; pourquoi une voiture mue par une machine à vapeur, au lieu d'acquiescer, comme il devrait s'ensuivre, un haut degré de vitesse, se meut avec un mouvement uniforme, après avoir surmonté la force d'inertie au commencement de sa route. Nous pensons que la raison en est claire : une locomotive n'exerce pas la même force constante sur les circonférences des roues de la voiture, en la faisant mouvoir à différentes vitesses.

Par exemple, supposons que le piston d'une machine ait une vitesse de 67 mètres par minute, et pousse les roues agissantes avec une vitesse de 3200 mètres, et avec une force précisément suffisante pour vaincre le frottement; comment la vitesse peut-elle être augmentée sans que l'on augmente la puissance de la machine? Si l'on augmente le diamètre des roues dans la vue d'augmenter la vitesse, la force qui sert à les pousser diminuera dans la même proportion, et la machine s'arrêtera, à moins qu'on n'augmente la pression, ce qui serait augmenter la puissance. Comme il est donc clair que la machine à vapeur ne peut exercer la même force pour diverses vitesses, il faut trouver d'autres moyens pour faire l'épreuve de la règle posée en principe par l'auteur du *Scotsman*.

Nous arrivons maintenant à la partie la plus importante et la plus intéressante de cet article. Attendu qu'aucune des expériences de Vince ou de Coulomb, autant que nous en ayons connaissance, n'a été faite sur des corps ressemblants aux chariots dont on se sert sur les chemins de fer, soit par la forme, soit par la nature du mouvement, l'exactitude des conclusions que nous en avons déduites, relativement à ces sortes de voitures, a été mise en doute par plusieurs personnes d'un grand mérite. Il a donc paru désirable de faire d'autres expériences avec des voitures marchant sur des chemins de fer, afin d'obtenir une plus entière conviction des faits avancés. Cependant à la première vue il ne paraissait pas très aisé de faire ces expériences de manière à obtenir des résultats satisfaisants. Mais M. Roberts, de cette ville, y est parvenu dernièrement d'une manière aussi claire qu'ingénieuse. Afin de surmonter la difficulté qu'il y avait de mesurer avec exactitude le frottement d'une voiture se mouvant sur un chemin de fer, M. Roberts a trouvé que ce serait la même chose si l'on faisait mouvoir le chemin de fer sous la voiture. Cette idée une fois conçue, il était aisé de la mettre en pratique. M. Roberts construisit donc un appareil dont la fig. 654 donnera une idée assez exacte.

A est un petit chariot avec quatre roues en fonte, placées sur la circonférence d'un tambour B, aussi en fonte, de 0<sup>m</sup>90 de diamètre et de 0<sup>m</sup>15 de large, qui remplit l'office du chemin de fer. Ce tambour est attaché sur le même arbre que la poulie C, à laquelle on donne diverses vitesses par une

bande d'une autre poulie. Le chariot est attaché par un fil de fer à une des machines à peser de Mariotte pour mesurer le frottement, et la planche G empêche le courant d'air occasionné par le mouvement du tambour d'agir sur la voiture. Or si le tambour est mis en mouvement avec une vitesse de 6,400 mètres par heure, dans la direction indiquée sous la marque E, la voiture étant tenue à sa place par le fil de fer, il est clair que les roues tourneront sur le tambour précisément de la même manière que si la voiture se transportait en avant sur une route horizontale; et le frottement sera aussi le même, à l'exception peut-être d'une petite addition provenant de la courbure du tambour, qui n'affectera pas les frictions relatives des diverses vitesses. La voiture étant stationnaire, la résistance de l'air sera entièrement nulle, et l'index de la machine indiquera l'intensité de force de *traction* nécessaire pour vaincre le frottement. Bien entendu qu'en faisant cette expérience, il faudra tenir le centre de la voiture exactement sur l'axe du tambour; car si on le laissait aller au-dessous du centre, une partie du poids serait ajoutée au frottement; et au contraire, si on l'amenait plus près de l'index, une partie du poids agirait contre le frottement, et diminuerait la quantité apparente. On a pour cette raison ajouté la vis régulatrice, afin de maintenir le chariot dans sa situation convenable, dans quelque sens que le ressort de la machine pesante puisse recevoir l'action du frottement.

Après que l'appareil eut été construit, on fit un certain nombre d'expériences, principalement dans la vue de déterminer si le frottement était le même, quelle que fût la vitesse. On mit sur le chariot un poids de 22,67 kilog., son propre poids compris, et l'on communiqua au tambour diverses vitesses, en variant de 3200 à 38400 mètres par heure; mais dans tous les cas le frottement indiqué par la machine à peser fut toujours le même. L'index n'éprouva d'altération par aucune augmentation de vitesse; mais aussitôt que l'on augmenta le poids, il montra une augmentation correspondante de frottement.

Nous considérons ces expériences comme étant parfaitement propres à prouver que le frottement sur un chemin de fer est le même pour toutes les vitesses, et qu'on peut faire parcourir à une voiture une distance de 32000 mètres par heure avec la même quantité de puissance qu'il en faudrait pour lui donner une vitesse seulement de 3200 mètres par heure. En d'autres termes, on pourra transporter des marchandises de Manchester à Liverpool sur un chemin de fer, avec presque le même emploi de vapeur, soit en faisant 3200, ou 6400, ou 32000 mètres par heure. Une machine à vapeur qui traînerait vingt tonnes avec une vitesse de 6400 mètres par heure, conduira dix tonnes à raison de 2800 mètres par heure avec la même dépense en charbon; de sorte qu'avec un poids moins fort elle pourra aller et retourner dans le même temps qu'il lui faudrait pour y aller seulement avec un poids double.

Enfin, pour examiner cette question sous un autre point de vue, supposons qu'une machine de la force de quatre chevaux traîne quarante tonnes à Liverpool en huit heures: une machine de huit chevaux traînera le même poids en quatre heures. Il y aura la même dépense de vapeur dans les deux cas; mais dans le dernier on épargnera la moitié du temps, épargne qui, nous n'avons pas besoin de le dire, sera souvent d'une très grande importance.

Ces résultats pratiques sont très satisfaisants, attendu que l'espérance de mettre en mouvement les voitures avec une vitesse appropriée à une expédi-

tion plus rapide, tant dans le transport des marchandises que des voyageurs, est par là fondée d'une manière presque certaine.

Nous devons observer ici la différence frappante qui existe entre la force nécessaire pour imprimer un mouvement rapide aux corps sur un chemin de fer, et celle qui est nécessaire sur un canal ou sur une rivière navigable. Il y a entre ces deux objets une distinction réelle à faire, qui provient de ce que la résistance de l'eau sur l'onde formée par le bateau augmente en raison du carré de sa vitesse, et que par conséquent, pour doubler la vitesse d'un bâtiment sur l'eau, il faut employer le quadruple de puissance. Mais d'un autre côté on doit admettre que, pour toutes les vitesses qui sont au-dessous de 6400 mètres par heure, le canal a un avantage décidé sur la route de terre, attendu que la force sur l'eau augmente en proportion de la diminution de vitesse.

Quant au cheval, on sait bien que sa force diminue à mesure que sa vitesse augmente, et que lorsqu'il marche avec la plus grande rapidité possible, qui excède rarement 21000 mètres par heure s'il est chargé, il a très peu ou même point de force. Nous admettons donc en principe que, dans l'état actuel du perfectionnement des arts, la force artificielle doit être mise en usage, et que l'économie dans l'application de cette force est le point le plus essentiel qui puisse être atteint, et qui doit le plus fixer notre attention. Quant à ce point, les données que nous avons pu nous procurer sont tellement limitées qu'il est presque impossible d'établir aucune opinion décisive.

Les machines qui ont été pendant quelque temps en usage dans les mines de charbon de M. Brandley, près de Leeds, ont une roue dentée qui s'engrène dans une crémaillère formant un des rails du chemin; celles de la mine de Hetton sont en grande partie basées sur le même principe. Cette méthode n'est pas sans inconvénient, par la raison que tout le poids de la machine, qui, dans le mode de construction le plus parfait, n'a pas moins de huit tonnes, porte sur la roue, et que le moindre obstacle de la part du rail doit nécessairement produire un ébranlement dans toute la machine. Afin de remédier à cela, M. Gordon a inventé une locomotive, pour laquelle il a pris un brevet d'invention, avec une machine placée sur des ressorts qui lui communiquent le mouvement sans avoir de liaisons avec les roues ni avec l'axe. On a employé encore d'autres moyens; mais quoi qu'il en soit, on n'a pas pu remédier à la plus grande difficulté, c'est la pesanteur de la machine. En effet, il nous semble qu'on ne peut obtenir le but désiré qu'en diminuant ce poids énorme, comme on a eu l'intention de le faire en se servant de la machine pneumatique de M. Brown, ou de la machine à vide; ou enfin en ôtant tout à fait la machine de la voiture, et en se servant de machines stationnaires placées à des distances convenables pour remorquer ou tirer les voitures dans une succession régulière. On s'est servi de cette dernière méthode dans le voisinage de Newcastle, et elle a été mise en usage par M. Thompson; on pourra en voir les résultats dans des observations très justes qui sont jointes à la description de sa patente, et qui ont été insérées dans le *Répertoire des arts* pour le mois de mars 1822.

Cette méthode consiste à diviser la ligne du chemin de fer en un certain nombre de relais à des distances convenables l'un de l'autre. On place une machine à chaque relais, afin de tirer les voitures du prochain relais, ou



de la machine la plus proche, de chaque côté, jusqu'au point où le relais se trouve placé. On parvient à ce but avec des cordes, qui, avant de commencer l'opération, sont tirées au moyen de chevaux de chaque machine respective à celle qui est immédiatement devant : ces cordes, après que le travail a commencé, sont attachées au bout de la voiture qui est mue en avant ou qui est sur son retour.

En construisant des lignes de chemin de fer sur ce principe, c'est-à-dire en se servant de machines stationnaires, il n'est pas nécessaire que leurs pentes soient dans le sens du transport des charges, ou qu'elles soient parfaitement de niveau, car dans des machines de ce genre il n'est pas nécessaire de donner une attention particulière au poids de la chaudière et de ce qui en dépend, comme cela a lieu dans les locomotives; en effet, des inégalités peu considérables de surface, qui présenteraient un obstacle réel dans l'application des machines locomotives, sont tout à fait sans importance dans l'emploi des machines stationnaires.

Comme on parcourt beaucoup de routes de ce genre, aussi bien de nuit que de jour, il devient nécessaire qu'il y ait un signal de donné d'une machine à l'autre aussitôt que les voitures sont arrivées, ou qu'on les attache à leurs cordages respectifs, afin que l'ouvrier chargé de la surveillance de la machine sache quand il doit préparer son mécanisme. M. Thompson recommande dans ce but que la porte du foyer de la chaudière, ou toute autre lumière d'une grande force, soit placée vis-à-vis les machines de chaque côté, en sorte qu'en ouvrant cette porte du côté qui fait face à la machine, aux cordages de laquelle les voitures qui viennent d'arriver ont été attachées, l'ouvrier puisse prendre telles mesures qu'il jugera convenables.

Il est vrai qu'on n'entendait pas alors la construction des machines locomotives aussi bien qu'à présent; mais il nous paraît que le point que nous venons de traiter est demeuré jusqu'à présent dans l'état de question non résolue, et qu'il est très difficile d'établir une opinion quelconque sur la vitesse des voitures mues par des machines sur un chemin de fer, même avec la vitesse ordinaire de nos voitures sur les grands chemins. Cependant, d'après les données que nous avons recueillies, nous sommes très portés à regarder les machines stationnaires comme les plus propres à procurer la puissance requise avec la plus grande économie.

Quant au degré de danger auquel les voyageurs peuvent être exposés par l'usage des machines locomotives, il ne peut être plus grand, en prenant les précautions nécessaires, que celui que l'on court sur un bateau à vapeur ou dans une usine où l'on emploie l'action de la vapeur. Il est vrai que, comme le poids de la machine doit être grandement pris en considération, on ne peut pas employer dans les locomotives les appareils à condensation, et il faut se servir de machines à haute pression. Mais quoique toutes les machines qui ne condensent pas leur propre vapeur, et qui n'agissent que par pression ou par une force d'élasticité, soient généralement appelées machines à haute pression, il n'est pourtant pas nécessaire d'avoir recours à des degrés de chaleur qui puissent devenir dangereux, et l'on peut, au moyen de chaudières, soit en fer forgé, soit en cuivre, placées hors la portée du surveillant, faire marcher une machine dont la pression est de 3 à 3,60 kilogrammes par centimètre carré avec autant de sûreté qu'une dont la pression n'est que de 1,40 kilo-

gramme, et qui est à condensation. Si l'on examine bien quelle est la cause des explosions produites par la vapeur, on trouvera qu'elle a vraiment sa source dans la plus grossière ignorance ou dans la négligence la plus impardonnable.

Ceux de nos lecteurs qui désirent avoir un plus grand nombre de renseignements sur cet objet important pourront avoir recours à un rapport très bien fait, par M. Charles Sylvester, sur les chemins de fer ; à l'écrit dont fait mention M. Thompson dans le *Repertoire des Arts*, pour le mois de mars 1822 ; à un ouvrage qui sortira sous peu de la presse, par M. N. Wood, de la mine de charbon de Killingworth, ingénieur dont nous avons déjà cité les expériences, ainsi que celles de M. Sylvester ; et enfin aux observations sur une route générale en fer, faites par M. Gray.

---

---



---

## APPENDICE OU SUPPLÉMENT.

---

### GÉOMÉTRIE.

La géométrie est une branche des mathématiques qui traite de la nature et des propriétés des grandeurs en général.

#### DÉFINITIONS.

Le *point* n'a ni longueur, ni largeur, ni épaisseur. On comprend aisément d'après cette définition que le point mathématique est purement intellectuel. Ce qu'on appelle vulgairement point, comme le petit point noir fait avec un pinceau ou une plume, ou la pointe d'une aiguille, n'est pas réellement le point mathématique ; car quelque petit que soit ce point-là, on verra, en l'examinant avec le microscope, que c'est une tache irrégulière ayant une longueur et une largeur très apparentes.

La *ligne* est une longueur, sans largeur ni épaisseur. Ce que nous venons de dire pour le point s'applique aussi à la définition de la ligne. Le trait noir qu'on fait sur du papier avec un pinceau ou une plume, n'est pas réellement une ligne mathématique, mais la représentation d'une ligne ; car, quelque fine que vous la fassiez, elle aura toujours une certaine largeur. Les extrémités d'une ligne s'appellent points.

La *ligne droite* est le plus court chemin d'un point à un autre.

La *ligne courbe* est une ligne qui change sans cesse de direction entre ses parties extrêmes.

Les *lignes parallèles* sont celles qui sont toujours à égale distance l'une de l'autre, et qui, étant prolongées, ne se rencontrent qu'à l'infini (fig. 1).

L'*angle* est l'espace compris entre deux lignes qui se rencontrent en un point. (fig. 2.)

Les lignes AB et BC, qui forment entre elles un angle, en sont les côtés ; le point B de rencontre ou d'intersection est le *sommet* de l'angle. Un angle se désigne quelquefois par la lettre du sommet, comme l'angle B, fig. 2 ; mais le plus souvent par trois lettres ABC, ayant soin de mettre la lettre du sommet au milieu.

Lorsqu'une ligne droite en rencontre une autre, et qu'elle ne penche pas

plus d'un côté que de l'autre, chacun des deux angles qu'elle forme avec l'autre ligne est un *angle droit*, comme ABC et ABD, fig. 3. Tous les angles droits étant de 90° sont tous égaux entre eux; la ligne AB est dite *perpendiculaire* sur CD.

Les commençants sont très sujets à confondre les mots *perpendiculaire* et *vertical*. Une ligne est verticale quand elle tombe à angles droits sur le plan de l'horizon ou sur la surface plane de la terre, ou sur la surface de l'eau, qui est toujours horizontale. Les murs d'une maison sont verticaux; mais une ligne peut être perpendiculaire à une autre, soit qu'elle soit droite ou oblique à un terrain, ou même qu'elle soit couchée sur ce terrain, pourvu que les deux angles qu'elle fait avec la ligne qu'elle rencontre soient égaux entre eux. Ainsi, par exemple, si les angles ABC et ABD sont égaux, la ligne AB est perpendiculaire à CD, dans quelque position qu'elle soit d'ailleurs.

Lorsqu'une ligne BE, fig. 3, tombe obliquement sur une autre CD, l'angle EBC, plus grand qu'un angle droit, est un *angle obtus*; et l'angle EBD, moindre qu'un angle droit, est un *angle aigu*.

Deux angles comme ABC et ABE, qui ont un côté commun, sont des angles *adjacents*; ceux que forment deux droites qui se coupent, comme EBD et CBF, formés par les lignes CD et EF qui se coupent, sont des angles *opposés* au sommet.

Une *superficie* ou *surface* n'a que deux dimensions, longueur et largeur. Les extrémités d'une surface sont des lignes.

On appelle *plan* une surface sur laquelle une ligne droite coïnciderait dans toute sa longueur, quel que soit le sens dans lequel on l'applique.

Une *surface courbe* est celle avec laquelle une ligne droite ne peut pas coïncider dans tous les sens. Les surfaces courbes sont convexes ou concaves, selon le côté duquel on les considère.

Une surface courbe peut être terminée par des lignes droites ou des lignes courbes et par toutes les deux à la fois.

Toute surface plane terminée par des lignes droites est un *polygone*. Si tous les côtés sont égaux, c'est un *polygone régulier*; s'ils sont inégaux, c'est un *polygone irrégulier*. Tous les polygones réguliers ou irréguliers ont autant de côtés qu'ils ont d'angles, et ils reçoivent leur nom tantôt du nombre de leurs côtés, tantôt du nombre de leurs angles. Ainsi on nomme *triangle* une figure de trois côtés, et *carré* une figure de quatre côtés.

*Pentagone*, une figure de 5 côtés.

L'*hexagone* a 6 côtés.

L'*heptagone* a 7 côtés.

L'*octogone* a 8 côtés.

Le *nonagone* a 9 côtés.

Le *décagone* a 10 côtés.

L'*ondécagone* a 11 côtés.

Le *dodécagone* a 12 côtés.

Quand ils ont un plus grand nombre de côtés, on les appelle ordinairement polygones de 13 côtés, de 14 côtés, et ainsi de suite.

Les triangles sont de trois sortes, suivant le rapport des côtés entre eux.

Un *triangle équilatéral* est un triangle dans lequel les trois côtés et les trois angles sont égaux, comme ABC, fig. 4.

Un *triangle isocèle*, celui qui n'a que deux côtés égaux, comme DEF, fig. 5.

Un *triangle scalène*, celui dont les trois côtés sont inégaux, comme GHI, fig. 6.

Les triangles reçoivent aussi leur dénomination des angles.

Un *triangle rectangle* est celui qui a un angle droit, comme ABC, fig. 7. Un triangle ne peut avoir plus d'un angle droit. Le côté opposé à l'angle droit s'appelle l'*hypothénuse*. C'est toujours le côté le plus long.

Un *triangle obtusangle* est celui qui a un angle obtus, comme dans la fig. 8.

Un *triangle acutangle* est celui qui a tous ses angles aigus, comme la fig. 4.

Un triangle isocèle ou scalène peut être rectangle, obtusangle ou acutangle.

Un côté d'un triangle peut être considéré comme étant la *corde soutenant* de l'angle opposé : ainsi AB (fig. 7) soutend l'angle ACB.

Si l'on prolonge le côté d'un triangle, comme AD (fig. 8), l'angle A ou CAB s'appelle angle *interne*, et l'angle CAD, qui est en dehors de la figure, est un angle *externe*.

Lorsque la figure a quatre côtés, on l'appelle *quadrilatère*. On lui donne aussi différentes dénominations, selon que les côtés sont égaux ou inégaux, ou que leurs angles sont droits ou non.

Une figure de quatre côtés, qui a ses côtés opposés parallèles, s'appelle *parallélogramme*. Il importe peu que les angles soient droits ou autrement. Les figures 9, 10, 11, 12, sont toutes des parallélogrammes.

Quand tous les angles d'un parallélogramme sont des angles droits, c'est un *rectangle*, comme les figures 11 et 12.

Lorsqu'un rectangle a tous ses côtés égaux, c'est un *carré*, comme la fig. 12.

Si les côtés opposés sont parallèles et égaux entre eux, sans que le parallélogramme ait des angles droits, alors la figure s'appelle *rhombe* ou *parallélogramme*, comme la fig. 10.

Un quadrilatère qui a deux de ses côtés parallèles est un *trapèze*, voy. fig. 14.

On appelle *diagonale*, dans une figure géométrique, la ligne qui joint deux angles opposés. Telle est IK, fig. 15. La diagonale prend quelquefois le nom de diamètre dans les parallélogrammes, parce qu'elle passe par le centre de la figure.

*Compléments* d'un parallélogramme. Si on prend un point E (fig. 15) sur la diagonale d'un parallélogramme, et que par ce point on fasse passer deux lignes parallèles aux côtés, telles que AB, CD, il se trouvera divisé en quatre parallélogrammes DD, L, F, GG. Les deux divisions L, F, par lesquelles le diamètre ne passe pas, seront les compléments.

La *base* d'une figure est le côté sur lequel on la suppose élevée, tel que ABCD, fig. 16.

La *hauteur* d'une figure est la perpendiculaire qui mesure la distance de la base au point le plus haut, telle que EF, fig. 16.

L'*aire* d'une surface plane ou autre est l'espace compris dans ses limites, exprimé en mètres carrés ou toute autre unité superficielle.

Les *figures semblables* sont celles qui ont les angles égaux et les côtés proportionnels, comme la fig. 17.

Les *figures égales* sont celles qui ont la même aire ou surface.

Le *cercle* est un plan terminé par une ligne courbe qu'on appelle *circonférence*, dont tous les points sont également éloignés d'un autre point E, qu'on nomme le *centre*.

Le *rayon* d'un cercle est une ligne droite menée du centre à la circonférence, telle que EF (fig. 18). Le rayon n'est autre chose que l'ouverture du compas avec lequel on décrit un cercle, d'où il suit que tous les rayons du même cercle sont égaux.

Le *diamètre* du cercle, comme CB (fig. 18), est une ligne menée d'un point de la circonférence à un autre, en passant par le centre. Le diamètre partage toujours le cercle en deux parties égales.

Un *segment* de cercle est la portion de cercle comprise entre l'arc et la corde qui soutend cet arc. Un segment peut donc être égal au *demi-cercle*, ou plus grand, ou plus petit.

La *tangente* est une ligne droite qui n'a qu'un point de commun avec la circonférence, qui la touche sans la couper, telle que GH (fig. 18). Le point A où elle touche le cercle s'appelle *point de contact*.

Un *secteur* de cercle est l'espace compris entre deux rayons et un arc, comme BIK (fig. 19).

On suppose la circonférence d'un cercle quelconque, grand ou petit, divisée en 360 parties, qu'on appelle *degrés*; chaque degré, en 60 parties, appelées *minutes*, et chaque minute en 60 secondes. Pour mesurer l'inclinaison des lignes à l'égard les unes des autres, ou les angles, du sommet de l'angle, comme centre, on décrit un cercle, comme IK (fig. 19), et suivant le nombre de degrés, minutes et secondes compris entre les côtés de l'angle, on dit qu'il contient tant de degrés, de minutes et de secondes. On marque les degrés par °, les minutes par ', les secondes par '' : ainsi un angle de 48 degrés 15 minutes et 7 secondes, s'écrit de cette manière : 48° 15' 7''.

Un *solide* est un corps qui a longueur, largeur et épaisseur : un livre, par exemple, est un solide, de même qu'une feuille de papier, quoiqu'elle soit d'une très mince épaisseur. Les solides sont terminés par des *plans* ou par des *surfaces courbes*.

Les *solides semblables* sont ceux qui sont déterminés par le même nombre de plans semblables.

Le *prisme* est un solide dont les côtés sont des parallélogrammes, et dont les deux extrémités ou bases sont des polygones semblables parallèles entre eux. Les prismes reçoivent diverses dénominations, suivant la configuration de la base. Ainsi il y a des prismes *triangulaires*, *quadrangulaires*, *heptangulaires*, etc., comme on peut le voir dans les fig. 20, 21, 22, 23. On nomme *prisme droit* celui dont les côtés sont perpendiculaires au plan de la base; et lorsqu'ils sont inclinés, le prisme est *oblique*.

Si le prisme a pour base un parallélogramme, on l'appelle *parallépipède*. Voy. fig. 22 et 23. Ainsi un parallépipède est un solide terminé par six parallélogrammes.

Lorsque tous les côtés d'un parallépipède sont des carrés, le solide prend le nom de *cube*, tel que celui de la fig. 23.

Un *rhomboèdre* est un prisme oblique dont les bases sont des rhombes (fig. 24).

La *pyramide* AB (fig. 25 et 26) est un solide compris par un certain nombre de plans, dont la base peut être un polygone quelconque, et dont les côtés sont autant de plans triangulaires contigus à la base, et terminés au même point B, *sommet* de la pyramide.

Lorsque la figure de la base est un triangle, on l'appelle *pyramide triangulaire*; si c'est un carré, on dit que la pyramide est quadrilatérale, etc., etc.

Une pyramide est *régulière* ou *irrégulière* selon que la base est régulière ou irrégulière. Elle est aussi *droite* ou *oblique*: elle est droite lorsque la ligne ou axe qui descend du sommet au centre de la base lui est perpendiculaire (fig. 25); dans tout autre cas elle est oblique (fig. 26).

Le *cylindre* est un solide (fig. 27 et 28) engendré par la rotation d'un rectangle autour d'un des côtés qu'on suppose fixe; ce côté en repos s'appelle l'*axe* du cylindre. On peut encore concevoir le cylindre comme engendré par le mouvement d'un cercle qui glisse parallèlement à lui-même, son centre s'appuyant toujours sur la même ligne droite.

Un cylindre est *droit* ou *oblique*, suivant que l'axe est perpendiculaire ou incliné à la base.

Toute *section* faite dans un cylindre droit à base circulaire par un plan perpendiculaire à son axe est un *cercle*, et toute section faite par un plan oblique à l'axe, est une *ellipse*.

Le *cercle* étant un polygone d'un nombre infini de côtés, il s'ensuit qu'on peut concevoir le cylindre comme un prisme ayant un de ces polygones pour base.

Un *cône* est un solide (fig. 29 et 30) ayant pour base un cercle, et pour côté une surface convexe, limitée d'une part par ce cercle et terminée en pointe au point A, qu'on nomme *sommet* du cône. On peut le concevoir comme engendré par la révolution d'un triangle autour d'un de ses côtés.

La ligne qui va du sommet au centre est la base de l'*axe* du cône. Lorsque cette ligne est perpendiculaire à la base, le cône est *droit*; mais lorsqu'elle est inclinée, c'est un cône *oblique*.

Si l'on coupe un cône par un plan passant par le sommet et le centre de la base, la section sera un *triangle*, de même que, si on le coupe par un plan perpendiculaire à l'axe, la section sera un *cercle*.

Si l'on coupe le cône par un plan oblique à l'axe, la section sera une *ellipse* (fig. 31). La section d'un cylindre faite de la même manière est aussi une ellipse, et cela se conçoit aisément; mais en général on ne voit pas aussi clairement que la section oblique d'un cône forme une ellipse. Beaucoup de gens croient qu'elle doit être plus large dans une partie que dans l'autre, autrement dit qu'elle doit avoir la forme d'un *ovale* ou d'un *œuf*; mais c'est une erreur dont chacun peut se convaincre en faisant un cône et en le coupant obliquement: on verra alors que la section, dans quelque sens qu'on la prenne, est toujours une ellipse régulière. Il en est toujours ainsi, soit que le cône soit droit ou oblique, excepté pour le cône oblique à base circulaire dans le cas où la section est faite suivant une direction particulière qu'on appelle *inverse* à sa base.

Quand on fait une section parallèle à l'un des côtés du cône (fig. 32), la courbe ABC qui dessine la section s'appelle une *parabole*.

Quand la section est faite parallèlement à l'axe (fig. 33), la courbe obtenue s'appelle *hyperbole*.

Ces courbes, que l'on forme en coupant un cône en plusieurs sens, ont diverses propriétés fort importantes en astronomie, en artillerie, en perspective, et dans une foule d'autres sciences.

La *sphère* est un solide terminé par une surface convexe dont tous les points sont à égale distance d'un autre point intérieur appelé *centre* (fig. 34).

On peut la concevoir formée par la révolution d'un demi-cercle autour de son diamètre, et en faire l'expérience avec un moule demi-circulaire, en faisant une boule de terre au moyen de la roue du potier. Le diamètre du demi-cercle autour duquel il tourne s'appelle l'*axe* de la sphère. Les extrémités de l'axe se nomment *pôles*.

Toute ligne passant par le centre de la sphère, et terminée par la surface, est un *diamètre* de la sphère.

Toutes les sections de la sphère sont des cercles; celles qui passent par le centre de la sphère sont des *grands cercles*, comme AB (fig. 34); les autres sont de *petits cercles*, comme CD.

Une portion quelconque de sphère coupée par un plan s'appelle *segment*. Lorsque le plan passe par le centre, il partage la sphère en deux parties égales, qui s'appellent alors *hémisphères*.

Un solide engendré par la révolution d'une section du cône autour de son axe prend le nom d'*ellipsoïde*, de *paraboloïde*; ou d'*hyperboloïde*, de *révolution*, selon la figure génératrice. On nomme *sphéroïde* une solide de révolution qui se rapproche de l'ellipsoïde.

La ligne autour de laquelle tourne la courbe génératrice s'appelle l'*axe*.

Lorsque l'ellipsoïde est engendré par la demi-ellipse en tournant autour de l'axe transversal, on l'appelle ellipsoïde oblong.

Toute section d'un ellipsoïde est une *ellipse*, excepté lorsqu'elle est perpendiculaire à l'axe; dans ce cas la section est un cercle.

Toutes les sections d'un ellipsoïde parallèles entre elles sont des figures semblables.

Un corps régulier est un solide enveloppé par un certain nombre de surfaces planes régulières de même espèce.

Il n'y a que six corps réguliers, savoir: 1° le *tétraèdre*, qui est une pyramide régulière ayant quatre faces triangulaires; 2° le *cube*, qui a six faces carrées égales; 3° l'*octaèdre*, qui a huit faces triangulaires; 4° le *dodécaèdre pentagonal*, qui a douze faces pentagonales; 5° le *dodécaèdre rhomboïdal*, qui a douze faces rhombes; 6° l'*icosaèdre*, qui a vingt faces triangulaires.

REMARQUE.— Les figures marquées A, B, C, D, E, étant exactement tracées sur un carton, et les lignes à moitié coupées avec un canif, de manière à ce qu'on puisse relever toutes les parties et les coller ensemble, représenteront les cinq corps réguliers, savoir: la fig. A, le tétraèdre; la fig. B, le cube; C, l'octaèdre; D, le dodécaèdre, et E, l'icosaèdre.

Le *rapport* est la proportion qui existe entre deux grandeurs de même espèce, et qu'on indique ordinairement de cette manière A : B. La première de ces grandeurs s'appelle *antécédent*, et la seconde *conséquent*.



On conçoit la *mesure* ou la *quantité* d'un rapport en considérant quelle partie du conséquent est contenue dans l'antécédent, et on trouve cette quantité en divisant le conséquent par l'antécédent.

On dit que trois grandeurs ou quantités A, B, C sont en proportion, lorsque le rapport de la première à la seconde est le même que celui de la seconde à la troisième. Ainsi 2, 4, 8 sont en proportion, parce que 4 est contenu dans 8 autant de fois que 2 l'est dans 4.

Quatre quantités A, B, C, D sont en proportion lorsque le rapport de la première A à la seconde B est le même que le rapport de la troisième C à la quatrième D. Ordinairement on écrit ainsi la proportion A:B::C:D.

Le rapport d'égalité est celui qui existe entre des nombres égaux.

Le rapport est *inverse* lorsqu'on met l'antécédent à la place du conséquent, et *vice versa*. Ainsi dans cette proportion 2:1::6:3, le rapport inverse sera 1:2::3:6.

La proportion est *alterne* lorsqu'on compare antécédent avec antécédent et conséquent avec conséquent. Ainsi si 2:1::6:3, en *alternant* on aura 2:6::1:3.

La proportion est *composée* lorsqu'on compare l'antécédent et le conséquent, pris ensemble, avec un seul conséquent ou un seul antécédent. Dans la proportion 2:1::6:3, on aura par rapport composé 2+1:1::6+3:3, et 2+1:2::6+3:6.

La proportion est dite *continue* ou *progression géométrique*, lorsqu'il y a plus de quatre termes. Dans ce cas, le premier terme est au second comme le second est au troisième, comme le troisième est au quatrième, comme le quatrième est au cinquième, et ainsi de suite.

Le rapport composé se forme par la multiplication de plusieurs antécédents et de plusieurs conséquents entre eux, de la manière suivante :

$$\begin{array}{l} \text{Si } A:B::3:5, B:C::5:8, \text{ et } C:D::8:6; \\ \text{alors } A \text{ sera à } D \text{ comme } \frac{3 \times 5 \times 8}{5 \times 8 \times 6} = \frac{120}{240} = \frac{1}{2}, \\ \text{c'est-à-dire } A:D::1:2. \end{array}$$

*Inscrire*, c'est tracer une figure dans une autre, de façon à ce que tous les angles de la figure *inscrite* touchent les angles, les côtés ou les plans de la figure extérieure.

*Circonscrire*, c'est tracer une figure autour d'une autre, de façon à ce que les angles, les côtés ou les plans de la figure *circonscrite* touchent tous les angles de la figure intérieure.

*Échelle* est une ligne droite, divisée en un certain nombre de parties égales entre elles. Chaque partie peut représenter telle mesure que l'on veut, comme, par exemple, un mètre, un centimètre, etc. Chacune de ces parties se subdivise en général d'une dénomination plus petite, ou en dixièmes, centièmes. On construit des échelles de diverses manières. On fait les échelles ordinairement en ivoire ou en buis.

Un *axiome* est une vérité évidente par elle-même qui n'a pas besoin d'être démontrée.

Un *problème* est une question proposée, comme par exemple la construction d'une figure.

Le *théorème* est ce que l'on veut démontrer ou prouver.

Le *corollaire* est une conséquence déduite de la démonstration de quelque proposition.

Un *scholie* est une remarque en observation faite sur quelque chose précitée.

Le signe  $=$  indique que les quantités entre lesquelles il est placé sont égales.

Le signe  $+$  indique que la quantité mise après doit être ajoutée à celle mise avant.

Le signe  $-$  indique que la quantité mise après doit être retranchée de la quantité mise avant.

## PROBLÈMES GÉOMÉTRIQUES.

PROBL. 1. *Diviser une ligne donnée AB en deux parties égales.*

Des points A et B comme centres, et avec une ouverture de compas plus grande que la moitié de AB, décrivez des arcs qui se coupent en *c* et en *d*. Tirez la ligne *cd*; le point E où elle coupe AB sera le milieu demandé.

PROBL. 2. *Élever une perpendiculaire d'un point donné C sur une ligne donnée AB.*

1<sup>re</sup> Cas. — Si le point donné est près du milieu de la ligne, de chaque côté du point C prenez deux distances égales quelconques C *d*, et C *e*; et de *d* et de *e*, avec un rayon ou ouverture de compas plus grande que *cd* ou *ce*, décrivez deux arcs de cercle qui se coupent en F; puis par les points *f*, *c*, menez la ligne *fc*, qui sera la perpendiculaire demandée.

2<sup>e</sup> Cas. — Si le point donné se trouve à l'extrémité de la ligne, ou voisin, prenez un point quelconque *d* au-dessus de la ligne, et, avec le rayon ou la distance *dc*, décrivez l'arc *ecf*, coupant AB en *e* et en *c*, par le centre *d* et le point *e*, menez la ligne *edf*, coupant l'arc *ecf* en F; par les points *fc* menez la ligne *fc*, et vous aurez la perpendiculaire demandée.

PROBL. 3. *D'un point donné F, abaissez une perpendiculaire sur une ligne donnée AB.*

Du point *f*, décrivez, avec un rayon quelconque l'arc *de* coupant AB en *e* et en *d*, des points *ed*; avec le même rayon ou tout autre décrivez deux arcs qui se coupent en *g*; par les points F et *g* menez la ligne *fg*, et *fC* sera la perpendiculaire demandée.

PROBL. 4. *Faire un angle égal à un autre angle donné, tel que a B b.*

Du point B, et avec un rayon quelconque, décrivez l'arc *ab*, coupant les côtés Ba, Bb, aux points *a* et *b*, menez la ligne De, et du point D, avec le même rayon qu'auparavant, décrivez l'arc eF, coupant De en *e*, prenez la distance B*a*, et appliquez-la sur l'arc eF de *e* en F; puis par les points D, F, tirez la ligne DF : l'angle eDF sera égal à l'angle bBa, solution proposée.

PROBL. 5. *Diviser un angle donné ABC en deux angles égaux.*

Du point B, avec un rayon quelconque, décrivez l'arc AC; des points A et C, avec le même rayon ou tout autre, décrivez des arcs qui se coupent en d; tirez la ligne B d, qui divise l'angle A B c en deux angles égaux, et vous aurez la solution du problème.

PROBL. 6. *Faire un angle d'un nombre de degrés quelconque.*

Il y a plusieurs méthodes pour cela; l'une consiste à faire usage d'un instrument qu'on appelle *rappporteur* ou demi-cercle de cuivre, dont la circonférence est divisée en degrés. Soit AB une ligne donnée; on demande de mener du point A une ligne faisant avec AB un angle d'un certain nombre de degrés, 20 par exemple; posez le côté droit du rapporteur sur la ligne AB et comptez 20° à partir de l'extrémité B du demi-cercle; faites une marque au point C, où arrivent les 20°; puis ôtant le rapporteur, tirez la ligne AC, qui fait avec AB l'angle demandé; ou bien, on peut encore le faire par une ligne divisée tracée ordinairement sur des échelles appelées *ligne de cordes*. Prenez 60° depuis la ligne des cordes, entre les branches du compas, et, en fixant une au point B (probl. 4), avec cette ouverture comme rayon, décrivez un arc tel que a b: ensuite prenez le nombre de degrés dont vous voulez faire votre angle, et portez-les de b en a; vous aurez a B b, l'angle demandé.

PROBL. 7. *Par un point donné C, menez une ligne parallèle à une ligne donnée AB.*

1<sup>er</sup> Cas. — Prenez un point quelconque, d sur AB; en d et en C, décrivez deux arcs e c; par C et F menez la ligne CF, qui sera la ligne demandée.

2<sup>e</sup> Cas. — Si la parallèle doit être à une distance donnée de AB, alors, de deux points quelconques e et d pris sur la ligne AB, et avec un rayon égal à la distance donnée, décrivez les arcs e et f: menez la ligne CB tangente à ces arcs sans les couper; cette tangente sera parallèle à AB, suivant la proposition.

PROBL. 8. *Diviser une ligne donnée AB en un certain nombre de parties égales.*

Du point A, extrémité de la ligne, tirez AC, faisant un angle quelconque avec AB; et du point B, autre extrémité, tirez la ligne BD, faisant l'angle A B d égal à B A c. Sur chacune de ces lignes A c, B d, commençant en A et en B, marquez autant de parties égales, d'une longueur quelconque, que AB doit avoir de divisions, joignez les points C 5, 46, 57: AB se trouvera divisé comme on le demande.

PROBL. 9. *Trouver le centre d'un cercle donné.*

Menez une corde quelconque AB, et coupez-la en deux avec la perpendiculaire CD; divisez encore CD en deux parties égales avec le diamètre EF; l'intersection O sera le centre cherché.

PROBL. 10. *Mener une tangente à un cercle donné qui passe par un point donné A.*

Du centre O menez le rayon OA par le point A; faites DE perpendiculaire à OA; cela vous donnera la tangente cherchée.

PROBL. 11. *Mener une tangente à un cercle ou segment de cercle ABC, par un point donné B, sans faire usage du centre du cercle.*

Faites deux divisions égales sur le cercle, du point donné B, vers d et e, et tirez la corde eB: en f, faites d g égal à df; par le point g menez la ligne g B, qui donnera la tangente demandée.

PROBL. 12. *Étant donnés trois points A, B, C qui ne soient pas sur une même ligne, décrire un cercle qui passe par ces trois points.*

Partagez en deux parties les lignes AB, BC, par les perpendiculaires ah, bd, se rencontrant en d. Du point d, avec la distance dA, dB, ou dC, décrivez ABC, et vous aurez le cercle en question.

PROBL. 13. *Décrire le segment d'un cercle avec le secours de deux règles, à une distance quelconque AB, et avec une hauteur CD perpendiculaire sur le milieu de AB, sans faire usage du centre.*

Placez les règles à la hauteur au point C; ajustez les bords près des points A et B, fixez-les en C, et mettez une autre pièce en travers pour les assujettir. Mettez des chevilles en A et en B; puis faites pivoter les règles sur ces chevilles, en tenant un crayon au point C: ce mouvement décrira le segment.

PROBL. 14. *Inscrire un cercle dans un triangle donné quelconque.*

Menez les lignes AD et DB, qui partagent en deux angles égaux chacun des deux angles A et C. Du point D, point d'intersection des deux lignes, abaissez la perpendiculaire DE, qui sera le rayon du cercle demandé.

PROBL. 15. *Décrire un octogone régulier dans un carré donné.*

Menez les diagonales AC et BD, qui se coupent en e, des points A, B, C, D, comme centres, avec un rayon eC; décrivez les arcs he l, ke n, me g, fe i; joignez fn, mh, ki, lg, et vous aurez l'octogone proposé.

PROBL. 16. *Dans un cercle donné, inscrire un polygone régulier quelconque.*

Divisez la circonférence en autant de parties qu'il y a de côtés dans le polygone que vous voulez construire, et joignez les points de division par des droites.

PROBL. 17. *Construire sur une ligne donnée AB un triangle équilatéral.*

Des points A et B, avec un rayon égal à AB, décrivez des arcs qui se coupent en C, tirez les lignes AC et BC, et vous aurez ABC, triangle proposé.

PROBL. 18. *Construire un triangle dont les côtés soient égaux à trois lignes données DEF, la somme de deux de ces lignes étant plus grande que la troisième.*

Faites AB égal à la ligne D, du point A comme centre; avec le rayon F, décrivez l'arc CD; du point B, avec le rayon E, décrivez un autre arc coupant le premier au point C; menez AC et BC; ABC donnera le triangle demandé.

PROBL. 19. *Faire un trapèze égal et semblable à un trapèze donné ABCD.*

Divisez le trapèze donné ABCD en deux triangles, par la diagonale DB; faites BF égal à AB; construisez par le dernier problème sur EF le triangle EFH, dont les côtés soient respectivement égaux à ceux du triangle ABD; construisez sur HF, qui est égal à DB, le triangle HFG dont les côtés soient respectivement égaux à DBC; EFGH formera le trapèze demandé.

On peut, au moyen de ce problème, copier tous les plans possibles, puisque toutes les figures, quelque irrégulières qu'elles soient, peuvent se diviser en triangles. C'est sur cette méthode que sont fondés l'arpentage et le levé des plans.

PROBL. 20. *Pour faire un carré égal à deux carrés donnés.*

Prenez les deux côtés DE et DF des deux carrés donnés A et B, pour les côtés d'un triangle rectangle FDE : menez l'hypothénuse FE ; construisez sur cette hypothénuse le carré EFGH, qui sera le carré cherché.

PROBL. 21. *Étant données deux lignes droites BA, CD, trouver une troisième proportionnelle.*

Faites un angle HEI tel qu'il vous plaira ; du point E prenez EF égal à AB, et EG égal à CD : joignez FG, menez EI égal à EF, et menez HI parallèle à FG ; EH sera la troisième proportionnelle demandée ; c'est-à-dire que  $EF : EG :: EH : EI$  ; ou  $AB : CD :: CD : EI$ .

PROBL. 22. *Étant données trois lignes, trouver une quatrième proportionnelle.*

Faites un angle quelconque HGI : du point G prenez GH égal à AB, GI égal CD, et joignez HI ; prenez GK égal à EF ; menez KI, par K parallèle à HI ; GL formera la quatrième proportionnelle demandée, c'est-à-dire que  $GH : GI :: GK : GL$ , ou  $AB : CD :: EF : GL$ .

PROBL. 23. *Divisez une ligne donnée AB dans la même proportion qu'une autre CD.*

Faites un angle quelconque KHI, et prenez HI égal à AB ; portez ensuite les diverses divisions de CD de H en K, et joignez KI ; tirez les lignes h e, i f, k g parallèles à KI ; la ligne HI se trouvera divisée en e, f, g, selon la condition du problème.

PROBL. 24. *Entre deux lignes données AB et CD trouver une moyenne proportionnelle.*

Tirez la ligne EG, sur laquelle vous prenez EF égal à AB, et FG égal à CD ; coupez EG en deux au point H, et avec HE ou HG comme rayon décrivez le demi-cercle EIG ; du point F menez FI perpendiculaire à EG, coupant le cercle en I ; IF sera la moyenne proportionnelle demandée.

PROBL. 25. *Décrire une ellipse.*

Fixez deux épingles aux points E et F ; mettez un fil tout autour et attachez les bouts ensemble au point C ; si on fait tourner le point C, en tenant le fil tendu, on aura une ellipse.

Les points E et F où sont plantées les épingles se nomment les *foyers*

La ligne AB, qui passe par les foyers, s'appelle *le grand axe*.

Le point G coupant *le grand axe* en deux est le *centre* de l'ellipse.

La ligne CD qui coupe ce centre perpendiculairement au *grand axe* est le *petit axe*.

Le *paramètre* est une ligne droite passant par le foyer en F, menée perpendiculairement au grand axe et terminée par la courbe.

Le *diamètre* est une ligne qui passe par le centre et terminée par la courbe.

Un *diamètre conjugué* à un autre diamètre est une ligne menée par le centre parallèlement à une tangente à l'extrémité de l'autre diamètre et terminée par la courbe.

Une *double ordonnée* est une ligne menée par un diamètre quelconque parallèle à une tangente, à l'extrémité de ce diamètre, terminée par la courbe.

PROBL. 26. *Étant donnés le grand axe AB et le petit axe CD d'une ellipse quelconque, trouver les deux foyers, et avec eux décrire l'ellipse.*

Prenez AE ou EB égal à la moitié du grand axe, et du point C comme centre décrivez un arc coupant AB en F et en G, qui sont les foyers; plantez des épingles dans ces deux points en tendant un fil autour des points FCG : l'ellipse se décrit comme ci-dessus.

PROBL. 27. *Avec les mêmes données décrire une ellipse sans faire usage des foyers.*

On prend pour cela un instrument composé de deux règles ajustées l'une sur l'autre et formant des angles droits, avec une rainure à chaque. Une baguette avec deux écrous mobiles se meut dans cette rainure, et au moyen d'un crayon fixé à l'extrémité de la baguette on décrit la courbe : voici l'opération.

Faites que la distance de la première épingle en B, du crayon en A, soit égale à la moitié de l'axe le plus court, et que la distance de la seconde épingle en C, du point A, soit égale à la moitié de l'axe le plus long; les épingles étant placées dans les rainures, faites mouvoir le crayon en A, et vous décrirez l'ellipse.

PROBL. 28. *Tracer la figure d'une ellipse, avec un compas, d'une longueur AB et d'une largeur CD.*

Menez BP parallèle et égal à EG, et coupez cette ligne en deux au point I; ensuite faites IC et PD se coupant en K; divisez KC par une perpendiculaire rencontrant CD en O, et sur O avec le rayon OC, décrivez le quadrant CGQ.

Par Q et par A, menez QG coupant le quadrant au point G; ensuite menez GO coupant AB en M; faites EL égal à EM, ainsi que EN égal à EO. Du point N par M et L, menez NH et NI; M, L, N, O, sont les quatre centres par lesquels passent les quatre quarts de l'ellipse.

Il est à remarquer que ceci n'est pas une véritable ellipse, mais seulement une courbe qui en approche, appelée anse du jardinier. Il est impossible de tracer une ellipse parfaite au moyen d'un compas, qui ne peut décrire que des portions de cercle; la courbe d'une ellipse diffère essentiellement d'un cercle dans toutes ses parties; et il n'y a point de parties de cercle qui, mises ensemble, puissent former une ellipse; mais on peut par ce moyen tracer une figure qui approche à peu près d'une ellipse, et le défaut à la jonction des portions de cercle n'est pas sensible; le meilleur moyen est de ne pas les joindre tout à fait, et d'aider la courbe avec la main.

PROBL. 29. *Étant donnée une ellipse, trouver le grand axe et le petit axe.*

Tracez deux lignes parallèles AB et CD, coupant l'ellipse aux points A, B, C, D; partagez-les en e et en f. Par les points e et f, menez GH, coupant l'ellipse en G et en H; divisez GH au point I, et vous aurez le centre.

Du point I, avec un rayon quelconque, décrivez un cercle coupant l'ellipse aux quatre points k, l, m, n; joignez ensemble kl, et mn; partagez kl ou mn aux points o ou p, par les points o, I, ou I, p; menez QR coupant l'ellipse en Q et R; QR sera le grand axe; par le point I menez TS parallèle à kl, coupant l'ellipse en T et S; TS sera le petit axe.

PROBL. 30. *Décrire une ellipse semblable à une ellipse donnée ABCD d'une longueur donnée IK, ou d'une largeur donnée ML.*

Soient  $AB$  et  $CD$  les deux axes de l'ellipse donnée. Par les points de rencontre  $A, D, B, C$ , complétez le rectangle  $GEHF$ ; menez les diagonales  $EF$  et  $GH$ : elles passeront par le centre au point  $R$ , par  $I$  et  $K$ ; faites  $PN$  et  $OQ$  parallèles à  $CD$ , coupant les diagonales  $EF$  et  $GH$  en  $P, N, Q, O$ ; joignez  $PO$  et  $NQ$ , coupant  $CD$  en  $L$  et  $M$ ;  $IK$  étant le grand axe et  $ML$  le petit axe d'une ellipse, celle-ci sera semblable à l'ellipse donnée  $ADBC$ , qu'on peut décrire par une des méthodes précédentes.

PROBL. 31. *Décrire une parabole.*

Si l'on fixe au point  $C$ , extrémité d'un carré  $ABC$ , un fil d'une longueur égale à  $Bc$ , et au point  $F$  l'autre extrémité, et si l'on fait mouvoir le côté  $AB$  sur la ligne  $AD$ , en maintenant toujours le point  $E$  contre le bord  $BC$  du carré, de manière que le fil soit tendu, le point ou l'épingle  $E$  décrira une courbe  $EGIH$ , qui est une *parabole*.

Le *foyer* de la parabole est le point fixe  $F$  autour duquel tourne le fil.

La *directrice* est la ligne  $AD$  que le côté du carré fait mouvoir.

L'*axe* est la ligne  $LK$  passant par le foyer  $F$  et perpendiculaire à la directrice.

Le *sommet* est le point  $I$ , où la ligne  $LK$  coupe la courbe.

Le *paramètre* est la ligne  $GH$ , passant par le foyer  $F$ , perpendiculaire à l'axe  $IK$ , et terminée par la courbe.

Une *double ordonnée* est une ligne droite  $RS$  parallèle à une tangente au point  $M$ , extrémité du diamètre  $MN$ , terminée par la courbe.

L'*abscisse* est la partie du diamètre comprise entre la courbe et son ordonnée telle que  $MN$ .

PROBL. 32. *Décrire une parabole, étant donnés l'axe  $AB$  ou un diamètre quelconque et une double ordonnée  $CD$ .*

Par le point  $A$  menez  $EF$  parallèle à  $CD$ : par  $C$  et  $D$  menez  $DF$  et  $CE$  parallèles à  $AB$ , coupant  $EF$  aux points  $E$  et  $F$ , divisez  $BC$  et  $BD$ , chacune en un nombre de parties égales, quatre par exemple; divisez aussi  $CE$  et  $DF$  en autant de parties égales. Par les points  $1, 2, 3$ , et sur  $CD$ , menez les lignes  $1a, 2b, 3c$ , etc., parallèles à  $CD$ ; comme aussi, par les points  $1, 2, 3$ , sur  $CE$  et  $DF$  menez les lignes  $1A, 2A, 3A$ , coupant les lignes parallèles aux points  $a, b, c$ , les points  $a, b, c$  sont dans la courbe de la parabole.

PROBL. 33. *Décrire une hyperbole.*

Si  $B$  et  $C$  sont deux points fixes, qu'on fasse mouvoir une règle autour du point  $B$ , un fil à  $ADC$  étant attaché à l'autre extrémité de la règle et au point  $C$ ; et si l'on fait tourner le point  $A$  autour du centre  $B$ , vers  $G$ , l'angle  $D$ , du fil  $ADC$ , qu'il faut toujours tenir tendu et en contact avec le bord de la règle  $AB$ , décrira une courbe  $DHG$ , appelée *hyperbole*.

Si le bout de la règle  $B$  était mobile autour du point  $C$ , le fil étant attaché de l'extrémité de la règle  $A$  vers  $B$ , et qu'on décrivit une courbe de la même manière, ce serait la seconde branche de l'*hyperbole*.

Les *foyers* sont les deux points  $B$  et  $C$ , autour desquels tournent la règle et le fil.

Le *grand axe* est la ligne  $IH$ , terminée par les deux courbes passant par les foyers, en la prolongeant.

Le *centre* est le point  $M$ , sur le milieu du *grand axe*  $IH$ .

Le *petit axe* est la ligne  $NO$  passant par le centre  $M$ , et terminée par un cercle partant de  $H$ , dont le rayon est  $MC$  en  $N$  et en  $O$ .

Le *diamètre* est une ligne  $VW$  menée par le centre  $M$ , et terminée par les courbes.

Le *diamètre conjugué* est une ligne qui passe par le centre, parallèle à une tangente à l'une des courbes, à l'extrémité de l'autre diamètre terminé par les courbes.

La *double ordonnée* est une ligne qui coupe un diamètre parallèle à sa conjuguée, et terminée par la courbe.

L'*abscisse* est la partie du diamètre comprise entre le centre et une double ordonnée.

Le *paramètre* est une ligne qui passe par le foyer, et qui est perpendiculaire au grand axe; il est terminée par la courbe.

PROBL. 34. *Décrire une hyperbole ayant pour diamètre ou axe  $AB$ , pour abscisse  $GB$  et pour double ordonnée  $DC$ .*

Par le point  $G$  menez  $EF$  parallèle à  $CD$ ; des points  $C$  et  $D$  menez  $CE$  et  $DF$ , parallèle à  $BG$ , coupant  $EF$  en  $E$  et en  $F$ ; divisez  $CD$  et  $BD$  chacune en un nombre de parties égales, quatre par exemple; par les points de division 1, 2, 3, menez des lignes vers  $A$ ; divisez aussi  $EC$  et  $DF$  en un nombre de parties égales, savoir, quatre; des points de division marqués sur  $CE$  et  $DF$ , tirez des lignes vers  $G$ , en faisant passer une courbe par les intersections en  $G$ ,  $a$ ,  $b$ , etc.; on aura l'hyperbole demandée.

1<sup>re</sup> *Remarque.* Dans un cercle, la demi-corde  $DC$  est une moyenne proportionnelle entre les segments  $AD$ ,  $DB$  du diamètre  $AB$ , qui lui est perpendiculaire, c'est-à-dire que  $AD : DC :: DC : DB$ .

2<sup>e</sup>. La corde  $AC$  est une moyenne proportionnelle entre  $BD$  et le diamètre  $AB$ ; et la corde  $BC$  une moyenne proportionnelle entre  $DB$  et  $AD$ , c'est-à-dire

$$AD : AC :: AC : AB \\ \text{et } BD : BC :: BC : AB.$$

3<sup>e</sup>. L'angle  $ACB$  dans un demi-cercle est toujours un angle droit.

4<sup>e</sup>. Le carré fait sur l'hypothénuse d'un triangle rectangle est égal à la somme des carrés construits sur les deux autres côtés, c'est-à-dire que

$$AC^2 = AD^2 + DC^2. \\ BC^2 = BD^2 + DC^2. \\ AB^2 = AC^2 + BC^2.$$

5<sup>e</sup>. Les triangles dont les trois angles sont respectivement égaux aux trois angles d'un autre triangle sont des triangles semblables.

6<sup>e</sup>. Dans les triangles semblables, les côtés opposés aux angles égaux sont proportionnels.

7<sup>e</sup>. Les surfaces des triangles semblables sont entre elles comme les carrés de leurs côtés semblables.



## MESURE DES SUPERFICIES.

**PROBLÈME 1.** *Trouver l'aire d'un parallélogramme quelconque.*

Multipliez la longueur d'un côté par la hauteur le produit donnera l'aire cherchée.

*Exemple.* Trouver l'aire d'un carré qui a 6 mètres de côté.

$$\begin{array}{r} 6 \\ 6 \\ \hline 36 \text{ Rép.} \end{array}$$

2. Trouver l'aire d'un rectangle ayant 9 mètres de long et 4 de large.

$$\begin{array}{r} 9 \\ 4 \\ \hline 36 \text{ Rép.} \end{array}$$

3. Trouver l'aire d'un rhombe qui a 6 mètres de longueur et 5 de hauteur perpendiculaire.

$$\begin{array}{r} 6 \\ 5 \\ \hline 30 \text{ Rép.} \end{array}$$

**PROBL. 2.** *Trouver l'aire d'un triangle.*

1<sup>re</sup> Règle. Multipliez la base par la hauteur; la moitié de ce produit donnera l'aire demandée.

2<sup>e</sup> Règle. Étant donnés les trois côtés seulement, ajoutez ces trois côtés ensemble, et prenez la moitié de la somme; de cette demi-somme retranchez chaque côté séparément; multipliez successivement la demi-somme par chacun des trois restes: la racine carrée du dernier produit donnera l'aire du triangle.

*Exemple.* Déterminer l'aire d'un triangle ayant 6 mètres de base et 5 de hauteur.

$$\begin{array}{r} 6 \\ 5 \\ \hline 30 \text{ dont la moitié est } 15 \text{ Rép.} \end{array}$$

**PROBL. 3.** *Étant donnés les deux côtés d'un triangle rectangle, trouver le troisième.*

Le carré de l'hypothénuse est égal à la somme des carrés construits sur les deux côtés de l'angle droit, il faut donc :

1° Pour trouver l'hypothénuse, ajouter les carrés des deux côtés de l'angle droit, et extraire la racine carrée de la somme ;

2° Pour trouver un côté, soustraire le carré de l'autre côté de l'hypothénuse, et de la différence extraire la racine carrée.

*Exemple.* On demande l'hypothénuse d'un triangle rectangle, dont la base  $AB=4$ , et la perpendiculaire  $BC=3$ .

$$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \\ \underline{4} \quad \underline{3} \\ 16 \quad 9 \\ \underline{9} \quad \quad \\ 25 \end{array}$$

5, racine carrée de la somme des deux carrés 25, donne l'hypothénuse AC.

Quelle est la hauteur d'un triangle rectangle dont la base AB égale 56 et l'hypothénuse AC, 65 ?

$$\begin{array}{r} 56 \quad 65 \\ \underline{56} \quad \underline{65} \\ 336 \quad 325 \\ \underline{280} \quad \underline{390} \\ 3136 \quad 4225 \\ \underline{3136} \quad \quad \\ 1089 \quad | \quad 33 \text{ Rép.} \\ \underline{9} \quad \underline{63} \\ 189 \\ \underline{189} \\ 0 \end{array}$$

33, racine du reste du carré de l'hypothénuse AC après qu'on a retranché le carré de AB.

PROBL. 4. *Trouver l'aire d'un trapèze.*

Multipliez la somme des deux côtés parallèles par la distance qui les sépare, et la moitié du produit sera l'aire demandée.

Soit  $AB=7$  l'un des côtés parallèles d'un trapèze, et  $CD=12$  l'autre côté parallèle ; AP ou CN=9, la distance qui les sépare, en déterminer l'aire.

$$\begin{array}{r} 7 \\ \underline{12} \\ 19 \\ \underline{9} \\ 171 \\ \underline{85 \frac{1}{2}} \text{ l'aire du trapèze.} \end{array}$$

PROBL. 5. *Trouver l'aire d'un trapèze.*

*Cas général.* Divisez un trapèze quelconque en deux triangles par une diagonale, puis déterminez les aires de ces deux triangles et les ajoutez ensemble.

*Note.* Si des deux autres angles opposés on abaisse deux perpendiculaires sur la diagonale, la somme de ces perpendiculaires étant multipliée par la diagonale, la moitié du produit donnera l'aire du trapèze.

*Exemple.* Trouver l'aire du trapèze ABCD. La diagonale AC étant 42, la perpendiculaire BF 18, et la perpendiculaire DE 16.

$$\begin{array}{r} 18 \\ 16 \\ \hline 34 \\ 42 \\ \hline 68 \\ 136 \end{array}$$

La moitié de 1428 = 714 Rép.

PROBL. 6. *Trouver l'aire d'un polygone irrégulier.*

Menez dans le polygone des diagonales qui divisent la figure en trapèze et en triangle, puis cherchez l'aire de chacun l'un après l'autre; la somme de toutes ces parties formera la superficie de la figure entière.

*Exemple.* On demande la superficie du polygone ABCDEF, en faisant

$$\begin{array}{l} c.a = 10 \\ d.f = 6 \\ c.i = 4 \\ k.e = 2 \\ m.f = 3 \\ n.b = 4 \end{array}$$

Pour le trapèze d c f e.

$$\begin{array}{r} c.i \ 4 \\ k.e \ 2 \\ \hline 6 \\ d.f \ 6 \\ \hline 36 \\ 18 \text{ superficie.} \end{array}$$

Pour le trapèze c f a b.

$$\begin{array}{r} n.b \ 4 \\ m.f \ 3 \\ \hline 7 \\ c.a \ 10 \\ \hline 70 \\ 35 \text{ superficie.} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \text{ superficie d. c. f e} \\ 35 \text{ ——— c. f. a b} \\ \hline 53 \text{ superficie de tout le polygone.} \end{array}$$

PROBL. 7. *Trouver l'aire d'un polygone régulier.*

*Règle.* Multipliez le périmètre de la figure ou la somme de ses côtés par

la perpendiculaire abaissée de son centre sur l'un des côtés, la moitié du produit sera l'aire demandée.

**PROBL. 8.** *Étant données, dans un arc de cercle, deux des lignes suivantes, savoir : la corde AB, le sinus DP, la corde du demi-arc AD, et le diamètre AC ou le rayon CD, trouver les autres.*

Si l'on connaît deux de ces lignes, on aura deux côtés d'un des triangles rectangles APC ou APD, avec lesquels on pourra, au moyen du troisième problème, déterminer le troisième côté et les autres lignes de l'arc.

Supposons que AB et PD soient les deux côtés donnés, suivant le troisième problème, la moitié de AB ou de AP est une moyenne proportionnelle entre DP et PC + CD; car PC + CD + PD est le diamètre du cercle, dont la moitié est le rayon CA, et par le troisième problème,  $AC^2 - AP^2 = CP^2$ , et  $AP^2 + PD^2 = AD^2$ .

Soient donnés CD et AB,  $\frac{1}{2} AB = AP$  et  $CD = AC$ , donc  $\sqrt{CD^2 - AP^2} = CP$  et  $CD - CP = PD$ ,  $\sqrt{PD^2 + AP^2} = AD$ .

**PROBL. 9.** *Trouver le diamètre et la circonférence d'un cercle l'un par l'autre.*

1<sup>re</sup> règle. Le diamètre : la circonférence :: 7 : 22.

La circonférence : au diamètre :: 22 : 7.

2<sup>e</sup> règle. Le diamètre : la circonférence :: 113 : 355.

La circonférence : au diamètre :: 355 : 113.

3<sup>e</sup> règle. Le diamètre : la circonférence :: 1 : 3,1416.

La circonférence : au diamètre :: 3,1416 : 1.

1<sup>er</sup> exemple. Trouver la circonférence d'un cercle qui a pour diamètre AB égal 10.

Par la 1<sup>re</sup> règle.

$$\begin{array}{r} 7:22::10:x \\ 10 \\ \hline 220 \quad | \quad 7 \\ 10 \quad | \quad 31 \frac{2}{7} \text{ ou } 31,42857 \text{ Rép.} \\ 3 \end{array}$$

Par la 2<sup>e</sup> règle.

$$\begin{array}{r} 113:355::10:x \\ 10 \\ \hline 3550 \quad | \quad 113 \\ 160 \quad | \quad 31,41593 \text{ Rép.} \\ 470 \\ 180 \\ 670 \\ 1050 \\ 330 \end{array}$$

Par la 3<sup>e</sup> règle.

1:3,1416::10:x=31,416 circonférence approximative, la véritable circonférence étant 31,415,926,535,897,9, etc.

Donc c'est la 2<sup>e</sup> règle qui approche le plus de la vérité.

2<sup>e</sup> *exemple*. Trouver le diamètre dont la circonférence est 100.

*Par la 1<sup>re</sup> règle.*

$$22:7::50: \frac{7 \times 25}{11} = \frac{175}{11} = 15 \frac{10}{11} = 15,9090 \text{ Rép.}$$

*Par la 2<sup>e</sup> règle.*

355:113::50:15,9155 Rép.

$$\begin{array}{r} 50 \\ \hline 5650 \overline{) 355} \\ 2100 \quad 15,9155 \\ \hline 3250 \\ 560 \\ 1950 \\ \hline 1750 \end{array}$$

*Par la 3<sup>e</sup> règle.*

3,1416:1::50:15,9156

PROBL. 10. Trouver la longueur d'un arc de cercle quelconque.

1<sup>re</sup> *règle*. 180 : nombre de degrés de l'arc :: 3,1416 fois le rayon : sa longueur.

Où 3 : nombre de degrés :: 0,5236 fois le rayon : sa longueur.

*Exemple*. Trouver la longueur d'un arc ADB (probl. 8) de 30 degrés, le rayon étant de 9 mètres

$$\begin{array}{l} 188:30 \\ \text{ou } 6:1 :: 3,1416 \times 9 : x = 4,7124 \text{ Rép.} \\ \text{ou } 3:30 :: 0,5236 \times 9 : x = 4,7124 \text{ Rép.} \end{array}$$

2<sup>e</sup> *règle*. Retranchez de 8 fois la corde soutendante du demi-arc la corde soutendante de l'arc entier, et prenez le tiers du reste, vous aurez la longueur de l'arc à peu près.

*Exemple*. La corde AB (probl. 8) de l'arc entier étant 4,65874, la corde AD du demi-arc, par conséquent 2,34947, on demande la longueur de l'arc.

$$\begin{array}{r} 2,34947 \\ \quad 8 \\ \hline 18,79576 \\ 4,65874 \\ \hline \end{array}$$

le  $\frac{1}{3}$  de 14,13702  
est 4,71234 longueur de l'arc.

**PROBL. 11.** *Trouver l'aire d'un cercle dont on connaît le diamètre ou la circonférence.*

*1<sup>re</sup> règle.* Multipliez la demi-circonférence par le demi-diamètre, ou bien prenez le quart du produit de toute la circonférence par le diamètre.

*2<sup>e</sup> règle.* Multipliez le carré du diamètre par 0,7854.

*3<sup>e</sup> règle.* Multipliez le carré de la circonférence par 0,07958.

*4<sup>e</sup> règle.* 14 : 11 comme le carré du diamètre est à l'aire cherchée.

*5<sup>e</sup> règle.* 88 : 7 comme le carré de la circonférence est à l'aire cherchée.

*Exemple.* Trouver l'aire d'un cercle dont le diamètre est 10 et la circonférence 314,159265.

*Par la 1<sup>re</sup> règle.*

$$\begin{array}{r} 31,4159265 \\ \underline{\quad 10} \\ \text{le } \frac{1}{4} \text{ de } 314,159265 \\ \text{est } 78,539818 \text{ aire cherchée.} \end{array}$$

*Par la 2<sup>e</sup> règle.*

$$\begin{array}{r} 0,7854 \\ \underline{\quad 100} \\ 78,54 \end{array}$$

*Par la 3<sup>e</sup> règle.*

$$\begin{array}{r} \text{carré circon. } 986,96044 \\ \underline{\quad 85970} \\ 6908723 \\ \underline{\quad 888264} \\ 49348 \\ \underline{\quad 7896} \\ 78,54231 \text{ aire cherchée.} \end{array}$$

*Par la 4<sup>e</sup> règle.*

$$\begin{array}{r} 14:11::100:x=78,57 \\ \underline{\quad 11} \\ 100 \\ \underline{\quad 100} \\ 1100 \mid 14 \\ \underline{\quad 120} \\ 80 \text{ } 78,57 \text{ aire cherch.} \\ \underline{\quad 100} \\ 002 \end{array}$$

*Par la 5<sup>e</sup> règle.*

$$\begin{array}{r} 31,4159265 \text{ circonférence.} \\ \underline{562955413} \\ 94247779 \\ 3141593 \\ 1256637 \\ 31416 \\ 15708 \\ 2827 \\ 63 \\ 19 \\ \underline{\quad 2} \\ 88:7::986,96044:x=78,50821 \\ \underline{\quad 7} \\ \text{le } 8^{\text{e}} \text{ de } 6908,72301 \\ \text{est} \\ \text{le } 11^{\text{e}} \quad 863,59038 \\ \text{est} \\ 78,50821 \text{ aire cherchée.} \end{array}$$

PROBL. 12. *Trouver l'aire d'un secteur de cercle.*

1<sup>re</sup> règle. Multipliez le rayon ou demi-diamètre par le demi-arc du secteur, pour avoir l'aire du secteur, ou bien prenez le quart du produit du diamètre par l'arc du secteur.

Nota. On peut trouver l'arc avec le problème 10.

2<sup>e</sup> règle. 360 : nombre de degrés de l'arc du secteur :: l'aire du cercle : l'aire du secteur.

Exemple. Quelle est l'aire du secteur C A B, le rayon étant 10 et la corde A B 16 ?

$$\begin{array}{r}
 AC^2 = 100 \\
 AE^2 = 64 \\
 \hline
 CE = 6 \\
 CD = 10 \\
 DE = 4 \\
 DE^2 = 16 \\
 AF^2 = 64 \\
 \hline
 80 \text{ (8,9442719 = AD)} \\
 \hline
 71,5541752 \\
 16 \\
 \hline
 \text{prenez le } \frac{1}{5} \text{ de } 55,5541752 \\
 \text{prenez la } \frac{1}{8} \text{ de } 18,5180584 \text{ arc ADB} \\
 \hline
 9,2590297 = \frac{1}{5} \text{ arc.} \\
 10 = \text{ray.} \\
 \hline
 92,590297 \text{ Rép.}
 \end{array}$$

PROBL. 13. *Trouver l'aire d'un segment de cercle.*

Règle. 1<sup>o</sup> Trouver par le problème ci-dessus l'aire du secteur, ayant le même arc que le segment ; 2<sup>o</sup> trouver l'aire du triangle formé par la corde du segment et les deux rayons du secteur.

La somme de ces deux aires réunies donnera l'aire du segment s'il est plus grand que le demi-cercle ; et s'il est plus petit, on prendra au contraire la différence de ces deux aires.

*Exemple.* On demande l'aire du segment ACBD, si corde AB étant 12 et le rayon 10.

AE <sup>2</sup>	100		
AD <sup>2</sup>	36		
DE <sup>2</sup>	64		
sa racine	8=DE		
de	10=CE		
différ.	2=CD		
CD <sup>2</sup>	4		
AD <sup>2</sup>	36		
	40 corde AC <sup>2</sup>	6=AD	
		8=DE	
sa racine	6,324555 corde AC	—	
	8	48 aire de Δ EAB	
	50,596440		
	12		
le $\frac{1}{3}$ de	38,59644		
le $\frac{1}{2}$ de	12,86548 arc ABC		
	6,43274 $\frac{1}{2}$ arc		
	10 ray.		
	64,3274 aire du sect. FACB		
	48,0000 aire du triangl. EAB		
Rép.	16,3274 aire du segm. ACBA:		

**PROBL. 14.** Trouver l'aire d'une zone circulaire ADCBA.

1<sup>re</sup> règle. Trouver les aires des deux segments AEB, DEC, et leur différence sera la zone ADCB.

2<sup>e</sup> règle. A l'aire du trapèze DQP ajoutez l'aire du petit segment ADP, et doublez la somme, vous aurez l'aire de la zone ADCB.

**PROBL. 15.** Trouver l'aire d'un anneau circulaire, autrement dit, de l'espace compris entre deux cercles concentriques.

La différence entre les surfaces des deux cercles sera celle de l'anneau; ou bien multipliez la somme des diamètres par leur différence, et multipliez ensuite le produit par 0,7854.

*Exemple.* Les diamètres des deux cercles concentriques étant AB = 10 et DG = 6, on demande l'aire de l'anneau formé par les deux cercles AEBA et BFGD.

	10	0,7854
	6	64
somme	16	31416
différ.	4	47424
	64	50,2656 aire de l'anneau.



PROBL. 16. *Mesures des grandes figures irrégulières.*

Divisez la figure en parties égales en largeur ; ajoutez ces parties ensemble, et divisez la somme par le nombre de ces parties, vous aurez la largeur moyenne, que vous multipliez par la longueur pour avoir l'aire de la figure.

*Exemple.* Les parties d'une figure irrégulière, au nombre de cinq, étant  $AD = 8, 1$ ,  $mP = 7, 4$ ,  $nQ = 9, 2$  ou  $10, 1$ ,  $BC = 8, 6$ , la longueur  $AB = 39$ , déterminer l'aire de cette figure.

$$\begin{array}{r}
 1,8 \\
 7,4 \\
 9,2 \\
 10,1 \\
 8,6 \\
 \hline
 \text{le } \frac{1}{5} \text{ de } 43,8 \\
 8,68 \\
 39 \\
 \hline
 7812 \\
 2604 \\
 \hline
 338,52 \text{ aire de la figure.}
 \end{array}$$

## MÉTHODE

### POUR TROUVER LA SURFACE ET LE VOLUME DES SOLIDES.

PROBL. 1 *Trouver le volume d'un cube.*

Cubez un de ses côtés, c'est-à-dire multipliez le côté par lui-même, et le produit par le même nombre.

*Exemple.* Un cube a 24 centimètres dans ses trois dimensions ; quel sera son volume ?

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 24 \\
 \hline
 96 \\
 48 \text{ } \\
 \hline
 576 \\
 24 \\
 \hline
 2304 \\
 1152 \\
 \hline
 13,324 \text{ centimètres cubes.}
 \end{array}$$

PROBL. 2. *Trouver le volume d'un parallépipède.*

Multipliez la longueur par la largeur, et ce produit par la hauteur ou profondeur.

*Exemple.* On veut connaître le volume d'un parallépipède dont la longueur AB est 6, la largeur AC = 2, et la hauteur BD = 3.

$$\begin{array}{r} 6 \\ 2 \\ \hline 12 \\ 3 \\ \hline 36 \text{ Rép.} \end{array}$$

PROBL. 3. *Trouver le volume d'un prisme quelconque.*

Multipliez l'aire de la base ou du sommet par la hauteur, et le produit donnera le volume de la figure. Cette règle s'applique aux prismes de toutes les formes, triangulaires, carrés, polygones, etc., ou ronds, comme le cylindre.

*Exemple.* Quel est le volume d'un prisme triangulaire dont la hauteur est 12, et dont chaque côté de la base équilatérale est 8 ?

Aire de la base  $28 \times 12$  la hauteur, = 336, volume du prisme.

PROBL. 4. *Trouver la surface d'un cylindre.*

Multipliez la circonférence par la hauteur du cylindre.

PROBL. 5. *Trouver la surface d'un cône droit.*

Multipliez la circonférence de la base par la longueur de l'arête ou côté du cône; la moitié du produit donnera la surface demandée.

*Exemple.* Si le diamètre de la base a 5 mètres et l'arête 18, quelle sera la surface de ce cône ?

$$\begin{array}{r} 3,1406 \\ 5 \\ \hline 15,7080 \text{ circonf.} \\ 18 \\ \hline 125664 \\ 15708 \\ \hline 282,744 (2) \\ \text{Rep. } 141,372 \text{ mètres.} \end{array}$$

PROBL. 6. *Trouver la surface d'un cône tronqué.*

Multipliez la somme des périmètres des deux extrémités par l'arête; la moitié de ce produit donnera la surface demandée.

*Exemple.* Si les circonférences des deux extrémités sont, l'une 12,5, et

l'autre 10,3, et que la longueur de l'arête soit 14, on demande la surface du cône tronqué.

$$\begin{array}{r}
 12,5 \\
 10,3 \\
 \hline
 22,8 \\
 14 \\
 \hline
 912 \\
 228 \\
 \hline
 319,2 \text{ dont la moitié} \\
 \text{est } 159,6, \text{ surface du cône tronqué.}
 \end{array}$$

PROBL. 7. *Trouver le volume d'un cône ou d'une pyramide quelconque.*  
 Multipliez l'aire de la base par la hauteur du solide; le tiers du produit donnera le volume cherché.

PROBL. 8. *Trouver le volume d'un cône tronqué ou d'une pyramide tronquée.*

*Règle.* Ajoutez ensemble l'aire de la base, l'aire de la surface supérieure et la moyenne proportionnelle entre ces deux aires; prenez le tiers de cette somme pour avoir l'aire moyenne, laquelle, étant multipliée par la hauteur, donnera le volume demandé. — Si c'est un cône, prenez le carré de chaque diamètre de la base et de la surface supérieure, et le produit de ces deux diamètres multipliés ensemble; ajoutez ces trois sommes ensemble, et multipliez cette nouvelle somme par 0,2618, pour avoir l'aire moyenne, que vous multipliez comme ci-dessus.

Ou bien, si l'on fait entrer dans le calcul les circonférences au lieu de leurs diamètres, le multiplicateur sera 0,02654.

*Exemple.* Quel est le volume d'un cône tronqué de 20 mètres de hauteur, et dont les diamètres des deux extrémités ont l'un 28 mètres et l'autre 20?

Aire de la base	615,79	28	28	20	
Aire de la surface sup.	314,16	28	20	20	
Moyenne proportionnelle	439,84	—	—	—	
		224	560	400	
le $\frac{1}{3}$ de	1369,79	56		560	
est	456,59	—		784	
		20	784	—	
	9131,80			1744	
				2618	
				13952	
				1744	
				10464	
				3488	
				456,5792	
				20	
				9131,5840	Rép.

PROBL. 8. *Trouver le volume d'un coin.*

À la longueur d'un coin ajoutez la longueur de la base, vous obtiendrez une somme que vous multipliez par la hauteur du coin et par la largeur de la base; le sixième de ce produit donnera le volume demandé.

*Exemple.* Quel est le volume d'un coin dont la hauteur  $AP = 14$ , le bord  $AB = 21$ , la longueur de sa base  $DE = 32$ , et sa largeur  $CD = 4\frac{1}{2}$ ?

$$\begin{array}{r}
 21 \\
 32 \\
 32 \\
 \hline
 85 \\
 \\
 14 \\
 4\frac{1}{2} \\
 \hline
 56 \\
 7 \\
 \hline
 63 \\
 85 \\
 \hline
 315 \\
 504
 \end{array}$$

le  $\frac{1}{6}$  de 5355  
est 892,5 volume du coin.

PROBL. 9. *Trouver le volume d'un tronc de prisme.*

*Définition.* Le prisme ne diffère de la pyramide tronquée que parce que les plans opposés qui le terminent ne sont pas semblables.

*Règle.* Faites la somme des aires des deux extrémités et de quatre fois le plan moyen qui leur est parallèle; le sixième de cette somme donnera l'aire moyenne, laquelle étant multipliée par la hauteur, donnera le volume.

*Note.* La longueur de la section moyenne est égale à la demi-somme des longueurs des deux extrémités, et sa largeur est égale à la demi-somme des largeurs des deux extrémités.

*Exemple.* Quel est le volume d'un tronc de prisme dont les extrémités sont rectangles, la longueur et la largeur de l'une étant 14 et 12, les côtés correspondants de l'autre étant 6 et 4, et la hauteur perpendiculaire  $30\frac{1}{2}$ ?

$$\begin{array}{r}
 14 \\
 12 \\
 \hline
 168 \\
 \\
 10 \\
 8 \\
 \hline
 80 \\
 4 \\
 \hline
 320 \\
 168 \\
 24 \\
 \hline
 512 \\
 \text{le } \frac{1}{6} \text{ de } 512 \\
 \text{est } 85\frac{1}{3} \text{ aire moyenne.} \\
 30\frac{1}{2} \text{ hauteur.} \\
 \hline
 2560 \\
 42\frac{2}{3} \\
 \hline
 2602,6 \text{ volume du tronc de prisme.}
 \end{array}$$

PROBL. 10. *Trouver la surface d'une sphère.*

Multipliez son diamètre par sa circonférence.

*Remarque.* On trouve de la même manière la surface d'une zone ou segment, en multipliant sa hauteur par toute la circonférence de la sphère.

*Exemple.* On demande la surface d'une sphère dont le diamètre ou l'axe est 24.

$$\begin{array}{r}
 3,1416 \\
 \underline{24 \text{ diam.}} \\
 125664 \\
 62832 \\
 \hline
 75,3984 \text{ circonf.} \\
 \underline{24} \\
 3015936 \\
 1507968 \\
 \hline
 1809,5616 \text{ Rep.}
 \end{array}$$

PROBL. 11. *Trouver le volume d'une sphère.*

Multipliez le cube de l'axe par 0,5236.

*Exemple.* On demande le volume d'une sphère dont l'axe est 12.

$$\begin{array}{r}
 12 \\
 \underline{12} \\
 144 \\
 \underline{12} \\
 1728 \\
 0,5236 \\
 \hline
 10368 \\
 5184 \\
 3456 \\
 8640 \\
 \hline
 904,7808 \text{ Rép.}
 \end{array}$$

PROBL. 12. *Trouver le volume d'un segment sphérique.*

A trois fois le rayon de la base ajoutez le carré de sa hauteur; puis multipliez la somme par la hauteur, et le produit par 0,5236.

*Exemple.* On demande le volume d'un segment sphérique dont la hauteur AB est 4 et le rayon de la base CD 8.

$$\begin{array}{r}
 8 \qquad \qquad 4 \qquad \qquad 0,5236 \\
 \underline{8} \qquad \qquad \underline{4} \qquad \qquad \underline{832} \\
 64 \qquad \qquad 16 \qquad \qquad 10472 \\
 \underline{3} \qquad \qquad \underline{192} \qquad \qquad \underline{15708} \\
 192 \qquad \qquad 208 \qquad \qquad 41888 \\
 \qquad \qquad \underline{4} \qquad \qquad \underline{\qquad} \\
 \qquad \qquad 832 \qquad \qquad 435,6352 \text{ Rep.}
 \end{array}$$

PROBL. 13. *Trouver le volume d'une zone sphérique.*

Ajoutez ensemble le carré du rayon de chaque extrémité et le tiers du carré de leur distance ou la hauteur; puis multipliez la somme par ladite hauteur, et encore le produit par 1,5708.

*Exemple.* Quel est le volume d'une zone dont le plus grand diamètre est 12, le plus petit 8, et la hauteur 10 ?

$$\begin{array}{r}
 6 \\
 \hline
 6 \\
 \hline
 36 \\
 \hline
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 4 \\
 \hline
 4 \\
 \hline
 16 \\
 \hline
 36 \\
 \hline
 33 \frac{1}{3} \\
 \hline
 85 \frac{1}{3} \\
 \hline
 1,5708 \\
 \hline
 78540 \\
 125664 \\
 \hline
 5236 \\
 \hline
 134,0416 \\
 \hline
 10 \\
 \hline
 1340,416 \text{ Rép.}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 10 \\
 \hline
 10 \\
 \hline
 100 \text{ dont le tiers} \\
 \hline
 33 \frac{1}{3} \text{ est}
 \end{array}$$

PROBL. 14. *Trouver la surface d'un fuseau circulaire.*

Multipliez la longueur AB du fuseau par le rayon OC de l'arc de révolution. Multipliez aussi ledit arc ABC par la distance OE, entre le centre du fuseau et le centre de l'arc de révolution. Retranchez le dernier produit du premier, et multipliez le reste par 6,2832 pour avoir la surface demandée.

*Remarque.* La même règle s'applique à tout segment ou zone coupée perpendiculairement à la corde de l'arc de révolution, en ne faisant usage que de la longueur particulière de la partie, et de la portion de l'arc qui le décrit, au lieu de la longueur entière et de l'arc entier.

*Exemple.* On demande la surface d'un fuseau circulaire dont la longueur AB est 40 et l'épaisseur CD 30.

Suivant les remarques consignées à la page 216.

$$\begin{aligned}
 \text{La corde } AC &= \sqrt{AE^2 \times CE^2} = \sqrt{20^2 \times 15^2} = 25 \\
 \text{et } 2CE : AC &:: AC : CO = \frac{2}{5} \frac{3}{6} 2 = 20 \frac{2}{6} \\
 \text{d'où } OE &= OC - CE = 20 \frac{2}{6} - 15 = 5 \frac{4}{6}
 \end{aligned}$$

De même, suivant le problème 10, deuxième règle, page 229.

$$\begin{array}{r}
 25AC \\
 \hline
 8 \\
 \hline
 200 \\
 \hline
 40AB \\
 \hline
 160 \text{ dont le tiers} \\
 \hline
 \text{est } 53 \frac{1}{3} \text{ arc } \underline{ABC}
 \end{array}$$

Alors, d'après notre règle,

$$\begin{array}{r}
 20 \frac{4}{6} \\
 \hline
 40 \\
 800 \\
 \hline
 33 \frac{1}{3} \\
 \hline
 833 \frac{1}{3} \\
 311 \frac{1}{9} \\
 \hline
 522 \frac{2}{9} \text{ ou } 522,2 \text{ ou } \frac{4700}{9}
 \end{array}$$

Ou, ce qui est la même chose,

$$\begin{array}{r}
 6,2832 \\
 \hline
 10444 \\
 15666 \\
 417777 \\
 1044444 \\
 31333333 \\
 \hline
 3281,2266 \text{ Rép.}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 6,2832 \\
 \hline
 4700 \\
 \hline
 439824 \\
 251328 \\
 \hline
 29531,04 \text{ dont le } 9^{\text{e}} \\
 \text{est } 3281,226 \text{ à peu près.}
 \end{array}$$

PROBL. 15. *Trouver le volume d'un fuseau circulaire.*

Multipliez la distance OE par la moitié de l'aire du segment de révolution ACBEA; retranchez le produit de la moitié du cube de EA, moitié de la longueur du fuseau, puis multipliez le reste par 12,5664 ou 4 fois 3,1416 pour avoir le volume entier.

*Exemple.* On demande le volume du fuseau circulaire dont la longueur AB est 40, et le diamètre moyen CD 30.

Au moyen du dernier problème,

$$\begin{array}{r}
 \text{nous avons OE} = 6 \frac{1}{2} \text{ le } 20 \text{ demi longueur} \\
 \text{et l'arc AC} = 26 \frac{2}{3} \text{ le } 20 \text{ du fuseau.} \\
 \text{et le rayon OC} = 20 \\
 \hline
 533 \frac{1}{3} \\
 22 \\
 \hline
 8000 \text{ dont le tiers} \\
 \hline
 \text{sect. OABC} = 555 \\
 \text{AE} \times \text{OE} = \text{OAB } 116 \frac{2}{3} \text{ est } 2666 \frac{2}{3} \\
 \hline
 \text{la demie de } 438 \frac{1}{3} \text{ est } 1280 \frac{2}{3} \\
 \hline
 \text{demi-segm. ACE } 219 \frac{1}{3} \\
 \text{OE } 5 \\
 \hline
 1097 \frac{2}{3} \\
 183 \\
 \hline
 1280 \frac{2}{3} \\
 \hline
 1386,44 \\
 4665,21 \\
 \hline
 138644 \\
 27739 \\
 6932 \\
 832 \\
 83 \\
 5 \\
 \hline
 17423,5 \text{ Rép.}
 \end{array}$$

PROBL. 16. *Trouver le volume de la zone moyenne d'un fuseau circulaire.*

Du carré de la demi-longueur du fuseau, prenez le tiers du carré de la demi-longueur de la zone moyenne, et multipliez le reste par la demi-longueur de la zone; multipliez la distance au centre par l'aire de révolution qui engendre la zone, moyenne; retranchez le dernier produit du premier; le reste étant multiplié par 6,2832 ou 2 fois 3,1416, donnera au produit le volume demandé.

*Exemple.* On demande le volume de la zone dont la longueur MN est 40, dont le plus grand diamètre FF' est 32, et le plus petit AD ou BC 24.

Faites	DG parallèle à $mn$ ,	
nous avons	$DG = \frac{1}{2} mn = 20$	
et	$EG = \frac{1}{3} EF - \frac{1}{3} AD = 4,$	
la corde	$DE^2 = DG^2 \times GE^2 = 416,$	
	416	
et	$DE^2 \times EG = \frac{416}{4} = 104$	diamètre du cercle générateur.
ou bien le rayon	$OE = 52$	
d'où	$OI = 52 - 16 = 36$	distance au centre,
et	$HI^2 = OH^2 - OI^2 = 52^2 - 36^2 = 1408,$	
	$\frac{1}{3} DG^2 = \frac{1}{3} \text{ de } 400 = \dots \dots 133 \frac{1}{3}$	
	<u>1274 <math>\frac{2}{3}</math></u>	
	DG .. .. 20	
	<u>25493 <math>\frac{1}{3}</math></u>	premier produit.
	$\frac{4}{104} \times \frac{1}{26} =$	
$GE \times OE$	$= \frac{4}{104} \times \frac{1}{26} = 0,03846$	sinus verse
son segment tab.	..	0,00994
mais $104^2 =$	..	<u>10816</u>
aire de segment DECGD		<u>107,51104</u>
$mD \times mn = 12 \times 40$		<u>480</u>
aire générateur $mDECn$		<u>587,51104</u>
OI		<u>36</u>
		<u>21150,39744</u>
		<u>25493,33333</u>
		<u>4342,93589</u>
		<u>2382,6</u>
		<u>260576</u>
		8686
		3474
		130
		9
		<u>27287,5</u>
		Rép.





PROBL. 19. *Trouver le volume d'un anneau cylindrique.*

Ajoutez le diamètre intérieur à l'épaisseur de l'anneau ; puis multipliez cette somme par le carré de l'épaisseur, et ce produit par 2,4674 ou par le quart du carré de 3,1416, et vous aurez le volume.

*Exemple.* Quel est le volume d'un anneau dont l'épaisseur est 2 et le diamètre intérieur 12 ?

12	2,4674
2	56
14	148044
4	123370
56	138,1744 Rép.

### RECETTES UTILES.

#### COMPOSITION DES MÉTAUX.

##### *Métal fusible.*

- N° 1.      120 grammes de bismuth,  
               75 grammes de plomb,  
               45 grammes d'étain.

Mettez le bismuth dans un creuset, et quand il est fondu, ajoutez-y le plomb et l'étain ; cela vous donnera un alliage fusible à la température de l'eau bouillante.

- N° 2.      30 grammes de zinc,  
               30 grammes de bismuth,  
               30 grammes de plomb.

Cet alliage est tellement fusible qu'il reste en état de fusion quand on le tient sur une feuille de papier au-dessus de la flamme d'une chandelle ou d'une lampe.

- N° 3.      3 parties de plomb,  
               2 parties d'étain,  
               5 parties de bismuth,

forment un alliage fusible à 197° du thermomètre de Farenheit ; on s'en sert particulièrement pour prendre l'empreinte des pierres, des cachets, etc. Il faut, en faisant des empreintes avec cet alliage, comme avec tout autre, employer la matière fondue au plus bas degré de chaleur possible ; autrement, l'eau adhérente aux objets dont on veut avoir l'empreinte formerait vapeur et produirait des soufflures ; il faut verser le métal fondu dans une tasse à thé,

et le laisser refroidir jusqu'à ce qu'il soit prêt à prendre sur les bords; c'est alors qu'on le verse dans le moule. Quand on veut prendre l'empreinte de pierres gravées, de cachets, etc., il faut mettre l'alliage sur du papier ou du carton, et le remuer jusqu'à ce qu'il ait acquis, en refroidissant, la consistance d'une pâte; c'est le moment d'y appliquer le dé, la pierre ou le cachet, et le moyen d'avoir une empreinte très nette.

*Métal de Bath.*

C'est un mélange de 135 grammes de zinc,  
avec 480 grammes de bronze.  
Le bronze est composé de

3 kilogrammes de cuivre,  
et 1 kilogramme de zinc.

Le bronze que l'on fond en feuilles, pour faire des casseroles, des chaudières et du fil de laiton, doit être composé, au lieu de zinc pur, de

56 kilogrammes de calamine très fine, ou mine de zinc.  
34 de cuivre.

Le vieux cuivre qui a été souvent au feu, étant mêlé avec du cuivre et de la calamine, rend le cuivre beaucoup plus ductile et plus propre à faire du fil fin qu'il ne le serait sans cela; le cuivre d'Allemagne, surtout celui de Nuremberg, quand il est passé à la filière, est reconnu supérieur à celui qu'on fait en Angleterre pour les cordes d'instruments.

*Similar.*

N° 1. 150 grammes de cuivre pur,  
30 grammes de zinc.

Il ne faut mettre le zinc que lorsque le cuivre est en fusion. Quelques personnes n'y mettent que la moitié de cette quantité de zinc; l'alliage fait dans cette proportion se travaille plus facilement, pour la bijouterie surtout.

N° 2. 30 grammes de bronze,  
60 grammes de cuivre,

fondus ensemble sous un lit de poussière de charbon.

*Métal du Prince-Robert.*

N° 1. 90 grammes de cuivre,  
30 grammes de zinc,

## LE MÉCANICIEN ANGLAIS.

ou bien

240 grammes de bronze,  
30 grammes de zinc.N° 2. 30 grammes de cuivre,  
60 grammes de zinc.

Dans cette dernière recette, il faut que le cuivre soit fondu avant d'y ajouter le zinc; quand ils sont combinés ou mêlés, il en résulte un alliage très beau et très utile, qu'on appelle métal du Prince-Robert.

*Métal de cloche.*N° 1. 6 parties de cuivre,  
2 parties d'étain.

Ces proportions sont celles que l'on a généralement adoptées pour les cloches en Europe et en Chine : la combinaison est si complète dans l'union des deux métaux que la gravité spécifique de l'alliage est plus grande que celle des deux métaux quand ils sont séparés l'un de l'autre.

N° 2. 10 parties de cuivre,  
2 parties d'étain.

Il est à remarquer en général qu'on met une quantité moindre d'étain pour les cloches d'église que pour les cloches d'horloge, de même qu'on ajoute aussi fort peu de zinc pour les timbres des montres à répétition et autres petites cloches.

*Tutania, ou métal blanc anglais.*N° 1. 120 grammes de bronze en *plaque*,  
120 grammes d'étain. Y ajouter, quand il est en fusion,  
120 grammes de bismuth,  
120 grammes de régule d'antimoine.

On ajoute cette composition à l'étain fondu, jusqu'à ce qu'il ait acquis le degré de dureté et la couleur nécessaires.

N° 2. Faites fondre ensemble :  
1 kilogramme de bronze en *plaque*,  
1 kilogramme d'étain,  
1 kilogramme de bismuth,  
1 kilogramme de régule d'antimoine,  
1 kilogramme de mélange de cuivre et d'arsenic, par cémentation ou par fusion.

Voici la composition à ajouter à volonté à l'étain fondu :

- N° 3. 480 grammes de cuivre,  
480 grammes d'étain,  
960 grammes de régule d'antimoine avec ou sans un peu de bismuth.
- N° 4. 240 grammes de bronze,  
480 grammes de régule d'antimoine.  
4,80 kilogrammes d'étain.

*Tutania allemand (métal blanc).*

4 grammes de cuivre,  
32 grammes de régule d'antimoine,  
420 grammes d'étain.

*Tutania espagnol (métal blanc).*

- N° 1. 240 grammes débris de fer ou d'acier,  
480 grammes d'antimoine,  
90 grammes de nitre.

Le fer et l'acier doivent être chauffés au blanc, et l'antimoine et le nitre ajoutés en petite quantité. Faites fondre et durcir 480 grammes d'étain avec 60 grammes de cette composition.

- N° 2. Faites fondre ensemble :  
120 grammes d'antimoine,  
30 grammes d'arsenic,  
960 grammes d'étain.

On ferait avec le premier de ces alliages espagnols un très beau métal si on y ajoutait de l'arsenic.

*Engestrum tutania.*

4 parties de cuivre,  
8 parties de régule d'antimoine,  
1 partie de bismuth,

qui, ajoutées à 100 parties d'étain, formeront cette composition toute prête à être employée.

*Métal de la reine.*

- N° 1. 3 kilogrammes d'étain,  
1 kilogramme de bismuth,  
1 kilogramme d'antimoine,  
1 kilogramme de plomb.

On se sert de cet alliage pour faire des théières et autres vases destinés à imiter l'argent. Il conserve son éclat jusqu'à la fin.

- N° 2. 50 kilogrammes d'étain,  
4 kilogr. de régule d'antimoine,  
500 grammes de bismuth,  
2 kilogrammes de cuivre.

*Métal blanc.*

- N° 1. 320 grammes de plomb,  
180 grammes de bismuth,  
8 grammes de régule d'antimoine.
- N° 2. 960 grammes de régule d'antimoine,  
240 grammes de bronze,  
300 grammes d'étain.

*Métal blanc dur commun.*

- 480 grammes de bronze,  
45 grammes de zinc,  
15 grammes d'étain.

*Tombac ou similar.*

- 8 kilogrammes de cuivre,  
500 grammes d'étain,  
500 grammes de zinc.

*Similar rouge.*

- 5 kilog. et demi de cuivre,  
1 demi-kilog. de zinc.

Il faut faire fondre le cuivre dans le creuset avant d'y ajouter le zinc : cet alliage est rougeâtre, et il a plus d'éclat et dure plus longtemps que le cuivre.

*Similor blanc:*

Du cuivre  
et de l'arsenic,

mis ensemble dans un creuset et fondus, en couvrant la surface de muriate de soude, pour empêcher l'oxidation, forment un alliage blanc cassant.

*Métal à canon.*

N° 1. 112 kilog. de bronze de Bristol,  
14 kilog. de zinc,  
7 kilog. d'étain fin.

N° 2. 9 parties de cuivre,  
1 partie d'étain.

Ces deux compositions sont celles dont on se sert dans la fonderie des canons de bronze, des pierriers, etc.

*Cuivre blanchi.*

240 grammes de cuivre et  
15 de sel neutre d'arsenic, fondus ensemble avec un *flux* composé de borax calciné, de poussière de charbon et de verre en poudre fine.

*Miroirs de télescopes.*

7 kilog. de cuivre, à quoi il faut ajouter, lorsqu'il est fondu,  
3 kilog. de zinc,  
4 kilog. d'étain.

Ces métaux formeront, en se combinant, un superbe alliage d'un éclat fort riche et d'un jaune pâle, propre à servir de miroir pour les télescopes. M. Mudge n'employa que du cuivre et de l'*étain en grain* dans la proportion de 960 grammes sur 435.

*Métal de Kustitien pour étamage.*

A 480 grammes de fer malléable chauffé au blanc, ajoutez  
150 grammes de régule d'antimoine,  
et 11 kilog. 520 d'étain de Banca, le plus pur.

Cet alliage se polit sans la teinte bleue, et est dégagé de plomb et d'arsenic.

*Métal pour les clefs de flûtes.*

120 grammes de plomb  
 et 60 d'antimoine,

fondus dans un creuset et mis en barres, forment un alliage extrêmement dur et éclatant. Les facteurs d'instruments l'emploient (lorsqu'il a été tourné exprès) pour faire des clefs servant à boucher les trous de la flûte ou de la clarinette.

*Caractères d'imprimerie.*

10 kilog. de plomb  
 et 2 kilog. d'antimoine.

Il faut jeter l'antimoine dans le creuset lorsque le plomb est en fusion; l'antimoine durcit le plomb, sans quoi les caractères seraient bientôt hors de service. On compose souvent ce métal avec une certaine quantité de plomb, de cuivre, de bronze et d'antimoine. Chaque fondeur a sa manière; de sorte qu'il serait impossible d'avoir la même composition dans plusieurs fonderies différentes; chacun vante la supériorité de son mélange.

*Petits caractères et planches stéréotypes.*

N° 1. 9 kilog. de plomb. Y ajouter, étant fondu,  
 2 kilog. d'antimoine  
 et 1 kilog. de bismuth.

Cet alliage se dilate en refroidissant; c'est pourquoi il convient parfaitement pour faire les petits caractères d'imprimerie (surtout quand on en moule beaucoup à la fois pour faire les planches stéréotypes), parce qu'alors tout le moule étant exactement rempli d'alliage, les lettres n'ont aucune imperfection.

N° 2. 8 parties de plomb,  
 2 parties d'antimoine  
 et 1 huitième d'étain.

Pour faire les planches stéréotypes, on verse sur le caractère ou page du plâtre ayant la consistance du mortier, et à l'aide d'un pinceau on remplit les intervalles qu'il y a entre les caractères. Deux minutes après toute la masse se durcit au point de ne faire plus qu'un seul tout solide; ce tout, qui doit servir de matrice à la planche stéréotype, se met au four où une forte chaleur en retire toute l'humidité. Les moules étant préparés, on les met, suivant leur grandeur, dans des pots plats en fonte qu'on recouvre d'un autre morceau



de fonte percé à chaque extrémité pour recevoir la composition métallique destinée à former les planches stéréotypes. Après cela on attache les pots plats en fonte dans une grue qui les transporte au bain métallique, ou pot à fondre, dans lequel on les plonge, et on les y laisse séjourner longtemps, jusqu'à ce que tous les pores et toutes les crevasses du moule soient bien remplis. Quand cette opération est faite, on retire les pots du bain, en faisant tourner la grue, et on les place au-dessus d'un baquet d'eau pour les faire refroidir; quand ils sont froids, on retire le tout, on en détache le plâtre à coups de marteau, on les lave, et les planches sont préparées.

*Alliages métalliques pour prendre l'empreinte des gravures sur cuivre.*

On a fait nouvellement une découverte très importante qui promet d'être extrêmement utile pour les beaux-arts; il existe aujourd'hui de très beaux spécimens de planches métalliques d'une composition particulière, connues sous le nom de *gravures fondues*. Cette invention consiste à prendre l'empreinte de toute espèce de gravures, au trait ou à l'aquatinte, et à verser sur cette empreinte ou moule un alliage fondu susceptible de prendre l'impression la plus fine. Les avantages de cette invention sont incalculables, si on l'applique aux gravures d'un prompt débit et dont il faut un très grand nombre. Ce procédé dispense de retoucher la planche, chose qui occasionne de grands frais dans tous les ouvrages qui s'écoulent rapidement. Aussitôt qu'une fonte est usée, on s'en procure de suite une nouvelle sur la planche originale, de sorte que chaque impression est une épreuve; on peut donc, par ce moyen, multiplier à l'infini les ouvrages des plus célèbres artistes pour l'instruction de la postérité, et procurer des jouissances aux amis des beaux-arts.

*Étain commun.*

3 kilog. 360 grammes d'étain.  
480 grammes de plomb,  
180 grammes de cuivre,  
et 60 grammes de zinc.

Il faut que le cuivre soit fondu avant d'y mettre les autres substances; cette combinaison de métaux formera un alliage extrêmement dur, solide et éclatant.

*Étain de première qualité.*

100 parties d'étain,  
17 parties de régule d'antimoine.

*Étain dur.*

5 kilog. 760 grammes d'étain,  
480 grammes de régule d'antimoine,  
120 grammes de cuivre.

*Soudure commune.*

1 kilog. de plomb  
et 500 grammes d'étain.

Il faut que le plomb soit fondu avant d'y ajouter l'étain. Cet alliage, fondu avec un fer chaud et mis sur du fer-blanc avec de la résine en poudre, forme une soudure; il sert aussi à joindre les tuyaux de plomb, etc.

*Soudure douce.*

1 kilogramme d'étain,  
500 grammes de plomb.

*Soudure pour les joints d'acier.*

19 grammes d'argent fin,  
1 gramme de cuivre,  
2 grammes de bronze.

fondus ensemble sous un lit de poussière de charbon. Cette soudure a plusieurs avantages sur la soudure de zinc ordinaire, ou sur celle de cuivre, quand on l'emploie à souder l'acier fondu, etc., parce qu'elle se fond avec une chaleur moindre, et que sa blancheur a un plus joli coup d'œil que le bronze.

*Soudure pour les bijoutiers.*

19 grammes d'argent fin,  
1 gramme de cuivre,  
10 grammes de bronze.

*Soudure d'argent pour le plaqué.*

38 grammes de bronze,  
32 grammes d'argent pur.

*Soudure d'or.*

12 grammes d'or pur,  
2 grammes d'argent pur  
et 4 grammes de cuivre.

*Soudure de bronze pour le fer.*

Il faut faire fondre entre les pièces qu'on veut joindre des feuilles minces de bronze ; si l'ouvrage est très fin, comme par exemple deux feuilles d'une scie cassée qu'on veut brazer ensemble, il faut le couvrir de borax pulvérisé imbibé d'eau pour qu'il s'incorpore avec la poudre de bronze qu'on y ajoute ; ensuite mettre la pièce au feu, sans toucher le charbon, et la chauffer jusqu'à ce qu'on voie le bronze couler en liquide.

*Bronze.*

7 kilogrammes de cuivre pur,  
3 kilogrammes de zinc,  
et 2 kilogrammes d'étain.

Il faut que le cuivre soit fondu avant d'ajouter les ingrédients. Ces métaux, mêlés ensemble, forment ce bronze impérissable consacré dans les temps anciens et modernes aux bustes et aux statues des héros et des grands hommes, ainsi qu'aux médailles.

*Composition des anciennes statues.*

S'il faut en croire Pline le naturaliste, le métal dont se servaient les Romains pour leurs statues et pour les planches sur lesquelles ils gravaient des inscriptions était composé de cette manière : ils faisaient fondre d'abord une certaine quantité de cuivre, dans laquelle ils faisaient entrer un tiers de son poids en cuivre vieux ; ce qui s'est pratiqué fort longtemps ; pour chaque 100 kilog. de ce mélange ils mettaient 12 kilog. d'un alliage composé de parties égales de plomb et d'étain.

*Platine de Mock.*

Faites fondre ensemble :  
240 grammes de bronze,  
et 150 grammes de zinc.

*Alliage ductile de l'or avec le platine.*

30 grammes d'or pur,  
et 2 grammes de platine.

Le platine ne doit y être ajouté que lorsque l'or est parfaitement fondu. Les deux métaux se combineront intimement, formant un alliage un peu plus blanc que l'or pur, mais d'une ductilité et d'une élasticité étonnantes; il est également moins périssable que l'or pur ou l'or de bijoutier, et cependant il se fond plus facilement que ce métal.

Ce sont toutes ces qualités qui rendent cet alliage fort intéressant pour les ouvriers sur métaux; il est très précieux aussi pour les *ressorts* où l'on ne peut pas se servir d'acier.

L'alliage de l'or et du platine présente cette circonstance assez curieuse qu'il est soluble dans l'acide nitrique, qui ne peut dissoudre ni l'un ni l'autre de ces métaux séparément. Il est à remarquer aussi que la couleur de l'alliage se rapproche beaucoup de celle du platine, quand même il y aurait onze parties d'or sur une de platine.

*Or de bague.*

Grammes  
23,58 de cuivre espagnol,  
12,32 d'argent fin,  
et 49,71 d'or monnayé.

*Or de 45 à 50 francs les 28 grammes.*

275 grammes de cuivre espagnol,  
38 grammes d'argent fin,  
et 31 grammes d'or monnayé.

*Or de Manheim ou similor.*

100 grammes de cuivre,  
14 grammes de bronze,  
et 1 gramme d'étain pur.

*Dorure.*

4 parties de cuivre,  
1 partie de vieux bronze de Bristol,  
et 70 grammes d'étain pour chaque 80 grammes de cuivre.

*Pour la bijouterie commune.*

3 parties de cuivre,  
 1 partie de vieux bronze de Bristol,  
 25 grammes d'étain pour chaque 100 grammes de cuivre.

Si cet alliage doit passer au poli fin, il faut omettre l'étain, et y substituer un mélange de plomb et d'antimoine. On rend le métal à polir plus pâle, en réduisant le cuivre à deux parties ou à une seule.

*Métal jaune à tremper.*

N° 1. 2 parties de bronze.  
 1 partie de cuivre avec un peu de vieux cuivre de Bristol.  
 10 grammes d'étain pour chaque 640 grammes de cuivre.

Cet alliage est presque de la couleur de l'or monnayé. Le bronze de Cheadle est très foncé, et donne au métal une couleur verdâtre. Le vieux bronze de Bristol est d'un jaune pâle.

N° 2. 480 grammes de cuivre,  
 et 150 grammes de zinc.

Lorsqu'au lieu d'étain on emploie de l'antimoine, il faut en mettre en moindre quantité, ou bien le métal sera cassant.

*Imitation d'argent.*

21 grammes d'étain,  
 et 448 grammes de cuivre,

feront un métal de cloche pâle qui finira presque comme l'argent mennayé.

## MANIÈRE DE PRÉPARER LE CLINQUANT.

Le *clinquant* est une plaque mince ou feuille de métal qu'on met sous les pierres; son effet est d'augmenter le brillant ou le jeu des pierres; ou bien, pour parler plus généralement, il sert à fortifier la couleur des pierres naturelles ou artificielles en leur donnant une teinte plus foncée.

On peut faire du clinquant en cuivre ou en étain; on a quelquefois employé de l'argent mêlé avec de l'or, suivant les besoins; mais on peut se dispenser de l'un et de l'autre, parce que le cuivre produit le même effet.

*Préparer du cuivre pour le clinquant.*

Quand on veut avoir du clinquant coloré, c'est du cuivre qui convient le mieux; voici comment on peut le préparer pour cela :

Prenez des plaques de cuivre battues à une juste épaisseur; faites-les passer entre deux cylindres d'acier fin, très serrés, et réduisez-les en lames aussi minces que possible; polissez-les avec du blanc très fin jusqu'à ce qu'elles brillent le plus qu'il est possible; dans cet état elles seront prêtes à recevoir la couleur.

*Blanchir le clinquant.*

Il faut blanchir le clinquant dans le cas où la terre jaune, ou plutôt la couleur orange nuirait à l'effet, comme cela arrive pour le violet ou le rouge cramoisi; voici comment se fait cette opération :

Prenez une petite quantité d'argent, et la faites dissoudre dans l'eau-forte; ensuite mettez des morceaux de cuivre dans la solution, et précipitez l'argent; cela fait, il faut enlever le liquide, ajouter de l'eau fraîche pour enlever tout ce qui pourrait en rester; après quoi faites sécher l'argent et le broyez avec un poids égal de crème de tartre et de sel marin, jusqu'à ce que le tout soit réduit en poudre très fine; après avoir légèrement humecté le clinquant avec ce mélange, frottez-le avec le doigt ou un morceau de chiffon jusqu'à ce qu'il ait la blancheur désirée; si ce moyen ne suffit pas, il faut rafraîchir le poli.

On ne se sert des feuilles d'étain que dans le cas des pierres sans couleurs où le vif-argent est nécessaire; et on les lamine au moyen des mêmes cylindres, mais elles n'ont pas besoin d'être polies davantage.

*Clinquant pour les cristaux, les pierres, les pâtes servant à donner l'éclat et l'effet du diamant.*

La manière de préparer le clinquant pour donner aux pierres sans couleurs le plus d'éclat et d'effet est de donner à la surface un poli tel qu'il fasse l'effet d'un miroir, effet que le vif-argent seul peut rendre parfait, étant appliqué comme on l'applique aux miroirs. Voici le meilleur moyen d'exécution :

Prenez des feuilles d'étain, préparées comme pour argenter les glaces, et coupez-les en petits morceaux de grandeur convenable, pour couvrir la surface des pierres que l'on veut enchâsser; mettez-en trois l'une sur l'autre, et, après avoir humecté le dedans de l'orbite avec de l'eau de gomme et l'avoir laissé sécher pour qu'elle reste encore un peu gluante, introduisez-y les trois morceaux des feuilles placées l'une sur l'autre, et adaptez-les sur la surface aussi également que possible; cela fait, chauffez l'orbite, et le rempissez de vif-argent que vous y laisserez pendant trois ou quatre minutes, et que vous verserez ensuite très doucement; puis il faudra placer la pierre

dans l'orbite et l'y fixer, ayant soin qu'elle entre assez librement pour ne pas enlever l'étain et le vif-argent. Il faut que la monture joigne étroitement la pierre, afin que l'étain et le vif-argent dont l'orbite est revêtu ne puissent pas se détacher.

L'éclat des pierres montées de cette manière dure plus longtemps que lorsqu'elles sont montées suivant la manière ordinaire, parce que, la cavité de l'orbite qui les enveloppe étant bien remplie, l'humidité si nuisible à la durée des pierres n'y pénètre pas.

Cette espèce de clinquant donne de l'éclat au verre ou aux autres matières diaphane qui n'en ont pas par elles-mêmes; mais aux pierres ou aux pâtes qui en ont un peu, elle leur donne un feu des plus brillants.

#### *Colorer le clinquant.*

Il y a deux moyens de colorer le clinquant : l'un en donnant à la surface du cuivre la couleur voulue en faisant usage de fumée, l'autre en la peignant avec quelque substance colorante.

On peut délayer les couleurs destinées à peindre le clinquant dans l'huile, dans de l'eau rendue visqueuse par la gomme arabique, ou du vernis. L'huile convient mieux quand on veut des couleurs foncées, parce que certains *fards* y deviennent transparents, comme la laque et le bleu de Prusse; le jaune et le vert s'étendent mieux dans le vernis; le vert-de-gris distillé donne le plus beau vert qu'il soit possible; mais il est sujet à perdre sa couleur et à noircir avec l'huile : ordinairement cependant toutes les couleurs peuvent être fixées avec de la colle de poisson. sans beaucoup de peine, de la même manière que les couleurs au vernis qu'on emploie pour la miniature.

#### *Couleur de rubis.*

Pour le rouge imitant le rubis, on emploie un peu de laque mêlée dans de la colle de poisson, du carmin, ou du vernis, si le verre ou la pâte est d'un cramoisi foncé tirant sur le violet; mais si le verre tire sur l'écarlate ou orange, on peut se contenter de ne mettre dans l'huile que de la laque bien brillante qui ne soit pas violette.

#### *Grenat.*

Pour le rouge grenat, on peut employer le sang-de-dragon dissous dans du vernis; et pour le grenat couleur vinaigre, la laque orange délayée avec du vernis est excellente.

#### *Améthyste.*

Pour l'améthyste, de la laque avec un peu de bleu de Prusse employés à l'huile, et étendus légèrement sur le clinquant, font un effet parfait.

*Bleu.*

Pour le bleu, quand on veut qu'il soit foncé ou bien qu'il joue l'effet du saphir, on mêle du bleu de Prusse, qui ne soit pas trop foncé, dans de l'huile, et l'on en étend sur le clinquant une couche plus ou moins légère suivant que l'on veut avoir une couleur plus claire ou plus foncée.

*Algue-marine.*

Pour l'algue-marine, du vert-de-gris ordinaire, avec un peu de bleu de Prusse délayé dans du vernis.

*Jaune.*

Quand c'est un gros jaune que l'on veut, on peut colorer le clinquant avec un vernis jaune, préparé comme pour autre chose ; pour les topazes plus légères en couleur, le brunissage et le clinquant lui-même seront assez forts sans y rien ajouter.

*Vert.*

Pour le gros vert, il faut employer les cristaux de vert-de-gris délayés dans du vernis ; mais pour imiter l'émeraude, il faut y ajouter un peu de vernis jaune, pour en faire un vert plus clair et ayant moins d'analogie avec le bleu.

*Autres couleurs.*

Avec du verre blanc, ou une pâte transparente, même sans clinquant, on peut imiter très bien, et presque sans frais, les pierreries de couleur claire, telle que l'améthyste, la topaze, le grenat couleur vinaigre et l'algue-marine : le moyen consiste à délayer les couleurs dont il est question avec de la térébenthine et du mastic, et à peindre avec ce mélange la châsse dans laquelle on veut mettre la fausse pierre, toutefois après avoir chauffé préalablement l'orbite et la pierre elle-même ; dans ce cas il faudrait placer la pierre de suite, et refermer sur elle l'orbite qui la contient, avant que la peinture se refroidisse et se durcisse. La laque orange dont il a été parlé plus haut fut inventée exprès pour cela ; elle fait un très bel effet ; la couleur qu'elle donne est celle du grenat-vinaigre, qu'elle rend avec une vérité étonnante. Les couleurs que nous avons signalées comme devant être employées à l'huile doivent être extrêmement bien broyées dans de l'huile de térébenthine, et délayées avec de la vieille huile de noix ou de pavots, ou bien avec de l'huile de graisse, si on peut lui donner le temps de sécher ; cette huile, mêlée avec de l'esprit de térébenthine, acquiert d'elle-même un beau poli.



Les couleurs employées au vernis doivent être également bien broyées et mêlées ; il faut chauffer le clinquant avant de l'employer. Il faut étendre tous les mélanges sur le clinquant avec un pinceau mou très large qu'on fait aller d'une extrémité à l'autre, de manière à ne pas repasser deux fois au même endroit, du moins jusqu'à ce que la première couche soit sèche ; c'est alors qu'on en donne une seconde, si la couleur n'est pas assez épaisse.

#### MANIÈRE DE DORER, ARGENTER ET ÉTAMER.

##### *Poudre d'or pour dorer.*

La poudre d'or peut se préparer de trois manières différentes ;

1<sup>re</sup>. — On met dans un mortier de terre des feuilles d'or avec un peu de miel, ou de l'eau de gomme épaisse, et l'on broie ce mélange jusqu'à ce que l'or soit réduit en parcelles extrêmement fines ; ce'a fait, on fait disparaître avec un peu d'eau chaude le miel ou la gomme ; et il ne reste que l'or réduit en poudre.

2<sup>e</sup>. — Faites dissoudre l'or pur (ou la feuille d'or) dans de l'eau régale ; puis précipitez-le par un morceau de cuivre, ou par une solution de sulfate de fer : le précipité doit être digéré dans du vinaigre distillé, puis lavé (en versant de l'eau dessus plusieurs fois), et séché. Ce précipité deviendra une poudre très fine : il prend mieux et se brunit plus facilement que l'or en feuille broyé avec du miel suivant la manière précitée.

3<sup>e</sup>. — La meilleure méthode pour préparer la poudre d'or est de faire chauffer un amalgame préparé d'or dans un creuset ouvert, et d'augmenter continuellement la chaleur jusqu'à ce que tout le mercure soit volatilisé, sans cesser de le remuer en même temps avec une baguette de verre : lorsque le mercure s'est tout à fait séparé de l'or, il faut piler dans un mortier la poudre qui reste, avec un peu d'eau, et ensuite la faire sécher.

Dans cette dernière manière d'opérer, l'ouvrier ne saurait trop se mettre en garde contre le danger inhérent à la sublimation du mercure : il est impossible d'opérer sans danger d'après la manière qui vient d'être indiquée ; il vaut donc mieux la préparer suivant les premières manières que de risquer sa santé en se servant de la dernière.

##### *Couvrir des barres de cuivre, etc., avec de l'or ou plaqué d'or.*

Cette manière de dorer a été inventée par M. Turner, de Birmingham ; il commence d'abord par préparer des lingots ou morceaux de cuivre ou de bronze de longueur et grosseur égales ; il en ôte toutes les impuretés, unit bien leurs surfaces, et prépare des planches d'or pur ou d'or mêlé avec une dose d'alliage, de la même grosseur que les lingots de métal et d'une convenable épaisseur. Après avoir mis un morceau d'or sur un lingot destiné à être plaqué, il frappe dessus les deux à la fois à coups de marteau, pour qu'ils aient leurs surfaces unies l'un à l'autre autant que possible ; puis il les lie en-

semble avec du fil de fer, pour les maintenir dans la même position pendant l'opération. Après cela il prend de la limaille d'argent, qu'il mêle avec du borax, pour faciliter la fusion de l'argent; il met ce mélange sur le bord de la plaque d'or joignant le lingot de métal; les deux corps ainsi préparés, il les met sur le feu dans un fourneau, et les y laisse jusqu'à ce que l'argent et le borax qui sont sur le bord des métaux soient fondus, et jusqu'à ce qu'il y ait adhésion parfaite entre l'or et le métal: alors il retire soigneusement le lingot du fourneau. Au moyen de cette opération le lingot se trouve plaqué d'or tout prêt à être laminé en feuilles.

#### *Dorer en couleur.*

Les principales couleurs d'or pour dorer sont le rouge, le vert et le jaune, qu'on doit avoir en amalgames séparés. Ce qui doit rester de la couleur première doit être *recouvert* avec une composition de chaux et de glu; et en dorant les parties découvertes avec l'amalgame nécessaire à la manière ordinaire, on établit la variété telle qu'on la veut.

Quelquefois on applique l'amalgame sur la surface à dorer, sans *vif-argent*, en l'étendant avec de l'eau-forte.

#### *Dorure grecque.*

On fait dissoudre des parties égales de sel ammoniac et de sublimé corrosif dans de l'acide nitrique et dans une solution d'or. On l'étend sur l'argent avec un pinceau, ce qui le fait noircir, mais, en l'exposant à un feu ardent, il reprend la couleur d'or.

#### *Faire dissoudre de l'or dans l'eau de régale.*

Prenez une eau régale composée de deux parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide muriatique, ou bien d'une partie de sel ammoniac et de quatre parties d'eau-forte; faites granuler l'or, mettez-le dans une quantité suffisante de ce mélange, et l'exposez à un degré de chaleur modéré. Pendant la solution, il s'opère une effervescence, et il prend une belle couleur jaune qui se prononce de plus en plus, jusqu'à ce qu'il ait acquis la couleur d'or et même la couleur orange. Quand la solution est saturée elle est très claire et transparente.

#### *Dorer le fer ou l'acier avec une solution d'or.*

Faites une solution de 240 grammes de nitre et de sel commun avec 150 d'alun dans une quantité suffisante d'eau; faites dissoudre 15 grammes d'or en feuilles coupé très mince, et ensuite faites évaporer l'eau jusqu'à ce qu'il

devienne à sec ; digérez le résidu dans l'esprit de vin rectifié ou de l'éther, ce qui absorbera l'or tout à fait. On étend cette solution sur le fer avec un pinceau, et cette opération suffit pour le dorer.

*Dorer en faisant dissoudre l'or dans de l'eau-forte.*

On trempe des chiffons de toile fine dans une solution saturée d'or ; on les fait sécher lentement, puis on les brûle. Il faut que l'objet que l'on veut dorer soit bien poli ; on trempe un morceau de linge d'abord dans une solution de sel ordinaire et d'eau, et ensuite dans la solution d'or ; on frotte bien la surface du métal à dorer, et l'or paraît dans tout son éclat métallique.

*Amalgame d'or.*

On met une certaine quantité de vif-argent dans un creuset, ou une cuiller de fer garnie de terre en dedans, qu'on expose au feu jusqu'à ce qu'il commence à fumer. L'or à mêler doit être granulé d'avance, et chauffé jusqu'à ce qu'il devienne rouge ; c'est le moment d'y ajouter le vif-argent, et de le remuer avec une baguette de fer jusqu'à ce qu'il soit totalement dissous. S'il y avait du mercure de trop, on pourrait le retirer en le passant à travers un cuir doux très propre ; l'amalgame qui restera aura la consistance du beurre, et contiendra à peu près trois parties de mercure pour une d'or.

*Dorer par amalgame.*

On nettoie bien, avant tout, la surface du métal à dorer en le faisant bouillir dans une légère solution d'acide nitrique ; on verse une certaine quantité d'eau-forte dans un vase de terre, et on y met du vif-argent. Quand il y a suffisamment de mercure dissous, on met les objets à dorer dans cette solution, et on les frotte avec un pinceau jusqu'à ce qu'ils deviennent blancs. De cette manière il s'élève continuellement une vapeur nuisible qui altère la santé des ouvriers : on a adopté une autre méthode, qui est sans danger pour eux. Ils font dissoudre le vif-argent dans une bouteille contenant de l'eau-forte, et laissent la solution s'opérer en plein air, de sorte que la vapeur nuisible se disperse dans l'air. On verse un peu de cette solution dans un bassin, et avec un pinceau trempé dedans ils la répandent sur le métal à dorer : aussitôt on applique l'amalgame par une des deux méthodes suivantes :

La première, en le proportionnant à la quantité des objets à dorer, et en les mettant dans un chapeau blanc, les frottant avec un pinceau mou jusqu'à ce que l'amalgame soit uniformément répandu partout ;

La seconde, en appliquant une portion de l'amalgame sur une partie, et l'étendant sur la surface, si elle est plate, avec un pinceau plus dur.

L'ouvrage ainsi préparé se met dans une chaudière placée sur un feu très doux ; on passe sur la surface un gros pinceau de peintre, pour prévenir la

volatilisation irrégulière du mercure; quand tout le vif-argent est volatilisé par la fréquente répétition des chaudes, et que l'or est attaché à la surface du métal, on nettoie bien cette surface dorée avec un pinceau en laiton; les artistes rehaussent ensuite la couleur de l'or en y appliquant diverses compositions.

*Dorer sur verre et sur porcelaine.*

On dore quelquefois le bord des verres à boire; ce genre de dorure se fait avec le secours d'un vernis ou de la chaleur. On prépare le vernis en faisant dissoudre dans de l'huile de lin bouillante un poids égal de copal et d'ambre; on le délaie avec une quantité convenable d'huile de térébenthine, et on le fait assez clair pour n'en mettre qu'une très légère couche sur les places du verre qu'on veut dorer; cela fait, et vingt-quatre heures après, on met le verre dans un four. On le fait chauffer jusqu'à ce qu'il brûle les doigts en le touchant. Lorsqu'il est à cette température, le vernis devient gluant, et, en y appliquant un morceau de feuille d'or, il s'attache de suite. On enlève ce qui est de trop de la feuille. Et quand il est refroidi, on peut le brunir, en ayant soin de placer entre l'or et le brunissoir un morceau de papier joseph. Quand le vernis est très bon, c'est le meilleur moyen de dorer le verre, parce que l'or s'applique bien plus également que de toute autre manière.

N° 2. Il arrive souvent, quand le vernis n'a pas assez de force, qu'après avoir lavé plusieurs fois le verre ainsi doré, la dorure est enlevée en partie; c'est pour cela qu'on a quelquefois recours à l'action du feu.

A cet effet, on mélange un peu de poudre d'or avec du borax, et on l'applique en cet état à la surface du verre, au moyen d'un pinceau en poil de chameau. Quand la couche est tout à fait sèche, on met le verre dans un fourneau chauffé de manière à fixer la mixtion: la gomme se consume par l'effet de la chaleur, et le borax en se vitrifiant cimente l'or avec une grande ténacité, et l'incorpore au verre; il ne reste plus qu'à le brunir. On fixe la dorure sur la porcelaine de la même manière, au moyen de la chaleur et à l'aide du borax; la pâte de la porcelaine, n'étant ni transparente, ni sujette à s'amollir et à s'altérer dans sa forme par une chaleur d'un degré modéré, quoique assez forte pour la rougir, ne court pas le risque de se déformer comme le verre, qui se ramollit plus facilement. On peut recouvrir la porcelaine et d'autres substances avec du platine, les argenter, les étamer et les bronzer de la même manière.

*Manière de dorer le cuir.*

Afin d'imprimer des caractères, des lettres et d'autres marques en or sur le cuir, comme sur les couvertures de livres, sur les supports de portes, etc., il faut d'abord saupoudrer le cuir avec de la poudre de résine très fine. Les instruments en fer qui portent les empreintes, et qui sont appelés *fers*, sont placés sur un chenet devant un feu clair, de manière à être bien chauffés sans rougir.

Si les outils sont des empreintes de lettres, on les range par ordre alphabétique. Il faut essayer chaque caractère ou chaque empreinte, pour connaître son degré de chaleur, en imprimant sa marque sur un morceau de cuir de rebut. Un peu de pratique apprendra à l'ouvrier à juger de la chaleur. On applique ensuite l'instrument par le bas sur la feuille d'or, qui sera coupée en forme de dent, et qui montrera la figure dont elle aura reçu l'impression : on procédera ensuite à une nouvelle empreinte, et on la marquera de la même manière, en continuant ainsi pour le reste de l'opération, en ayant soin de maintenir les lettres sur une même ligne, comme dans l'impression ordinaire; par ce moyen la résine se fond, et conséquemment l'or adhère au cuir; on enlève ensuite la superficie de l'or en le frottant avec un drap, et les caractères dorés restent imprégnés sur le cuir. Il faut de l'adresse dans cette opération comme dans toute autre, et on l'acquiert par la pratique. Il faut que le drap dont nous venons de parler soit un peu graissé, pour retenir l'or qu'on enlève par le frottement (autrement on ferait en peu de temps une grande perte); de cette manière le drap sera bientôt complètement chargé d'or. Quand il en est besoin, on vend ces draps au raffineur, qui les brûle et en retire l'or. Quelques-uns, quand on les brûle, donnent assez d'or pour produire une valeur d'un à deux napoléons.

*Caractères en or, dessins, etc., sur papier ou sur parchemin.*

On dore de trois manières les caractères écrits sur vélin ou sur parchemin. La première consiste à mêler de la colle avec de l'encre; après quoi on écrit les caractères comme à l'ordinaire. Quand ils sont secs, on leur donne un certain degré de viscosité en soufflant dessus; on applique aussitôt la feuille d'or, et, par une petite pression, on la fait adhérer avec un degré suffisant de solidité. La seconde manière consiste à mêler un peu de blanc de plomb ou de chaux avec de la colle-forte; quand cette mixtion est presque sèche, on peut appliquer la feuille d'or et la brunir ensuite. La dernière manière consiste à mêler un peu de poudre d'or avec de la colle, et à former les caractères par le moyen d'une brosse. On présume que les moines se servaient de cette dernière méthode pour enluminer leurs bréviaires et leurs psautiers.

*Manière de dorer les tranches de papier.*

On dore les tranches des livres et du papier à lettres, lorsqu'ils sont dans une position horizontale dans la presse du relieur, en appliquant d'abord une composition formée de quatre parties de bol d'Arménie et d'une partie de sucre candi, mêlées ensemble dans de l'eau jusqu'à ce que cette composition acquière la consistance convenable; après quoi on l'applique au moyen d'une brosse avec du blanc d'œuf. Quand cette couche est presque sèche, on l'unit au moyen du brunissoir, qui consiste ordinairement dans un morceau recourbé d'agate très unie et adaptée à un manche; on l'humecte légèrement au moyen d'une éponge que l'on trempe dans de l'eau claire, et que l'on comprime avec

la main ; on prend avec un morceau de coton la feuille d'or qu'on enlève de dessus le coussin en cuir, et qu'on applique sur la surface humide ; on brunit ensuite l'empreinte en passant l'agate plusieurs fois d'un bout à l'autre, en ayant soin de ne pas endommager la surface avec la pointe du brunissoir ; on met ordinairement un morceau de soie ou de papier des Indes entre l'or et le brunissoir. Les relieurs se servent ordinairement d'un tissu de coton pour enlever la feuille de dessus le coussin, en raison de sa flexibilité, et parce que ces tissus sont unis, doux et légèrement humides.

*Manière de dorer la soie, le satin, l'ivoire, etc., au moyen du gaz hydrogène.*

N° 1. Plongez une pièce de satin blanc, de soie, ou un morceau d'ivoire dans une solution d'or, composée d'une partie d'eau régale sur trois d'eau distillée. Pendant que la substance que l'on veut dorer est encore humide, plongez-la dans un vase plein de gaz hydrogène sulfuré ; elle sera bientôt recouverte d'une couche d'or complète.

N° 2. On peut varier avec beaucoup d'art et d'avantage la méthode précédente de la manière suivante :

Peignez avec un pinceau très fin de poil de chameau, plongé dans la susdite solution d'or, des fleurs ou d'autres ornements sur des morceaux de soie, de satin, etc., etc., et tenez-les sur un flacon dont émane le gaz hydrogène sulfuré durant la décomposition de l'eau par l'acide sulfurique et par la limaille de fer : les fleurs peintes, etc., prendront en peu de minutes l'éclat de l'or le plus pur. Une couche de ce genre ne se ternira ni à l'air ni en lavant l'étoffe.

*Dorure du bois au moyen de l'huile.*

On recouvre d'abord le bois au moyen de deux ou trois couches d'huile de graine de lin bouillante, dans laquelle on a dissous du carbonate de plomb, afin de remplir les pores du bois et les défauts occasionnés sur la surface par les veines du bois. Quand la préparation est entièrement sèche, on applique une légère couche de colle d'or. On la prépare en broyant ensemble un peu d'oxide rouge de plomb avec de l'huile siccative la plus épaisse et la plus ancienne qu'on puisse se procurer, afin qu'elle opère sans obstacle. On la mêle avant de s'en servir avec un peu d'huile de térébenthine, jusqu'à ce qu'elle ait acquis le degré de consistance convenable. Si la colle d'or est bonne, elle séchera suffisamment dans l'espace d'environ douze heures, plus ou moins, et l'artiste pourra passer à la dernière partie de l'opération, qui consiste dans l'application de l'or. A cet effet, on étend une feuille d'or sur un coussin ; ce coussin est formé par quelques morceaux de flanelle pliés l'un sur l'autre, et adaptés à un morceau de bois d'environ vingt centimètres carrés, recouverts par une couverture en cuir. On coupe la feuille en bandes de la longueur voulue, au moyen d'un couteau plat sans tranchant ; on prend chaque bande au bout d'une brosse fine, et on l'applique à l'endroit que l'on veut dorer ;

après quoi on la comprime doucement au moyen d'une balle de coton unie et douce ; l'or adhère aussitôt à la surface de la colle visqueuse, et au bout de quelques minutes, au moyen d'une brosse à longs poils de chameau, on enlève les parties d'or non adhérentes sans endommager le reste. En un jour ou deux la colle est entièrement sèche, et l'opération est terminée.

Cette manière de dorer a l'avantage d'être très simple, très solide, et le changement de temps n'a pas beaucoup d'influence sur cette dorure, même lorsqu'elle est exposée au grand air ; quand elle se salit, on peut la nettoyer au moyen d'un peu d'eau chaude et d'une brosse douce. On s'en sert principalement dans les ouvrages extérieurs. Elle a le désavantage de ne pas pouvoir être brunie, et par conséquent de ne pas avoir tout le lustre que produit la méthode suivante.

#### *Dorure par le brunissoir.*

On s'en sert principalement pour les cadres de tableaux, pour les moulures et les ouvrages en stuc. On couvre soigneusement la surface que l'on veut dorer de colle forte, que l'on obtient en faisant bouillir du cuir blanc ou des rognures de parchemin jusqu'à ce que le tout soit réduit en une gelée ferme ; cette couche une fois sèche, on en applique huit à dix de plus composées de la même colle mêlée avec du plâtre fin ou de la chaux éteinte ; après qu'on a ainsi appliqué un nombre suffisant de couches, qui varie selon la nature de l'ouvrage, et que le tout est bien sec, on applique une dernière couche d'une épaisseur modérée, composée de colle et d'oxide jaune de plomb ; cette couche étant encore humide, on pose la feuille d'or de la manière ordinaire ; elle adhère aussitôt en la comprimant avec une balle de coton, et, avant que la colle ait eu le temps de sécher entièrement, on brunit soigneusement les parties que l'on veut rendre plus brillantes au moyen d'une agate ou d'une dent de chien adaptée à un manche.

Afin de diminuer le travail du brunissage, on se contente souvent de brunir légèrement les parties brillantes, et d'amortir les autres en passant dessus une brosse trempée dans la colle ; mais ce procédé est désavantageux. On obtient en effet, de cette manière, le contraste nécessaire entre l'or poli et l'or non poli ; mais l'effet de cette opération est de beaucoup inférieur à celui que l'on obtient en s'y prenant régulièrement, et la plus petite goutte d'eau qui tombe sur la partie enduite de colle fait des taches. On ne peut donc se servir de ce genre de dorure que pour l'intérieur, attendu que la pluie et même un fort degré d'humidité suffisent pour l'endommager. Quand cette dorure se salit, on peut la nettoyer au moyen d'esprit de vin chauffé ou d'huile de térébenthine.

#### *Dorure au moyen de l'amalgame.*

Plongez un morceau de cuivre luisant et bien net dans une solution de nitrate de mercure ; au moyen de l'affinité du cuivre pour l'acide nitrique le mercure se précipitera : répandez alors l'amalgame d'or en parties très

minces sur la couche de mercure qui vient d'être appliquée au cuivre ; cette couche s'unit à l'amalgame, mais elle reste adhérente au cuivre. Placez le morceau ou les morceaux qui viennent de subir cette opération dans un four ou sur un fourneau. Si la chaleur est un peu au-dessus de 66 degrés, le mercure de l'amalgame sera volatilisé, et le cuivre se trouvera doré avec une grande perfection.

Dans cette méthode de dorer, les fourneaux sont faits de manière que le mercure se condense de nouveau, et qu'on le conserve pour d'autres usages, en sorte qu'on ne perd rien dans cette opération. On a aussi inventé une méthode pour empêcher que les parties volatiles du mercure ne puissent nuire aux doreurs.

*Dorure sur acier.*

Versez un peu de solution d'or avec de l'éther dans un verre à vin, et trempez-y la lame d'un canif neuf, d'une lancette ou d'un rasoir ; retirez l'instrument et laissez l'éther s'évaporer ; on verra que la lame est couverte d'une belle couche d'or. On peut également se servir d'un chiffon sec ou d'un morceau d'éponge bien sèche, que l'on trempe dans l'éther, et dont on se sert pour recouvrir la lame d'une couche de dissolution d'or.

Dans ce cas on n'a pas besoin de verser le liquide dans un verre, ce qui lui fait perdre de sa force par l'évaporation ; mais on peut humecter soit le chiffon, soit l'éponge, en les appliquant au gouleau de la fiole d'éther. Cette couche d'or demeure adhérente à l'acier pendant très longtemps, et en empêche la rouille.

C'est de cette manière qu'on orne les épées et les autres instruments de coutellerie. On dore aussi les lancettes de cette manière, et on obtient par là l'avantage précieux de les préserver de la rouille.

*Rehausser la couleur de l'or jaune.*

On prend 180 grammes de salpêtre,  
60 grammes de coupe rose,  
30 grammes de vitriol blanc,  
et 30 grammes d'alun.

Si on veut lui donner une teinte plus rouge, on y ajoute une petite quantité de vitriol bleu. On mêle le tout ensemble, et on le dissout dans l'eau à mesure qu'on veut se servir de cette teinte.

*Rehausser la couleur de l'or vert.*

Prenez 29 grammes de salpêtre,  
28,6 grammes de sel ammoniac,  
28,6 grammes de vitriol romain,  
et 1,1 gramme de vert-de-gris.



Mélez le tout ensemble, et faites-en dissoudre une portion dans l'eau, quand vous voudrez en faire usage.

On plonge le corps que l'on veut dorer dans ces compositions auxquelles on fait subir le degré de chaleur nécessaire pour les brûler ; puis on le trempe dans de l'eau ou du vinaigre.

*Rehausser ou vivifier la couleur de l'or rouge.*

Ajoutez à 120 grammes de cire jaune fondue,  
 45 grammes d'ocre rouge en poudre fine,  
 45 grammes de vert-de-gris calciné jusqu'à ce qu'il ne fume plus,  
 15 grammes de borax calciné.

Il est nécessaire de calciner le vert-de-gris ; autrement la chaleur qu'on applique, en brûlant la cire, fait tellement concentrer le vinaigre que la surface en est rongée et qu'elle forme des écailles.

*Séparer l'or du cuivre et de l'argent doré.*

Appliquez sur la surface dorée, au moyen d'une brosse fine, une solution de borax dans de l'eau, et saupoudrez-la avec de la poudre de soufre bien fine ; faites rougir la pièce, et trempez-la dans l'eau ; on peut aisément enlever l'or avec une brosse forte, et on peut le reproduire au moyen de l'épreuve du plomb.

On enlève l'or qui recouvre la surface de l'argent en mettant dessus une pâte faite de sel ammoniac en poudre avec de l'eau-forte, et en la faisant chauffer jusqu'à ce qu'elle fume et soit presque sèche ; on peut alors séparer l'or en le frottant avec une brosse forte.

*Manière d'argenter au moyen du feu.*

N° 1. Faites dissoudre 32 grammes d'argent pur dans l'eau-forte, et précipitez-le avec du sel commun ; ajoutez-y 256 grammes de sel ammoniac, de vitriol blanc, et 8 grammes de sublimé.

N° 2. Faites dissoudre 32 grammes d'argent pur dans l'eau-forte, précipitez-le avec du sel commun ; ajoutez-y, après avoir lavé, 192 grammes de sel commun, 96 grammes de vitriol blanc, et 8 grammes de sublimé.

Broyez ensemble ces différentes substances sur une pierre fine au moyen d'une molette, et formez-en une pâte ; frottez alors la substance que l'on veut argenter avec une quantité suffisante de la pâte, et exposez-la à un degré convenable de chaleur. Quand l'argent coule, ôtez-la du feu, et plongez-la dans de l'esprit de sel d'une force médiocre, afin de nettoyer la pièce que vous voulez argenter.

*Argenter de la dorure par amalgame.*

L'argent ne s'attache à aucun métal, à moins qu'il ne soit d'abord doré. C'est

le même procédé que pour la dorure en couleur, seulement avec la différence qu'on ne fait pas usage d'acide.

*Manière d'argenter à froid.*

- N° 1. Prenez 3,6 grammes de tartre,  
 3,6 grammes de sel commun,  
 0,6 grammes d'alun et  
 30,0 grammes d'argent précipité de l'acide nitrique par le moyen du cuivre.

Formez-en une pâte au moyen d'un peu d'eau, et frottez la surface que vous voulez argenter avec un morceau de liège, etc.

N° 2. Faites dissoudre de l'argent pur dans l'eau-forte, et précipitez l'argent avec du sel commun; faites une pâte de ce précipité en y ajoutant une dose de plus de sel et de crème de tartre. On se sert de cette pâte de la manière que l'on vient d'indiquer.

*Manière d'argenter des lingots de cuivre.*

La principale difficulté pour parvenir à argenter les lingots de cuivre, c'est de mettre en même temps les surfaces du cuivre et de l'argent en fusion, et d'empêcher le cuivre de s'écailler. La surface du cuivre sur laquelle on doit fixer l'argent doit être aplanie avec la lime; on lui laisse cependant une certaine rudesse. On commence par donner à l'argent le degré de chaleur nécessaire, et ensuite on l'assaisonne d'un esprit de sel faible; on l'aplanit, et ensuite on le gratte sur la surface que l'on doit adapter au cuivre. Ces surfaces ainsi préparées sont enduites d'une solution de borax; puis on les met en contact l'une avec l'autre au moyen d'un fil de métal qui les lie ensemble. Quand on leur a fait subir un degré de chaleur suffisant, la fusion les fait fondre ensemble, et ils s'unissent fermement ensemble en refroidissant.

On peut aussi plaquer le cuivre en argent en le faisant chauffer et en appliquant dessus une feuille d'argent, que l'on fait brunir ensuite. On se sert du même procédé avec le fer et le laiton. On appelle ce procédé le plaqué français.

*Manière de séparer l'argent du cuivre plaqué.*

On emploie ce procédé pour séparer l'argent du métal plaqué, lorsqu'on en a recouvert la surface des boutons, des colifichets, etc.; ce qui s'opère sans altérer une portion considérable de cuivre: à cet effet on compose une liqueur de mille cinq cents grammes d'huile de vitriol, quinze grammes de nitre et cinq cents grammes d'eau; on fait bouillir dedans le métal plaqué, jusqu'à ce que l'argent soit dissous; après quoi on en retire l'argent en jetant du sel ordinaire dans la solution.

*Plaquer le fer.*

On peut plaquer le fer en argent de trois manières différentes.

Premièrement, en polissant la surface et la rendant très nette et très unie au moyen d'un brunissoir; en lui faisant ensuite subir une chaleur rouge blanc; après quoi on y applique une feuille d'argent, et on la brunit avec soin. On répète cette opération jusqu'à ce qu'on ait donné à l'argent l'épaisseur convenable, au moyen d'un certain nombre de feuilles qu'on applique l'une sur l'autre.

Secondement, en se servant de la soude; on place des couches minces de soudure entre le fer et l'argent, avec un peu de *flux*, et on lie l'un à l'autre par un fil de métal; on place ensuite le tout dans un feu clair, que l'on continue jusqu'à ce que la soudure se fonde; après quoi on le retire, et l'adhésion s'opère d'une manière solide en refroidissant.

Troisièmement, on commence par étamer le fer, et l'on joint l'argent au moyen de bandes d'étain roulées, que l'on met dans une douce fusion au moyen d'une chaleur modérée.

#### *Étamer le cuivre et le laiton.*

Faites bouillir 2,70 kilogrammes de crème de tartre dans dix-huit litres d'eau, et 3,60 kilogrammes de grains d'étain ou de raclures d'étain. Lorsque les matériaux ont suffisamment bouillis, on met dans cette mixtion la substance qu'on veut étamer, et l'on continue à faire bouillir jusqu'à ce que l'étain se précipite sous la forme métallique.

#### *Étamer le fer et les vaisseaux en cuivre.*

Le fer que l'on veut étamer doit d'abord être trempé dans des matières acides, telles que du petit-lait sûr, de la lotion de distillateur, etc.; puis on l'écure, et on le plonge dans de l'étain fondu, après l'avoir d'abord frotté d'une solution de sel ammoniac. On empêche la surface de l'étain de se couvrir d'oxide en la garantissant par une couche de graisse. On doit nettoyer avec soin la chaudière dans laquelle on fait fondre l'étain; on en met une quantité suffisante avec du sel ammoniac, et on le fait fondre; puis on remue la solution autour du vaisseau en cuivre, on y ajoute quelquefois un peu de résine. Le sel ammoniac empêche le cuivre de s'écailler, et fait fixer l'étain partout où il touche. On a dernièrement proposé d'employer le zinc au lieu de l'étain, afin d'éviter les suites fâcheuses que l'on a à tort attribuées à l'étain.

#### *Manière de préparer l'arbuste d'argent.*

Versez dans un globe de verre ou dans un flacon six grammes de nitrate d'argent; faites-le dissoudre dans un litre d'eau distillée; ensuite versez dedans six grammes de mercure: l'argent sera précipité en peu de temps, et formera un arbre d'un travail singulier, de la plus belle forme, et qui ressemblera à la végétation réelle. On a généralement donné à cette production le nom d'arbre de Diane (*arbor Dianæ*).

#### *Préparation de l'arbre d'étain.*

Versez comme précédemment de l'eau distillée dans le même vase ou dans

un vase de même forme que celui dont vous vous êtes servi dans la dernière opération ; ajoutez-y quatre à cinq grammes de muriate d'étain et dix gouttes d'acide nitrique ; remuez le vaisseau jusqu'à l'entière dissolution du sel ; remplacez le zinc, qui doit être nettoyé s'il a servi à l'opération précédente, et mettez le tout de côté, pour qu'il précipite sans être troublé : dans quelques heures l'effet sera semblable au précédent ; seulement l'arbre d'étain aura plus de lustre. C'est une chose singulière que de voir dans ces expériences les lames sortir comme du néant ; il paraît que cet effet est produit par l'action galvanique des métaux et de l'eau.

*Préparation de l'arbre de plomb.*

Mettez quinze grammes de suracétate de plomb dans un globe de verre, ou dans une fiole que vous remplirez d'eau distillée ; ajoutez-y dix gouttes d'acide nitrique, et remuez bien cette mixtion. Préparez une baguette de zinc au moyen d'un marteau et d'une lime, en sorte que cette baguette ait six millimètres d'épaisseur, et vingt-cinq millimètres de longueur ; formez-y aussi des entailles de chaque côté pour y attacher un fil auquel elle doit être suspendue, et liez le fil de manière que le nœud se trouve en haut quand le métal est suspendu verticalement. Après avoir ainsi lié la baguette, passez les deux bouts du fil au travers d'un trou pratiqué dans un bouchon de liège, et faites-les attacher de nouveau sur une petite baguette de bois qui puisse passer entre les bouts du fil et le bouchon. Disposez l'attache de manière que la longueur entre le bouchon et le zinc soit telle que le zinc se trouve à distance égale du fond et du haut du vase quand on le plonge dedans. Tout étant ainsi préparé, mettez le vase dans un endroit où on ne puisse le déranger, et introduisez en même temps le zinc adapté dans le bouchon de liège. Le métal sera bientôt couvert par le plomb, que la solution fait précipiter, et cela continuera jusqu'à ce que le tout soit précipité sur le zinc, qui prendra la forme d'un sabre ou d'un arbuste dont les branches et les feuilles sont des lames ou des plaques ayant l'éclat métallique.

*Moiré sur les métaux ou fer-blanc moiré.*

Cet article d'invention parisienne, dont on se sert beaucoup pour couvrir les pièces de quincaillerie auxquelles on veut donner une certaine élégance : les nécessaires, les télescopes, les verres d'opéra ou lorgnettes, etc., etc., se prépare de la manière suivante :

Versez de l'acide sulfurique dans la proportion d'une à sept ou neuf parties d'eau ; plongez dedans une éponge ou un morceau de chiffon, et lavez-en la surface de l'étain ; cela donnera sur le-champ l'apparence d'une cristallisation qu'on appelle moiré.

Mais on ne peut cependant obtenir aisément cet effet sur toute sorte de feuilles d'étain ; car si la feuille d'étain a été trop endurcie par le marteau ou le rouleau, le moiré ne se développe pas avant que la feuille soit chauffée de manière à ce qu'il se forme dessus le commencement d'une fusion ; alors seulement l'acide aura son effet, et produira le moiré. Presque tous les acides

pourront remplacer l'acide sulfurique, et l'on dit que l'acide citrique, dissous dans une quantité d'eau suffisante, a plus d'effet que tout autre.

On peut perfectionner beaucoup le moiré en se servant d'un soufflet, afin de former de petites taches très belles sur la surface de l'étain avant d'y appliquer l'acide.

Après avoir formé le moiré, on vernit la plaque et on la polit; on donne au vernis à volonté la couleur rouge, vert, jaune et gris de perle. C'est de cette manière que l'on fait les moirés de ces sortes de couleurs.

#### *La feuille de plomb chinoise.*

Cette opération est faite par deux hommes; l'un est assis par terre et a une grande pierre plate devant lui; il a en outre une pierre plate mobile à côté de lui: son compagnon de travail est auprès de lui avec un creuset rempli de plomb fondu, et, après qu'il en a versé une certaine quantité sur la pierre, l'autre lève la pierre mobile, et la renverse sur l'autre, ce qui forme une plaque de plomb plate et mince qu'il ôte aussitôt de la pierre. On verse aussitôt une autre quantité de plomb, et on forme de nouveau une feuille de plomb semblable; ce procédé a lieu avec une rapidité singulière: on coupe ensuite les bords des feuilles, et on les fond ensemble pour en faire usage. M. Waddell s'est servi avec beaucoup de succès de ce procédé, pour former des plaques de zinc qu'il emploie à des opérations galvaniques.

#### *Étamer les glaces.*

On pose sur une table en pierre une feuille d'étain, et on verse dessus du mercure, que l'on frotte doucement avec un pied de lièvre; il fait bientôt partie de l'étain, qui devient très-luisant, ou, comme disent les ouvriers, vif-argenté; on glisse ensuite légèrement une glace sur la feuille d'étain, de manière à ce qu'elle enlève la partie de vif argent qui ne s'est pas incorporée à l'étain; après quoi, pour faire adhérer la feuille d'étain à la glace, on y place des plombs, et en peu de temps la feuille d'étain vif-argentée adhère assez fermement à la glace pour qu'on puisse retirer les poids sans courir le risque qu'elle se détache. Si le verre que l'on étame est un miroir commun, il suffit d'environ soixante grammes de mercure pour couvrir quatre décimètres carrés de verre.

Le succès de cette opération dépend beaucoup de la netteté du verre; la moindre ordure ou poussière sur sa surface empêcherait l'adhésion de l'amalgame ou de l'alliage.

#### *Métal fusible pour argenter les globes de verre.*

N° 1. Le plomb et l'étain doivent d'abord être versés dans la cuiller, et fondus aussitôt; après quoi on y ajoute le bismuth; écumez la mixtion, et avant qu'elle ne repose, ajoutez-y du vif argent; remuez le tout soigneusement, en prenant garde de ne pas respirer au-dessus, attendu que la fumée

du mercure est très nuisible; versez cette mixtion par un tuyau en terre, et faites-la tourner tout autour plusieurs fois.

N° 1 — 30 grammes de plomb pur  
30 grammes d'étain de 1<sup>re</sup> qualité,  
30 grammes de bismuth  
et 30 grammes de vif argent.

N° 2 — 2 parties de mercure ;  
1 partie d'étain,  
1 partie de plomb  
et 1 partie de bismuth.

N° 3 — 120 grammes de vif argent de feuille d'étain.

La quantité de feuille d'étain que l'on ajoute doit être proportionnée de manière à rester fluide quand on la mêle; si le globe est net et chaud, vous injecterez le vif argent au moyen d'un tuyau qui s'adapte à l'ouverture, et vous le tournerez jusqu'à ce que l'opération soit terminée: vous ferez écouler le reste, et vous suspendrez le globe.

#### *Laquer.*

*Laque pour le cuivre.* 170 grammes de laque en grains;  
56 grammes d'ambre ou de copal broyé sur le porphyre;  
2,5 grammes de sang-de-dragon;  
2 grammes d'extrait de bois rouge de sandal, qu'on obtient en le faisant tremper dans l'eau;

1,4 grammes de safran oriental;

112 grammes de verre broyé et 1120 grammes d'alcool très pur.

Pour appliquer ce vernis à des ornements en cuivre, exposez-les à une chaleur douce, et plongez-les dans le vernis. On peut, s'il est nécessaire, en appliquer de cette manière deux à trois couches. Ce vernis est durable, et a une superbe couleur: on peut vernir de cette manière toutes sortes d'objets et les nettoyer avec de l'eau et un morceau de chiffon sec.

#### *Laque pour les instruments de physique.*

Ce laque ou ce vernis est destiné à changer ou à modifier la couleur des corps auxquels on l'applique.

21 grammes de gommegutte,  
56 grammes de gomme de sandaraque,  
56 grammes de gomme élémi,  
28 grammes de sang-de-dragon de la meilleure qualité,  
28 grammes de laque en grains,  
21 grammes de terramérita,  
0,12 grammes de safran oriental,  
84 grammes de verre broyé et 560 grammes d'alcool pur.

La teinture de safran et de terramérita s'obtient en laissant infuser l'un et l'autre dans l'alcool pendant vingt-quatre heures, et en les exposant l'éché à la chaleur du soleil. La teinture doit être passée au travers d'un morceau de toile bien nette et fortement pressée : on verse cette teinture sur le sang-de-dragon, sur la gomme élémi, sur la laque en grains, sur la gomme-gutte, le tout broyé et mêlé ensemble avec le verre. On fait ensuite le vernis selon la méthode que nous venons d'indiquer.

On peut s'en servir avec beaucoup d'avantages pour les instruments de physique, comme aussi pour toutes sortes d'articles de fonte et de moulure qui servent à l'ornement des meubles.

Lorsque le sang-de-dragon est de première qualité, il donne une couleur trop vive ; dans ce cas, il faut en diminuer la dose à volonté, ainsi que celle des autres matières qui servent à colorer.

C'est avec un vernis semblable que les artistes de Genève donnent une couleur d'orange aux petits clous qu'ils emploient pour les boîtes de montres qui servent d'ornement ; mais ils tiennent leur procédé très secret. On pourrait aisément communiquer à cette mixtion une superbe couleur brillante ; mais ils préfèrent la couleur orange, qu'ils se procurent au moyen de certaine composition dont la préparation n'a pas de rapport à celle du vernis, et que l'on a imitée avec succès par des mélanges salins, dans lesquels l'orpiment est le principal ingrédient. On chauffe les clous avant de les tremper dans le vernis, et on les étend ensuite sur des feuilles de papier sec.

*Laque couleur d'or pour les boîtes de montres en cuivre, les clefs de montres, etc.*

170 grammes de laque en grains,  
 56 grammes d'ambre,  
 56 grammes de gomme-gutte,  
 84 grammes d'extrait de bois de sandal rouge dans de l'eau,  
 4 grammes de sang-de-dragon,  
 2,4 grammes de safran oriental,  
 112 grammes de verre broyé  
 et 1020 grammes d'alcool pur.

Broyez l'ambre, la laque en grains, la gomme-gutte et le sang-de-dragon, sur un morceau de porphyre ; puis mêlez-les avec le verre broyé et ajoutez-y l'alcool, après y avoir mêlé une infusion de safran et l'extrait du bois de sandal. Il faut achever ce vernis comme auparavant. On chauffe les pièces que l'on veut enduire de ce vernis, et ensuite on les plonge par paquets dans la composition. On peut varier la teinte du vernis en modifiant la dose des substances qui serviront à donner la couleur.

*Laque d'une qualité moins siccativ.*

112 grammes de laque en grains,  
 112 grammes de sandaraque ou de mastic,  
 14 grammes de sang-de-dragon,  
 2,4 grammes de terramérita,

2,4 grammes de gommegutte,  
 140 grammes de verre pilé,  
 56 grammes de térébenthine clarifiée,  
 900 grammes d'essence de térébenthine.

Faites extraire par infusion la teinture des substances colorantes, et ajoutez ensuite les corps résineux selon la méthode indiquée pour le vernis à mastic.

On appelle ces sortes de laque ou vernis, laques changeants, par la raison que quand on les applique aux métaux tels que cuivre, laiton ou fer blanc martelé, ou enfin à des boîtes en bois et à d'autres meubles, ils leur communiquent une couleur très agréable; et de plus ces derniers, par leur contact avec les métaux ordinaires, acquièrent un lustre qui approche de celui des métaux précieux, et par conséquent un bien plus grand prix soit par leur valeur intrinsèque, soit par suite des règles de la mode. C'est au moyen de ces vernis changeants que les artistes peuvent communiquer aux feuilles de cuivre et d'argent ces couleurs changeantes que l'on observe dans les feuilles. Cette branche d'industrie est de la plus grande utilité pour les manufactures de boutons et d'ouvrages formés avec ces sortes de feuilles, qui, dans les mains des bijoutiers, contribuent avec tant de succès à produire cette réflexion de lumière qui double le brillant et l'éclat des étincelles des pierres précieuses.

C'est à ce genre de vernis que nous devons la confection du cuivre doré.

Enfin, c'est par l'effet d'une teinte étrangère obtenue au moyen du safran, que les écailles disséminées en confection d'hyacinthe réfléchissent une superbe couleur d'or.

Les couleurs transmises par diverses substances colorantes demandent des tons convenables aux objets auxquels on les destine. L'artiste a le pouvoir de les varier à volonté en ajoutant l'annatto au mélange de sang-de-dragon, de safran, etc., ou en faisant quelques changements dans la dose des ingrédients que l'on emploie à fabriquer les couleurs. Il est donc impossible de rien fixer, ni de rien déterminer à cet égard.

*Faire une laque de diverses teintes.*

Dissolvez 120 grammes de gommegutte dans  
 960 grammes d'essence de térébenthine,  
 30 grammes d'annatto et 120 grammes de sang-de-dragon  
 dans des doses d'essence séparée.

On peut aisément faire ces sortes d'infusion au soleil. Après quinze jours d'exposition, versez une certaine quantité de ces liqueurs dans une bouteille, et vous obtiendrez diverses nuances selon que vous varierez les doses.

On peut se servir de ces infusions pour faire des vernis changeants au moyen de l'alcool; mais dans ce cas, en se servant du vernis ou du bois de sandal rouge, on parviendra bientôt à imiter la couleur choisie en ajoutant d'autres teintures.

*Bronzer des figures en plâtre.*

Prenez, pour le fond, après l'avoir bien lavé et frotté au bleu de Prusse, du vert et del'ocre d'un beau choix; broyez-les séparément dans de l'eau, dans



de la térébenthine ou dans de l'huile, selon la nature de l'ouvrage ; puis mêlez-les ensemble, afin d'obtenir la teinte que vous désirez ; mêlez ensuite du métal hollandais broyé dans cette composition, et au moyen d'un pinceau mettez une couche de cette composition sur les parties saillantes des figures, ce qui produit un très bon effet.

*Brunir le canon d'une arme à feu.*

Lorsque le bois d'une arme à feu est confectionné, on le frotte avec de l'eau-forte, ou de l'esprit de sel délayé dans l'eau ; puis on le laisse reposer pendant huit jours, jusqu'à ce qu'il se soit formé une couche d'huile complète ; on l'humecte ensuite avec un peu d'huile, et après l'avoir fait sécher en le frottant, on polit le canon avec une brosse dure et un peu de cire.

VERNIS.

*Faire du vernis de copal blanc.*

N° 1 On prend, à cet effet, de l'oxide blanc de plomb, de la céruse, du blanc d'Espagne, et de la craie blanche, il faut bien faire sécher ces substances. La céruse et la craie gardent longtemps l'humidité, et on a bien de la peine à la leur faire perdre ; c'est ce qui s'oppose à ce qu'elles adhèrent à l'huile sicative ou au vernis. Dans ce cas le ciment forme des grumeaux, et ne prend pas de corps.

N° 2. Versez sur 480 grammes de copal fondu 120, 180 ou 240 grammes d'huile de lin que vous faites bouillir et qui doit être dégagée de toute graisse. Après avoir bien mêlé le tout ensemble en le remuant à plusieurs reprises, et lorsque cette mixtion est suffisamment refroidie, versez dedans 480 grammes d'essence de térébenthine de Venise, et passez le vernis au travers d'un drap. On fait de la même manière le vernis à l'ambre.

NOIR.

*Noir de lampe fait de sarment brûlé et de noyaux de pêches.*

Il faut laver soigneusement le noir de lampe, et le faire sécher ensuite ; on en enlève beaucoup d'impuretés en le lavant.

*Jaune.*

Oxide de plomb jaune de Naples et de Montpellier, tous deux réduits à l'état de poudre très fine. Le contact du fer et de l'acier nuisent à ces sortes de jaune ; il faut donc se servir, pour les remuer, d'une cuiller en os, et les broyer dans un vase en verre, au moyen d'un pilon de même matière.

On ajoute à la gomme-gutte, de l'ocre jaune ou de l'œillet de Hollande, selon la nature de la couleur que l'on veut avoir et de la teinte que l'on désire lui donner.

*Bleu.*

De l'indigo, du prussiate de fer (bleu de Prusse), du verditer bleu et de l'outre-mer. Il faut bien diviser toutes ces substances.

*Vert.*

Vert-de-gris cristallisé, vert composé (mélange de jaune et de bleu); ces deux premiers verts demandent un mélange de blanc dans des proportions convenables, depuis un quart jusqu'à deux tiers, selon la teinte qu'on veut lui donner. Le blanc qu'on emploie à cet effet est la céruse, le blanc de plomb, le blanc d'Espagne, qui est moins solide, ou enfin le blanc de Meudon.

*Rouge.*

Le sulfure de mercure appelé vermillon ou cinnabre, l'oxide de plomb rouge ou le *minium*, et divers ocres.

*Pourpre.*

La cochenille, le carmin et les laques de carmin, avec de la céruse et de l'huile bouillie.

*Rouge de brique.*

Le sang-de-dragon.

*Couleur chamois.*

Le sang-de-dragon, avec une pâte composée de fleur de zinc, ou ce qui vaut encore mieux, d'un peu de vermillon.

*Violet.*

Du sulfure de mercure avec du noir de lampe lavé et ensuite bien séché, ou avec du noir de sarment; on y ajoute, pour le rendre plus moelleux, une mixture de rouge, de bleu et de blanc.

*Gris de perle.*

Du noir et du blanc, du blanc et du bleu, de la céruse et du noir de lampe, de la céruse et de l'indigo.

*Gris de lin.*

La céruse forme le fond de la pâte mêlée avec une petite quantité de terre de Cologne, de rouge anglais ou de laque carminée, qui n'est pas aussi solide, et une petite dose de prussiate de fer ou bleu de Prusse.

*Faire des vernis pour les violons.*

Ajoutez à quatre litres d'esprit de vin rectifié 180 grammes de gomme sandaraque, de gomme de mastic et un quart de litre de vernis de térébenthine; mettez le tout dans un pot de fer-blanc que vous tiendrez chaud, et que vous remuerez souvent jusqu'à ce que la mixtion soit entièrement dissoute; vous la passerez ensuite, et vous la garderez pour vous en servir au besoin.

*Dissoudre la gomme élastique, etc.*

M. Grossard, par un procédé ingénieux, a réussi à former des tubes élastiques avec le caoutchouc : découpez un morceau de la gomme en spirale de quelques lignes de largeur, puis plongez-le dans l'éther sulfurique, jusqu'à ce qu'il soit amolli. Une heure environ suffit pour produire cet effet. On retire alors le morceau de caoutchouc, et on applique une de ses extrémités à un moule, en le roulant d'abord sur lui-même et en le comprimant; puis en montant en spirale le long du cylindre, et en ayant bien soin de comprimer avec la main tous les bords, de manière à ce qu'il ne se trouve pas d'espace vide, et que tous les bords joignent exactement l'un contre l'autre; on attache le tout fermement avec un ruban de 25 millimètres de large, que l'on prend soin de tourner dans le même sens que le morceau de caoutchouc; on applique sur le ruban du gros fil, en sorte qu'il joigne bien partout et qu'il ait une égale pression le long du ruban; on fait ensuite sécher le tout, et le tube est terminé. Lorsqu'on ôte la bande, il faut bien prendre garde de ne rien enlever de la surface de la gomme qui pourrait s'attacher au tissu du ruban, dont le caoutchouc prend l'impression exacte; si l'on a de la peine à retirer le moule, on peut le plonger dans l'eau chaude. On facilite l'opération en fumant le moule ou en le frottant avec de la craie; de cette manière on a plus de facilité à retirer le moule.

Les cylindres polis en métal sont les moules que l'on préfère pour la confection des tuyaux de gomme : on peut aussi employer comme dissolvants l'huile de térébenthine et celle de lavande; mais toutes deux sont plus lentes à s'évaporer que l'éther; l'huile de térébenthine surtout a une sorte de viscosité; mais il y a un dissolvant qui, sans avoir le dernier inconvénient, est à meilleur marché, et qu'on se procure aisément, c'est l'eau; procédez de la même manière avec l'eau qu'avec l'éther. Le caoutchouc, après être resté pendant un quart d'heure dans l'eau bouillante, sera suffisamment préparé pour en faire usage; ses bords deviennent quelquefois transparents dans cet intervalle. Pendant que l'on forme le moule, on tourne la gomme en spirale autour, et on la plonge dans l'eau bouillante à diverses reprises. Le tout étant lié avec du gros fil, on le tient pendant quelques heures dans l'eau bouillante, après quoi on le fait sécher sans le détacher. Cette méthode peut être employée pour les grands tubes ou tuyaux, mais on ne peut s'en servir pour confectionner les petits.

L'huile de lavande, ainsi que celle de térébenthine et d'aspic, dissout la gomme élastique au moyen d'une chaleur douce; mais une mixtion d'huile volatile et d'alcool forme un meilleur dissolvant que l'huile seule, et le vernis sèche plus tôt. En faisant bouillir le caoutchouc dans une solution d'alun et dans l'eau, on l'adoucit davantage que dans l'eau seule; on peut saturer la cire jaune avec du caoutchouc, après l'avoir fait fondre et le mettant à mesure par petits morceaux dans cette cire; on obtient de cette manière un vernis que l'on peut appliquer à l'étoffe au moyen d'une brosse, mais ce vernis retient encore une certaine viscosité.

*Manière de faire le vernis dit caoutchouc.*

Poids égaux de caoutchouc ou de résine élastique,  
d'huile de lin bouillie  
et d'essence de térébenthine.

Coupez le caoutchouc en petites bandes et mettez-le dans un matras, que vous recouvrez de sable très chaud ; quand il est tout à fait liquéfié, vous y ajoutez de l'huile de lin en ébullition, et ensuite de l'essence chaude ; quand le vernis a perdu une grande partie de sa chaleur, passez-le au travers d'un morceau de toile et conservez-le dans une bouteille à large goulot ; ce vernis sèche très lentement à cause de la nature particulière du caoutchouc.

L'invention des ballons aérostatiques a fait naître l'idée de se servir du caoutchouc dans la composition du vernis. Il était nécessaire que le vernis dont on voulait faire usage joignit en même temps une grande flexibilité à une grande consistance ; aucun genre de vernis ne pouvait réunir ces qualités à l'exception de celui de caoutchouc ; mais il est extrêmement lent à sécher.

*Faire un vernis pour la soie, etc.*

Mettez 12 grammes de litharge dans un litre d'huile de lin tirée à froid, prise de dessus la lie, à laquelle on a ajouté de la colle, sur laquelle l'huile demeure pendant huit à dix jours afin d'acquérir une vertu siccativ. Faites bouillir la litharge et l'huile ensemble pendant une demi-heure ; puis ajoutez-y 24 grammes de vernis copal. Les ingrédients susdits étant sur le feu, mettez-y 24 grammes de térébenthine de Chio ou de résine ordinaire et quelques gouttes d'huile de pied de bœuf, et remuez le tout avec un couteau ; on peut s'en servir dès que le vernis est froid. L'huile de pied de bœuf empêche le vernis d'être gluant ; on peut la mettre dans l'huile de lin en même temps que la colle ou la terre d'ombre brûlée, dont on se sert aussi, au lieu de colle, après l'avoir réduite en poudre très fine. On peut y ajouter de la résine ou de la térébenthine de Chio, jusqu'à ce que le vernis ait acquis la consistance nécessaire.

Plus l'huile de lin pure restera sur la colle en nature ou sur la terre d'ombre, plus l'huile se séchera promptement quand on en fera usage. Si on la laisse reposer de cette manière pendant quelques mois, elle n'en vaudra que mieux : ce vernis se fixera sans couleur sur la soie, dans l'espace de quatre heures ; après lequel temps on retourne la soie pour l'enduire de vernis de l'autre côté.

*Faire un vernis flexible pour les parapluies ou pour les ombrelles.*

Prenez une certaine quantité de caoutchouc, telle que 3 à 400 grammes ; coupez-le en petits morceaux avec des ciseaux, et mettez une forte cuiller en fer, telle que celle dont font usage les peintres, les plombiers, ou les vitriers pour fondre le plomb, sur un feu de charbon ou autre qui brûle doucement sans fumée. Quand la cuiller est chaude, mettez dedans un seul petit morceau de caoutchouc : s'il en sort une fumée noire, il prendra feu sur le champ et s'évaporerait aussitôt ; l'évaporation aura lieu sans flamme, dans ce cas la cuiller est trop chaude. Quand la cuiller est moins chaude, mettez-y un second morceau, qui produira une fumée blanche ; cette fumée continuera pendant l'opération, et le caoutchouc s'évaporerait de cette manière ; il ne faut donc pas perdre de temps, et mettre de petits morceaux à mesure dans la cuiller, jusqu'à ce que le tout soit fondu ; il faut continuellement remuer le tout avec une cuiller en fer ou en laiton ; dès le moment que la fumée, de blanche qu'elle

était, devient noire, retirez la cuiller ; sinon toute la fusion prendra feu, et formera une flamme vive, ou elle se gâtera et se perdra tout à fait. Il faut bien prendre garde qu'il n'y entre pas une seule goutte d'eau, parce que sa vaporisation ferait bouillir la mixtion avec furie et avec un grand bruit ; on ajoute un litre de la meilleure huile siccative au caoutchouc en fusion, et on le remue ; après quoi on verse le tout dans un vaisseau de verre au travers d'une gaze grossière ou dans un tamis en fil de laiton. On peut s'en servir froid ou chaud, après qu'il aura reposé pendant quelques minutes.

Il faut toujours tendre la soie horizontalement au moyen d'épingles ou de crochets, sur des cadres ; plus les morceaux de soie sont longs, meilleurs ils sont ; on verse dessus le vernis froid dans le temps chaud, et chaud dans le temps froid ; il vaut peut-être mieux s'en servir toujours quand il est froid. La manière de s'en servir consiste à ne pas le remuer en dedans, ce qui ferait des vessicules ; il ne faut donc pas se servir de brosses, attendu que chaque vessicule se brise en séchant, et forme un petit trou au travers duquel pénètre l'air.

Ce vernis est flexible, non gluant, et n'est pas susceptible d'altération à l'air.

*Vernis dont les Indiens se servent pour leurs boucliers.*

Les boucliers faits à Silhet, dans le Bengale, sont connus dans toute l'Inde, et réputés pour le lustre et la solidité du vernis noir dont ils sont recouverts ; les boucliers de Silhet forment donc une partie assez considérable du commerce, parce qu'ils sont recherchés par les naturels du pays qui portent les armes, et qui conservent leur ancienne prédilection pour le cimenterre et le bouclier. Ce vernis est composé du jus qu'ils expriment de la noix *semecarpus anacardium*, et d'un autre genre de fruit, *holigarna longifolia*.

La coquille de *semecarpus anacardium* contient, entre ses téguments, de nombreuses cellules remplies d'un noir acide, âcre, et d'un jus résineux que l'on trouve aussi, quoique avec moins d'abondance, dans le bois de l'arbre ; on s'en sert ordinairement, comme d'une encre indélébile, à marquer toute sorte de toile de coton. On fixe cette couleur avec de la colle forte. L'écorce du fruit de l'*holigarna longifolia* contient entre ses lames de nombreuses cellules remplies d'un fluide noir épais et âcre. Les naturels de Malabar en font l'extraction au moyen d'incisions, et ils s'en servent à vernir les targes.

Afin de préparer le vernis d'après la méthode en usage dans le Silhet, on fait tremper les noix du *semecarpus anacardium* et les graines de l'*holigarna longifolia* dans de l'eau claire pendant un mois ; ensuite on les coupe transversalement, et on les broie dans un moulin. On garde pendant plusieurs mois le jus que l'on a exprimé de ces fruits, et on enlève de temps en temps l'écume qui se forme sur la surface ; après quoi on transvase la liqueur, et l'on met deux parties de la première dans une de la seconde, afin de s'en servir à vernir. On emploie quelquefois d'autres ingrédients ; mais c'est toujours le jus résineux du *semecarpus* qui domine. On applique ce vernis comme de la peinture, et quand il est sec, on le frotte avec une agate ou avec une pierre unie. Ce vernis préserve aussi le bois de la pourriture et l'empêche d'être endommagé par la *fourmi blanche*.

*Rendre siccatif l'huile de pavot*

- 1500 grammes d'eau pure.  
 30 grammes de sulfate de zinc ( vitriol blanc ).  
 1000 grammes d'huile de pavot ou d'œillette.

Mettez cette mixtion dans un vaisseau en terre qui puisse supporter l'action du feu, et maintenez-le dans un état de légère ébullition ; après qu'un tiers ou deux de l'eau se seront évaporés, versez le tout dans un grand verre, dans une bouteille ou dans une jatte, et laissez-le reposer jusqu'à ce que l'huile se clarifie.

Transvasez la partie la plus claire au moyen d'un entonnoir en verre, dont vous bouchez le goulot avec un morceau de liège, et remplacez-le par l'index, qui doit être appliqué de manière à faire sortir l'eau et à ne retenir que l'huile.

L'huile de pavot, après ce genre de préparation, devient au bout de quelques semaines très claire, limpide et sans couleur.

*Rendre siccatif l'huile grasse.*

- N° 1. 4 litres d'huile de noix ou de graines de lin,  
 30 grammes de blanc de plomb légèrement calciné,  
 30 grammes d'acétate jaune de plomb (de sel de Saturne), aussi calciné,  
 30 grammes de sulfate de zinc (vitriol blanc),  
 360 grammes d'oxide de plomb vitré (litharge) et une gousse d'ail ou un petit ognon.

Quand on a pulvérisé les substances sèches, on les mêle à l'huile et à l'ail, sur un feu capable de maintenir l'huile dans un état de légère ébullition. Continuez de cette manière jusqu'à ce que l'huile cesse de jeter une écume, qu'elle prenne une couleur rouge et que la gousse d'ail devienne brune. Il se formera bientôt sur l'huile une pellicule qui indiquera que l'opération est complète. Retirez le vase du feu, et la pellicule en tombant au fond entrainera avec elle les parties onctueuses qui rendaient l'huile grasse ; lorsque l'huile sera devenue claire, séparez-la de la lie, et mettez-la dans des bouteilles à larges goulots, où elle se clarifiera entièrement par elle-même et acquerra une meilleure qualité.

- N° 2. 48 grammes d'oxide de plomb (litharge),  
 12 grammes de sulfate de zinc (vitriol blanc),  
 et 512 grammes d'huile de lin ou de noix.

Il faut procéder à cette opération comme dans le cas précédent. Le choix de l'huile n'est pas indifférent ; si l'on destine cette composition à des peintures fines, ou à peindre des objets qui soient exposés à l'influence de l'air extérieur, est nécessaire de se servir d'huile de noix ou de pavot. On emploie l'huile

de lin pour les peintures grossières qui sont à l'abri de l'action de la pluie et du soleil.

Un peu de négligence dans la manière d'entretenir le feu a souvent de l'influence sur la couleur de l'huile, en lui communiquant une qualité siccativie qui la rend peu propre aux peintures fines. On peut éviter cet inconvénient en renfermant les matières sèches dans un petit sac que l'on attache au haut du vase ; mais dans ce cas il faut doubler la dose de litharge.

On peut communiquer une qualité siccativie à l'huile en maintenant l'huile de noix ou de lin dans un état d'ébullition légère, et en ajoutant à chaque kilogramme d'huile 180 grammes d'oxide de plomb (litharge) réduit en poudre fine.

La préparation des tapis de pied et de toutes les grandes figures ou ornements en peinture dans lesquels on se sert de couleurs argileuses, telles que bols jaunes et rouges, œillets de Hollande, etc., demande des couleurs ainsi préparées, afin d'en hâter la dessiccation ; mais le genre de peinture dans lequel on emploie les oxides métalliques, tels que les préparations en plomb, en cuivre, etc., ne demande que les doses que nous venons d'indiquer, par la raison que les oxides contiennent une grande quantité d'oxigène, et que l'huile, au moyen de leur contact, acquiert une qualité plus siccativie.

N° 3. 2 kilogrammes d'huile de noix,  
3 kilogrammes d'eau commune  
et 120 grammes de sulfate de zinc ( vitriol blanc ).

Mélez ces matières ensemble, et mettez-les dans un état de légère ébullition, jusqu'à ce qu'il ne reste qu'un peu d'eau ; transvasez l'huile qui passera avec une petite quantité d'eau, et séparez cette dernière au moyen d'un entonnoir ; l'huile reste trouble pendant quelque temps, après quoi elle s'éclaircit et paraît avoir très peu de couleur.

N° 4. 3 kilogrammes d'huile de noix ou de lin,  
2 kilogrammes d'eau commune,  
30 grammes de sulfate de zinc  
et 1 gousse d'ail.

Mélez ces matières dans une grande bassine en fer ou en cuivre ; mettez-les ensuite sur le feu, et maintenez cette mixtion dans un état de légère ébullition pendant toute une journée : il faut de temps en temps y ajouter de l'eau bouillante, pour remplacer la perte qu'occasionne l'évaporation : l'ail prendra une couleur brune. Retirez la bassine du feu, et, après avoir laissé reposer l'huile de manière qu'il se forme un dépôt, transvasez l'huile, qui se clarifiera d'elle-même dans les vases. On parvient par ce procédé à donner à l'huile siccativie un peu plus de couleur ; on l'emploie exclusivement pour les couleurs fines.

*Huile résineuse siccativie.*

Prenez 5 kilogrammes de résine et  
180 grammes de térébenthine.

Faites dissoudre la résine dans l'huile au moyen d'une chaleur douce ; quand elle sera ainsi dissoute et qu'elle fera corps avec l'huile, ajoutez-y la térébenthine : faites reposer le vernis ; par ce moyen, il se formera un dépôt de portions de résine et d'autres impuretés ; tirez-le au clair et conservez-le dans des bouteilles à larges goulots. Il faut s'en servir quand il est frais ; quand on le laisse vieillir, il perd un peu de ses parties résineuses. Si cette huile résineuse prenait trop de consistance, il faudrait la délayer avec un peu d'essence, si l'on voulait s'en servir pour des objets à l'abri du soleil, ou avec de l'huile de pavot.

En Suisse, où la plus grande partie de la maçonnerie consiste en pierres qui sont sujettes à se décomposer et à tomber en morceaux, on a souvent jugé nécessaire de leur donner une couche de peinture à l'huile, afin d'arrêter les effets de cette décomposition. Cette peinture a beaucoup de lustre, et quand on se sert, pour la dernière couche, d'huile résineuse, elle a l'effet du vernis. Pour donner plus de solidité à cette composition, il faut l'employer quand elle est très chaude, et avec de l'huile pure ou de l'huile très peu chargée de couleur grise, qu'on ajoute aux deux suivantes.

*Vernis de copal gras.*

500 grammes de copal choisi,  
250 grammes d'huile de lin préparée ou d'huile de pavot  
et 250 grammes d'essence de térébenthine.

Faites liquéfier le copal dans un matras, sur un feu ordinaire, et ajoutez-y l'huile de graine de lin ou de pavot, dans un état d'ébullition ; quand ces matières seront incorporées ensemble, retirez le matras du feu, remuez la matière jusqu'à ce que la plus grande chaleur soit apaisée, et ajoutez-y l'essence de térébenthine chaude. Passez le tout encore chaud au travers d'un morceau de toile, et mettez ensuite le vernis dans une bouteille à large goulot : le temps contribue à la clarification, et le vernis acquiert de cette manière une meilleure qualité.

*Vernis pour les boîtes de montre qui imitent l'écaïlle.*

Prenez 180 grammes de copal de couleur d'ambre,  
45 grammes de térébenthine de Venise,  
720 grammes d'huile de lin préparée  
et 180 grammes d'essence de térébenthine.

Il est d'usage de mettre la térébenthine sur le copal, que l'on réduit en morceaux, au fond d'un vase en terre ou en métal, ou dans un matras que l'on expose à l'action d'une chaleur suffisante pour liquéfier le copal ; mais il vaut mieux liquéfier le copal seul, et y ajouter l'huile dans l'état d'ébullition, puis liquéfier la térébenthine, l'ajouter à cette mixtion, et en dernier lieu y verser l'essence. Si le vernis était trop épais, on y ajouterait un peu d'essence. L'artiste se sert de l'essence pour donner au vernis le degré de consistance qu'il juge convenable.



*Faire un vernis copal sans couleur.*

Tout le copal n'est pas propre à cet usage. Afin de savoir quels sont les morceaux de copal qu'on doit employer, tirez-les, et versez sur chacun d'eux une goutte d'huile de romarin ; les parties qui s'amollissent lorsqu'elles sont imbibées par l'huile sont bonnes ; mettez-les en poudre ; vous passerez ensuite cette poudre au travers d'un tamis très fin, et vous la mettrez dans un verre au fond duquel elle ne doit pas avoir plus d'un doigt d'épaisseur ; versez dessus de l'essence de romarin en pareille quantité ; remuez bien le tout pendant quelques minutes ; le copal se dissoudra, et deviendra un fluide visqueux. Laissez-le reposer pendant deux heures ; puis versez doucement dessus deux à trois gouttes d'alcool, que vous ferez couler sur toute la masse huileuse, en inclinant le vase dans tous les sens par un mouvement doux ; répétez cette opération jusqu'à ce que peu à peu l'incorporation ait lieu, et le vernis acquerra le degré de fluidité nécessaire. Il faut le laisser reposer pendant quelques jours, et quand il est bien clarifié on le transvase. Ce vernis fait ainsi, sans l'application de la chaleur, peut être employé, avec un égal succès, sur le carton, sur le bois et sur les métaux ; il acquiert un plus beau poli que tous les autres. On peut s'en servir pour la peinture, dont il rehausse la beauté.

*Vernis de copal couleur d'or.*

Prenez 30 grammes de copal en poudre,  
60 grammes d'huile d'essence de lavande,  
et 180 grammes d'essence de térébenthine.

N° 1. Mettez l'huile d'essence de lavande dans un matras de grandeur convenable ; placez-le dans un bain échauffé au moyen d'une lampe d'Argan, ou sur un feu de charbon modéré. Ajoutez à l'huile, pendant qu'elle est très chaude, et en plusieurs fois, la poudre de copal, et remuez la mixtion avec un bâton de bois blanc arrondi par le bout ; lorsque le copal aura entièrement disparu, ajoutez en diverses fois l'essence dans un état d'ébullition, et continuez à mêler la mixtion en la remuant. Quand la solution sera terminée, vous aurez un vernis de couleur d'or très solide et très brillant, mais moins siccatif que le précédent.

N° 2. Pour obtenir ce vernis, sans couleur, il faudra rectifier l'essence que l'on achète, car elle a souvent une couleur foncée : on lui donnera la consistance nécessaire en l'exposant au soleil dans des bouteilles bouchées avec des bouchons de liège, en ayant soin de laisser une distance de plusieurs centimètres entre le bouchon et la surface du liquide. Il suffira de quelques mois pour communiquer ainsi à l'huile les qualités requises : il est bon de prendre ces précautions, car l'huile que l'on achète dans les boutiques a rarement la consistance nécessaire sans avoir en même temps une forte couleur d'ambre.

Le vernis qui résulte de la solution du copal dans l'huile de térébenthine, quand on obtient le plus haut degré de solution possible, est très solide et très brillant ; il résiste au frottement des corps durs bien mieux que l'émail ordinaire, qui s'enlève et blanchit par suite de frottements réitérés :

on s'en sert avec utilité et avantage pour les instruments de physique, et pour donner aux vases et autres ustensiles en métal la couleur dont ils ont besoin.

N° 3. 120 grammes de copal  
et 30 grammes de térébenthine clarifiée.

Mettez le copal en poudre grossière dans un pot de vernis, et donnez-lui une forme conique en la recouvrant de térébenthine; fermez hermétiquement le vase, et placez-le sur le feu; vous commencerez par une chaleur douce que vous augmenterez par degrés, pour ne pas attaquer le copal; aussitôt que le copal est bien liquéfié dans la térébenthine, versez-le dans un vase plat en cuivre; et quand il aura repris sa consistance, réduisez-le de nouveau en poudre.

Mettez 15 grammes de cette poudre dans un matras, avec 120 grammes d'essence de térébenthine, et remuez cette mixtion jusqu'à parfaite dissolution du corps solide.

*Vernis de copal camphré.*

Ce vernis est applicable à des objets qui demandent de la durée, de la flexibilité et du transparent, comme la gaze de fil d'archal dont on se sert sur les bâtiments au lieu de verre.

64 grammes de copal pulvérisé,  
192 grammes d'essence d'huile de lavande,  
4 grammes de camphre et une quantité suffisante d'essence de térébenthine, selon la consistance que l'on veut donner au vernis.

Mettez dans une fiole de verre mince, ou dans un petit matras, l'huile d'essence de lavande et le camphre, et placez la mixtion sur un feu assez vif pour mettre l'huile et le camphre dans un léger état d'ébullition; ajoutez ensuite la poudre de copal en petites doses en les renouvelant à mesure qu'elles disparaissent dans l'huile; aidez à la solution en remuant sans cesse avec un petit bâton de bois blanc, et quand le copal est incorporé à l'huile, vous ajoutez l'essence de térébenthine bouillante; mais il faut observer de ne verser d'abord qu'une petite quantité de l'essence.

Ce vernis n'a que peu de couleur, et en reposant il acquiert un transparent qui, joint à la solidité qu'on observe dans presque tous les genres de vernis de copal, le rend applicable dans bien des circonstances, et particulièrement dans l'invention ingénieuse de substituer la gaze métallique vernie au mica à larges lames, dont on se servait pour les fenêtres des bâtiments; attendu que cette gaze offre une plus grande résistance au choc de l'air quand on tire le canon sur les bâtiments de guerre. Il y a une manufacture de cette gaze métallique vernissée à Rouen.

*Vernis de copal éthéré.*

15 grammes de copal  
et 60 d'éther.

Réduisez le copal en poudre très fine, et introduisez cette poudre en très petites doses dans la bouteille qui contient l'éther ; fermez la bouteille avec un bouchon en verre ou en liège, et, après avoir secoué la mixture pendant une demi-heure, laissez-la reposer jusqu'au lendemain ; si en remuant la bouteille, il se forme de petites ondulations sur les côtés, et si la liqueur n'est pas très claire, c'est que la solution n'est pas complète. Ajoutez-y alors un peu d'éther, et laissez-la ensuite reposer. Ce vernis est d'une couleur de citron clair. La quantité la plus forte de copal, jointe à l'éther, doit être d'un quart, et la moindre d'un cinquième.

L'usage du vernis de copal fait avec l'éther paraît borné à réparer les accidents qui arrivent souvent à l'émail qui recouvre divers objets, comme boîtes, etc., attendu que la préparation en est chère ; il remplacera le verre des vernis colorés dont on se sert pour remédier aux fractures, ou pour réparer la surface unie des peintures qui ont éprouvé des fractures ou des crevasses.

On ne peut recommander l'application de ce vernis qu'à des objets du genre de ceux que nous venons d'indiquer, à cause de la grande volatilité de l'éther et surtout de son prix élevé. On s'en est servi avec beaucoup de succès sur le bois, et le vernis qu'il produit joint l'éclat à la solidité.

Par suite de la trop prompte évaporation de ce vernis, il bout souvent sous la brosse, mais on peut retarder son évaporation en répandant dessus une légère couche d'huile d'essence de romarin ou de lavande, ou même de térébenthine, qu'on peut enlever avec un chiffon de toile, ce qui suffit pour retarder l'évaporation de l'éther.

*Vernis de copal et de térébenthine.*

15 grammes de copal, de couleur d'ambre et en poudre,  
240 grammes de la meilleure huile de térébenthine.

Exposez l'essence à un bain-marie, dans un matras à large embouchure et à col court ; aussitôt que l'eau commence à bouillir, jetez dans l'essence une grosse prise de poudre de copal, et maintenez le matras dans un mouvement de rotation. Quand le copal sera incorporé avec l'essence, ajoutez de nouvelles doses à la première, et continuez ainsi jusqu'à ce que vous observiez qu'il se forme un dépôt indissoluble ; retirez alors le matras du bain-marie, et laissez le vernis reposer pendant quelques jours : tirez-le à clair, et filtrez-le au travers d'un morceau de coton.

Au moment où l'on jette la première dose de copal dans l'essence, si la poudre se précipite elle-même sous la forme de grumeaux, il est inutile de continuer l'opération. Cet effet provient de deux causes : ou l'essence ne possède pas le degré convenable de concentration, ou elle n'est pas suffisamment dégagée d'eau. Il faut dans ce cas l'exposer au soleil en se servant du même matras, auquel vous mettrez un bouchon, et de cette manière l'huile acquerra les qualités requises pour faire dissoudre le copal ; ce qui deviendra évident par la disparition de la dose de copal qu'on y aura déjà mise.

*Autre vernis de copal.*

90 grammes de copal liquéfié  
et 600 grammes d'essence de térébenthine.

Placez le matras qui contient l'huile dans un bain-marie, et quand l'eau sera en ébullition, vous ajouterez le copal pulvérisé en petites doses; vous mêlerez la mixtion en la remuant, et vous n'ajouterez de copal qu'à mesure que l'ancien aura été incorporé dans l'huile; vous vous arrêterez dès que le vernis deviendra troublé, et vous le laisserez reposer; s'il est trop épais, vous le délaieriez avec un peu d'essence chaude après que vous l'aurez fait chauffer dans le bain-marie. Quand il sera froid, filtrez-le au travers d'un morceau de coton, et conservez-le dans une bouteille bien propre.

Ce vernis a une bonne consistance, il est exempt de couleur, comme le vernis à l'alcool de première qualité. Quand on en étend une couche sur du bois uni, et sans préparation, il forme un vernis très brillant, qui dans l'espace de deux étés acquiert toute la solidité qu'on veut.

La facilité avec laquelle on procède à cette opération, au moyen de la méthode que je viens d'indiquer, fait qu'on peut l'appliquer à tous les fonds coloriés qui demandent de la solidité, à l'exception du blanc pur; ainsi les boîtes peintes et tous les petits articles coloriés ou non, lorsqu'il s'agit de faire paraître les veines dans tout leur éclat, demandent qu'on se serve de ce vernis, qui produit le plus bel effet, et qui est plus durable que les vernis de térébenthine composés de substances résineuses.

*Vernis d'ambre gras.*

480 grammes d'ambre en poudre grossière,  
60 grammes de térébenthine de Venise ou de gomme laque,  
300 grammes d'huile de lin préparée  
et 480 grammes d'essence de térébenthine.

On procède à cette préparation de la même manière qu'à celle du vernis de copal camphré.

On s'est d'abord beaucoup servi de ce vernis; mais ensuite on l'a remplacé par celui de copal, que l'on préfère par la raison qu'il a moins de couleur. Watin met plus d'essence et moins d'huile de lin dans sa composition: une longue expérience est la seule autorité sur laquelle j'appuie l'adoption de la présente formule.

*Vernis d'ambre avec l'essence de térébenthine.*

180 à 200 grammes d'ambre liquéfié et séparé des portions huileuses qui en empêchent la consistance.

Réduisez l'ambre en poudre, et si en le broyant il se formait en pâte, vous vous serviriez de vos doigts pour le pulvériser de nouveau; puis mêlez-

le dans l'essence, et faites chauffer le tout au bain-marie. L'ambre se dissoudra promptement, et l'essence aura au moins le quart de son poids, qui consistera en ambre préparé.

Quand on emploie une couche de ce vernis sur du bois blanc uni, sans préparation, il se forme un glacé très pur et très durable, qui sèche promptement, mais cependant moins vite que le vernis de copal.

*Ambre gras ou vernis de copal.*

120 grammes d'ambre ou de copal d'une seule fusion,  
300 grammes de térébenthine  
et 300 grammes d'huile de lin siccative.

Mettez le tout dans un large matras, et exposez-le à la chaleur d'un bain-marie, ou remuez-le sur la surface d'un réchaud non couvert, mais sans flamme, et en tenant le vernis à 6 ou 8 centimètres du réchaud; quand la solution est complète, ajoutez encore un peu de copal ou d'ambre pour saturer le liquide; puis versez le tout sur un filtre de coton préparé, et laissez le vernis se clarifier en reposant: s'il est trop épais, ajoutez-y un peu d'essence chaude, pour empêcher qu'aucune partie de l'essence ne se sépare.

Ce vernis est coloré, mais bien moins que ceux que l'on compose de la manière ordinaire. Quand on l'étend sur le bois blanc sans préparation, il forme un vernis solide, et communique au bois une légère teinte.

S'il est nécessaire de mettre plus de copal ou d'ambre préparé dans ce vernis, il faut qu'il soit composé de deux parties d'essence sur une d'huile.

*Vernis de mastic composé.*

960 grammes d'alcool pur,  
180 grammes de mastic purifié,  
90 grammes de gomme de sandaraque,  
90 grammes de térébenthine de Venise très claire  
et 120 grammes de verre grossièrement pulvérisé.

Réduisez le mastic et la sandaraque en poudre fine; mêlez cette poudre avec du verre blanc, dont on a séparé les parties les plus fines au moyen d'un tamis en crin; mettez tous les ingrédients avec l'alcool dans un matras à goulot court, et adaptez-y un morceau de bois blanc arrondi par le bout, et d'une longueur proportionnée à celle du matras, afin de pouvoir le maintenir en mouvement. Mettez le matras dans un vaisseau rempli d'eau, que vous faites d'abord chauffer très modérément, et que vous maintenez ensuite dans un état d'ébullition pendant une heure ou deux. On peut attacher le matras à un anneau de paille.

Lorsque la solution paraîtra suffisante, vous ajouterez la térébenthine, qu'il faut tenir à part dans une fiole ou dans un pot, et qu'il faut faire fondre en la plongeant pendant très peu de temps dans un bain-marie. Il faut laisser le matras dans l'eau pendant une demi-heure, au bout de laquelle

on le retire; et on remue continuellement le vernis jusqu'à ce qu'il soit un peu refroidi. Il faut le passer le lendemain et le faire filtrer au travers du coton; ce qui le rendra très limpide.

Il paraîtra peut-être extraordinaire qu'on ajoute du verre à cette préparation; mais cette substance sert à diviser les parties de la mixtion qui sont composées de matières sèches, et elle retient sa qualité en essayant l'action du feu. Par conséquent le verre empêche deux inconvénients qui sont très redoutables pour ceux qui composent des vernis. Premièrement, en facilitant l'action de l'acool, il empêche les parties de se conglomerer; secondement, le verre étant plus lourd que la résine, et se précipitant plus tôt qu'elle, l'empêche d'adhérer au fond du matras. De plus, il est cause que le vernis n'acquiert pas autant de couleur que lorsqu'on se sert du bain de sable, comme c'est l'ordinaire.

On se sert de ce vernis pour les objets de toilette, tels que toilettes, cartons, etc. Les vernis suivants ont le même brillant et le même lustre; mais ils ont plus de solidité, et sont très siccatifs.

*Vernis de mastic camphré pour la peinture.*

360 grammes de mastic nettoyé et lavé,  
 15 grammes de térébenthine pure,  
 15 grammes de camphre,  
 150 grammes de verre blanc pilé  
 et 1080 grammes d'essence éthérée de térébenthine.

Faites ce vernis selon la méthode indiquée pour le vernis de mastic composé de première qualité. On emploie le camphre après l'avoir mis en morceaux, et on ajoute la térébenthine quand la solution de la résine est complète. Mais si l'on se sert de ce vernis pour de vieilles peintures ou pour des peintures qui aient déjà été vernissées, il faut supprimer la térébenthine, attendu qu'on ne recommande cet ingrédient que dans le cas où l'on s'en sert pour peindre fraîchement, et pour des peintures où il n'entre pas de blanc d'œuf.

L'essence éthérée dont il est fait mention est celle que l'on distille lentement sans substance intermédiaire, et selon le second procédé que nous avons déjà donné pour la rectifier.

On n'a pas encore résolu la question faite par d'habiles artistes sur le genre de vernis qui est propre à être employé pour la peinture.

Quelques personnes qui ont donné à cet objet une attention particulière font un mystère des moyens qu'elles emploient pour obtenir le but désiré. On parvient à ce but en donnant au vernis qu'on veut employer à la peinture la flexibilité et la douceur, sans trop s'inquiéter de ce qui regarde sa consistance ou sa solidité. La dernière qualité est surtout particulièrement recherchée pour les vernis dont on se sert dans des objets très exposés aux frottements, tels que boîtes, aneublements, etc.

*Composition de la crème de peintre.*

Les peintres qui mettent de longs intervalles entre leurs travaux ont cou-

tume de couvrir les parties qu'ils ont peintes avec une préparation qui conserve et garantit la fraîcheur des couleurs, et qu'ils peuvent ôter quand ils reprennent leur ouvrage.

On fait cette préparation de la manière suivante :

90 grammes d'huile de noix très claire,  
15 grammes de mastic en larmes pulvérisé  
et 10 grammes de sel de saturne en poudre (acétate de plomb).

Faites dissoudre l'huile de mastic sur un feu qui ne soit pas trop vif, et versez la mixtion dans un mortier en marbre, sur le sel de plomb pilé; remuez-la avec un pilon en bois; ajoutez-y de l'eau en petite quantité, jusqu'à ce que la composition acquière l'apparence et la consistance de la crème, et qu'elle refuse d'admettre une plus grande quantité d'eau.

*Vernis de sandaraque.*

240 grammes de gomme sandaraque,  
60 grammes de mastic en poudre,  
120 grammes de térébenthine clarifiée,  
120 grammes de verre pilé  
et 960 grammes d'alcool.

Mélez et faites dissoudre comme auparavant.

*Vernis de sandaraque composé.*

90 grammes de copal pilé couleur d'ambre liquéfié en une fois,  
180 grammes de gomme de sandaraque,  
90 grammes de mastic purifié,  
75 grammes de térébenthine clarifiée,  
120 grammes de verre pilé  
et 960 grammes de pur alcool.

Mélez ces ingrédients, et suivez la méthode ci-dessus. Ce vernis est destiné pour des objets sujets au frottement, tels que meubles, chaises, fauteuils, bâtons d'écrans, moulures et même métaux, pour lesquels on s'en sert avec succès. La sandaraque procure à ce vernis une grande solidité.

*Vernis de sandaraque camphré, pour cartons, toilettes, etc.*

N° 1. 180 grammes de gomme de sandaraque,  
120 grammes de gomme élémi,  
30 grammes de gomme anima,  
15 grammes de camphre,  
120 grammes de verre pilé  
et 960 grammes d'alcool pur.

Faites le vernis selon les instructions que nous avons déjà données; il

faut piler la résine molle avec les corps secs. On ajoute le camphre en morceaux.

N° 2. 180 grammes de gallipot ou d'encens blanc,  
60 grammes de gomme anima,  
60 grammes de gomme élémi,  
120 grammes de verre pilé  
et 960 grammes d'alcool.

Faites le vernis avec les précautions indiquées pour le vernis de mastic composé.

On se sert des deux derniers vernis pour les plafonds et les boiseries, colorés ou non. On peut encore s'en servir pour les parties que l'on peint en couleurs fortes.

*Vernis de sandaraque spiritueux pour les boiseries et les petits articles d'ameublement, tels que balustrades et rampes intérieures.*

N° 1. 180 grammes de gomme sandaraque,  
68 grammes de laque dite laque de Shell,  
120 grammes de colophane ou de résine,  
120 grammes de térébenthine clarifiée  
et 1560 grammes d'alcool pur.

Faites dissoudre ce vernis selon les instructions données pour le vernis de mastic composé.

Ce vernis a assez de solidité pour être employé à des objets dont on se sert tous les jours et continuellement. Mais dans ce cas on doit cependant préférer le vernis de copal.

N° 2. Il y a une autre composition qui, sans faire partie des vernis composés, est employée avec succès à donner un poli et un lustre aux meubles en bois; la cire en forme la base.

Plusieurs tourneurs ou ébénistes se contentent de cirer les meubles ordinaires, tels que tables, armoires, etc. Cet enduit, au moyen d'un frottement réitéré, acquiert un poli et un transparent qui ressemblent à ceux du vernis. La méthode de cirer paraît posséder des qualités qui lui sont particulières; mais, comme le vernis, elle est sujette à des inconvénients aussi bien qu'à des avantages. Le vernis produit un meilleur glacé; il donne un lustre au bois qu'il recouvre, et rehausse la couleur de celui que l'on destine surtout à des objets délicats. Ces avantages précieux et réels sont contrebalancés par les inconvénients suivants: 1° le défaut de solidité; 2° il cède trop facilement à l'action du bois qui éclate ou se fend, et forme des écailles et des fentes quand il est exposé au moindre choc. On ne peut remédier à ces inconvénients que par des couches répétées de vernis; il faut pour cela avoir de nouveau recours à l'ouvrier; ce qui occasionne de l'embarras et de la dépense.

Le cirage soutient les chocs; mais il ne possède pas, au même degré que le vernis, la propriété de donner du lustre aux corps auxquels on l'applique et d'en rehausser la teinte. Le lustre qu'il communique est terne; mais cet



inconvéniént est compensé par la facilité que l'on a à réparer son poli endommagé en le frottant avec un morceau de drap fin. Il y a donc des circonstances dans lesquelles on doit préférer l'usage de la cire à celui des autres vernis. Cela paraît être applicable aux tables en noyer, aux chaises, fauteuils, moulures, et à tous les petits objets dont on se sert habituellement.

Mais comme il est important de faire en sorte que la couche de cire soit aussi mince que possible, afin que les veines du bois soient plus apparentes, nous croyons bien faire en décrivant le procédé suivant.

Faites fondre sur un feu d'une chaleur modérée, dans un vaisseau très propre, 60 grammes de cire jaune ou blanche; quand elle sera liquéfiée, ajoutez-y 120 grammes de bonne essence de térébenthine; remuez le tout jusqu'à ce qu'il soit entièrement froid, et vous obtiendrez une espèce de pommade propre à cirer les meubles, et qu'on peut frotter selon la méthode ordinaire.

L'essence de térébenthine s'évapore bientôt; mais la cire, qui par ce mélange est réduite à un état de très grande division, s'étend plus facilement et d'une manière plus uniforme. L'essence pénètre les pores du bois, en fait revivre la couleur, et fait adhérer plus fortement la cire; en sorte que le lustre qui résulte de l'emploi de cette composition égale celui du vernis sans en avoir les inconvénients.

*Vernis coloré pour les violons et autres instruments à cordes, comme aussi pour le bois de prunier, d'acajou, et pour le bois de rose.*

120 grammes de gomme de sandaraque,  
60 grammes de semence de laque,  
30 grammes de mastic,  
30 grammes de benjoin en larmes,  
120 grammes de verre pilé,  
60 grammes de térébenthine de Venise  
et 960 grammes d'alcool pur.

La gomme de sandaraque et le laque rendent ce vernis durable: on peut le colorer avec un peu de safran ou de sang-de-dragon.

*Vernis gras d'une couleur d'or.*

480 grammes d'ambre,  
60 grammes de laque de gomme,  
480 grammes d'huile siccativ  
et 960 grammes d'essence de térébenthine.

Faites dissoudre la gomme de laque séparément, et puis ajoutez l'ambre préparé et pulvérisé avec de l'huile de lin et de l'essence très chaudes. Quand le tout aura perdu de sa chaleur, mêlez en proportions convenables des teintures d'annatto, de terra-merita, de gomme gutte et de sang-de-dragon. Ce vernis, quand on l'applique aux métaux blancs, leur donne une couleur d'or.

*Térébenthine grasse ou vernis d'or, employé comme mordant sur l'or et sur les couleurs rembrunies.*

480 grammes d'huile de lin bouillie,  
240 grammes de térébenthine de Venise  
et 150 grammes de jaune de Naples.

Chauffez l'huile avec la térébenthine, et mêlez le jaune de Naples pulvérisé.

Le jaune de Naples est un oxide de plomb, dont nous donnerons la composition quand nous viendrons à traiter des substances colorantes. On le substitue ici à la résine, à cause de ses qualités siccatives, et particulièrement de sa couleur, qui ressemble à celle de l'or; on fait un grand usage de ce vernis dans l'application de la feuille d'or; on peut cependant omettre le jaune quand le vernis doit être solide et coloré. On peut dans ce cas le remplacer par une once de litharge dans chaque livre de composition sans que cette mixtion fasse du tort à la couleur qui doit en constituer le fond. La teinte dure.

*Vernis de tourneur pour le buis.*

N° 1. 150 grammes de semence de laque.  
60 grammes de gomme de sandaraque,  
45 grammes de gomme élémi,  
60 grammes de térébenthine de Venise,  
150 grammes de verre pilé  
et 720 grammes de pur alcool.

Les artistes de Saint-Claude n'emploient pas tous cette dose, qui demande à être corrigée à cause de la trop grande sécheresse, qui est diminuée ici par la térébenthine et par la gomme élémi. Cette composition est exempte des fentes qui défigurent les boîtes après qu'on s'en est servi pendant quelques mois.

N° 2. D'autres tourneurs emploient la gomme laque, jointe à un peu d'élémi et de térébenthine, digérés pendant quelques mois dans de l'alcool pur exposé au soleil. Quand on veut suivre cette méthode, il est bon de substituer à la sandaraque une même quantité de gomme laque réduite en poudre, et de ne pas ajouter de térébenthine à l'alcool, qui doit rester parfaitement jusqu'à la fin de l'infusion.

L'infusion faite au soleil demande beaucoup de soin et d'attention; il faut y employer des vases d'une grandeur suffisante pour permettre aux vapeurs spiritueuses de circuler librement, parce qu'il faut qu'ils soient hermétiquement fermés. Sans cette précaution les esprits s'affaibliraient, et ils perdraient la résine qu'ils auraient conservée pendant les premiers jours de leur exposition. La nécessité de cette circulation parfaite ne permet pas que les vases soient trop pleins.

En général les vernis qu'on applique à des objets que l'on peut mettre au

tour acquièrent beaucoup de brillant en les polissant ; il suffit pour cette opération d'un morceau de drap ou de laine : si la térébenthine prédomine trop dans ces compositions, le poli ne garde pas son lustre, parce que la chaleur des mains suffit pour échauffer la surface du vernis et pour le faire ternir.

*Manière de vernir les toilettes.*

La plupart des vernis à l'esprit de vin sont destinés à couvrir des préparations préliminaires qui ont déjà donné aux articles un certain degré de lustre. Ces sortes de préparations ou d'apprêts préliminaires consistent en un ciment, coloré ou non, embelli de paysages et de figures découpées dans le papier, qui produisent de l'effet sous le vernis transparent : la plupart des toilettes et d'autres petits meubles du même genre sont recouverts de cette sorte de composition, qui consiste en général en trois ou quatre couches de blanc d'Espagne broyé dans l'eau et mêlé avec de la colle forte. On adoucit la première couche avec la pierre ponce, et on la polit avec un morceau de toile trempé dans l'eau. Cette couche est propre à recevoir la couleur qu'on lui destine, lorsqu'on l'a broyée dans l'eau, et qu'on y a mêlé de la colle forte délayée dans l'eau. Les figures découpées dont on l'embellit s'appliquent sur cette surface, et on applique par dessus une couche de colle de poisson ou de gomme, afin d'empêcher le vernis de pénétrer jusqu'à la préparation et de gâter les figures. On finit l'opération en appliquant trois à quatre couches de vernis que l'on polit, quand elles sont sèches, avec du tripoli et de l'eau, au moyen d'un morceau de drap ou de laine.

*Vernis gallipot.*

360 grammes de gallipot,  
150 grammes de verre blanc pilé,  
60 grammes de térébenthine de Venise  
et 960 grammes d'essence de térébenthine.

Faites le vernis après avoir broyé l'encens blanc avec le verre.

Quelques auteurs recommandent le mastic ou la sandaraque au lieu du gallipot ; mais le vernis n'en est ni plus beau, ni plus durable. Quand la couleur est broyée avec le vernis précédent et mêlée avec le dernier, que l'on délaie avec un peu d'essence, s'il est trop épais, et qu'on l'applique aussitôt et sans colle aux boîtes et autres articles, les couches acquièrent assez de force pour résister aux coups de maillet ; mais, si l'on applique le vernis sur une couleur à la colle, il faut que ce vernis soit de première ou de seconde classe.

*Vernis de gallipot pour les couleurs que l'on broie.*

120 grammes de gallipot frais ou d'encens blanc,  
60 grammes de mastic,  
180 grammes de térébenthine de Venise,  
120 grammes de verre pilé  
et 60 grammes d'essence de térébenthine.

Après avoir fait le vernis en employant les précautions déjà indiquées, vous y ajouterez 60 grammes d'huile de noix ou d'huile de lin.

Les matières que l'on broie avec ce vernis sèchent plus lentement ; on les mêle ensuite avec le vernis suivant, si c'est pour la peinture ordinaire, ou avec les vernis particuliers qui sont destinés pour les couleurs et pour les fonds.

*Vernis mordant pour la dorure.*

30 grammes de mastic,  
 30 grammes de gomme sandaraque,  
 15 grammes de gomme gutte,  
 15 grammes de térébenthine  
 et 180 grammes d'essence de *idem*.

Quelques artistes qui font usage du mordant substituent dans cette composition une once d'essence de lavande à la térébenthine, ce qui la rend moins siccativ.

En général, la composition des mordants admet des modifications selon le genre d'ouvrage auquel on les destine ; mais leur application se borne principalement à l'or. Quand on veut remplir un dessin de feuilles d'or sur un fond quelconque, il faut que la composition qui doit servir de moyen d'union entre le métal et le fond ne soit ni trop épaisse ni trop liquide, attendu que l'une et l'autre de ces circonstances nuisent également à la délicatesse des traits. Il est aussi nécessaire que la composition ne sèche pas avant que l'artiste ait terminé son dessin.

*Autres mordants.*

N° 1. Quelques personnes préparent leurs mordants avec de la résine dite *jews-pitch*, et de l'huile siccativ délayée dans de l'essence de térébenthine ; ils l'emploient pour dorer d'un or pâle ou pour bronze.

D'autres artistes, imitant les Chinois, mêlent à leurs mordants des couleurs propres à aider au ton qu'ils veulent donner à l'or, telles que jaune, rouge, etc.

D'autres emploient seulement un vernis gras auquel ils ajoutent un peu d'oxide rouge de plomb (minium).

D'autres enfin font usage de glu épaisse, dans laquelle ils dissolvent un peu de miel. C'est ce qu'ils appellent *batture*. Quand ils veulent relever la couleur de l'or, ils se servent de cette glu, à laquelle la feuille d'or s'attache extrêmement bien.

N° 2. Les qualités du mordant ci-après sont applicables à tous les genres de couleurs et surtout aux couleurs métalliques. Faites chauffer de l'huile à un grand degré de chaleur ; quand il en sera sorti une fumée noire, mettez-y le feu, et au bout de quelques instants éteignez ce feu en couvrant la casserole qui contient l'huile ; puis versez la matière encore chaude dans une bouteille que vous aurez fait chauffer, et ajoutez-y un peu d'essence de térébenthine. Ce mordant sèche promptement, il a du corps, et fait adhérer forte-

ment la feuille d'or, quand on l'applique sur le bois, sur les métaux et sur les autres substances.

*Peinture pour les charpentes et autres bois de mauvaise qualité.*

Prenez du goudron en telle quantité que vous voudrez ; broyez-le avec autant de brun d'Espagne qu'il en pourra contenir, sans qu'il soit trop épais, afin que l'on puisse s'en servir comme peinture ou comme vernis ; puis étendez-le sur les bois de construction ou les autres bois grossiers le plus tôt possible, car il sèche très promptement.

On applique cette composition sur le bois au moyen d'une grosse brosse ou d'un pinceau. Il faut avoir soin d'empêcher que les ordures ou les insectes n'approchent de ce vernis jusqu'à ce qu'il soit sec. Si on l'applique sur le bois, son brillant sera très bon, et le préservera parfaitement des effets de l'humidité ; on préfère cette composition à toute autre peinture, à cause de son bon marché, et l'on s'en sert non seulement pour les poteaux, mais aussi pour les couvertures de toits, et pour tous les ouvrages grossiers en bois. Si l'on n'aime pas la couleur brune, on peut lui donner une teinte grise en mêlant du blanc de plomb et du noir d'ivoire au brun d'Espagne.

*Vernis noir pour la vieille paille ou pour les chapeaux de paille.*

15 grammes de la meilleure cire à cacheter noire  
et 60 grammes d'esprit de vin rectifié.

Pulvérisez la cire à cacheter, et mettez-la avec de l'esprit de vin dans une fiole de 60 grammes ; faites-les se réduire dans une chaleur de sable ou près du feu, jusqu'à ce que la cire soit dissoute ; appliquez-la chaude avec une brosse fine en crin devant le feu ou au soleil. Cela donne aux vieux chapeaux de paille une bonne élasticité, presque égale à celle des neufs et propre à résister à l'humidité.

*Faire pour les dessins coloriés un vernis qui leur donne l'apparence de la peinture à l'huile.*

Mélez ensemble 30 grammes de baume de Canada et 60 d'esprit de térébenthine.

Avant que cette composition soit appliquée, il faut coller le dessin ou la gravure avec une solution de gomme ou de colle à bouche, dans l'eau ; quand cette colle est sèche, appliquez le vernis avec une brosse de poil de chameau.

*Faire pour le bois une sorte de vernis qui résiste à l'action de l'eau bouillante.*

Prenez 720 grammes d'huile de lin, et faites-la bouillir dans un vase de cuivre rouge non étamé, en tenant suspendus par dessus dans un petit sac 150 grammes de litharge et 90 de vermillon pulvérisé, en ayant soin que le sac ne touche pas le fond du vase ; continuez l'ébullition jusqu'à ce que l'huile

acquière une couleur brun foncé; puis retirez le sac, et substituez-en à sa place un autre contenant une tête d'ail; continuez l'ébullition, et renouvelez sept à huit fois la gousse d'ail, ou plutôt mettez-les toutes à la fois.

Puis jetez dans le vaisseau 480 grammes d'ambre jaune, après l'avoir fait fondre de la manière suivante : ajoutez à l'ambre bien pulvérisé 60 grammes de l'huile de lin, et placez toute la composition sur un feu vif. Quand la fusion sera complète, versez-la bouillante dans l'huile de lin préparée, et continuez à la faire bouillir pendant deux ou trois autres minutes, en remuant bien le tout ensemble. On laisse ensuite reposer la composition, puis on la transvase et on la conserve, quand elle est refroidie, dans des bouteilles bien bouchées.

Après avoir rendu uni le bois sur lequel doit être appliqué ce vernis, donnez au bois la couleur voulue : par exemple, si c'est du noyer, vous mêlerez un peu de suie dans l'essence de térébenthine; cette couleur étant parfaitement sèche, vous appliquerez une couche de vernis au moyen d'une éponge fine, afin de rendre la surface bien égale; puis vous renouvelerez ces couches quatre fois, ayant soin que la couche précédente soit toujours bien sèche avant de mettre la suivante.

#### *Vernir les dessins et le cartonnage.*

Faites bouillir des morceaux de parchemin bien net dans l'eau, dans un pot de terre vernissé, jusqu'à ce que vous obteniez une colle très claire; puis passez-la, et gardez-la pour vous en servir.

Donnez à votre ouvrage deux couches de colle, et passez légèrement la brosse dessus pour ne pas déranger ni altérer les couleurs.

#### *Vernis pour les harpes et les tympanons.*

Préparez la pièce avec de la colle et de l'ocre rouge; ensuite prenez de l'ocre, de l'ambre brûlé et du rouge de plomb bien broyé, et mêlez du brun foncé dans le vernis de térébenthine, en y ajoutant autant d'huile de térébenthine qu'il en faut pour qu'on puisse appliquer une couche bien unie au moyen de la brosse; vous passerez ensuite du métal hollandais bien fin dans un tamis de mousseline, et vous en mêlerez dans la composition liquide assez pour produire l'effet que vous désirez; ensuite vous vernirez et rendrez la surface bien unie.

#### *Vernir le verre.*

Pulvériser une certaine quantité de gomme-adragant, et faites-la dissoudre pendant vingt-quatre heures dans des blancs d'œufs bien battus; puis appliquez-la doucement sur le verre au moyen d'une brosse.

#### *Vernir des ballons.*

N° 1. On a fréquemment modifié les compositions servant à vernir les ballons; mais généralement la plus recommandable parait être celle de

M. Faujas-Saint-Fond, qui est préparée selon l'instruction de M. Cavallo, et qui consiste dans un vernis fait avec de la glu : « Afin de donner à l'huile de lin une nature plus siccativ, faites-la bouillir avec 60 grammes d'acétate de plomb et 90 de litharge pour un demi-kilogramme d'huile, jusqu'à ce que le tout soit bien dissous ; ce qui peut durer une demi-heure. Mettez ensuite 480 grammes de colle et 250 grammes d'huile siccativ dans un vase en fer ou en cuivre, dont la capacité doit être égale à quatre litres, et faites-la bouillir très doucement sur un feu de charbon qui ne soit pas trop vif, jusqu'à ce que la glu cesse de craquer ; ce qui aura lieu en une demi-heure ou trois quarts d'heure ; puis versez dessus 1200 grammes au moins d'huile siccativ ; faites bouillir le tout encore pendant une heure en remuant fréquemment cette composition avec une spatule en fer ou en bois. Comme ce vernis monte beaucoup en bouillonnant, et surtout quand il est près d'être fait, il faut écarter le vase du feu pour laisser reposer le vernis, qui autrement s'échapperait. Pendant qu'on fait bouillir cette composition, on doit examiner si elle a assez bouilli ou non ; ce que l'on peut observer en la frottant entre deux couteaux qu'on écarte l'un de l'autre ; lorsqu'ils forment des fils, on ôte la composition du feu. Quand elle sera presque refroidie, vous y ajouterez une quantité presque égale d'huile de térébenthine. Il faut étendre la matière quand on fait usage du vernis, et l'employer tiède. Cette composition sèche au bout de vingt-quatre heures. »

N° 2. Comme on a beaucoup vanté la résine élastique connue sous le nom de caoutchouc, on ne jugera pas inutile d'expliquer ici la manière dont M. Blanchard procède à sa composition : faites dissoudre la gomme élastique, coupée en petits morceaux, dans cinq fois son poids d'huile d'essence de térébenthine rectifiée, en tenant la gomme pendant quelques jours dans l'huile. Faites ensuite bouillir 30 grammes de cette solution dans 240 grammes d'huile de lin siccativ pendant quelques minutes. Passez le tout, et employez-le bien chaud.

*Procédé pour vernir des ballons qui doivent contenir de l'air raréfié.*

Quant aux ballons contenant de l'air raréfié, M. Cavallo recommande d'abord de tremper l'étoffe dans une solution de sel ammoniac et de colle ordinaire, de laisser sécher l'étoffe, et de la peindre à l'intérieur avec une couleur de terre à laquelle on ajoute de la colle forte ou une solution de glu. Lorsque cette couleur sera parfaitement sèche, on la couvrira d'un vernis à l'huile qui puisse sécher avant de pénétrer tout à fait au travers de l'étoffe. L'huile de lin siccativ suffira pour remplir ce but aussi bien que toute autre, pourvu qu'elle ne soit pas trop liquide.

*Peindre des toiles à voiles, etc., de manière à ce qu'elles soient flexibles, durables et imperméables.*

On emploie actuellement ce procédé dans les chantiers servant à la construction des vaisseaux et dans les arsenaux. On a extrait des Transactions de la Société des Arts la description suivante :

La peinture qu'on met ordinairement sur le canevas durcit de telle sorte qu'elle le fait briser, et le met en peu de temps hors de service. Mais le canevas peint d'après la nouvelle méthode est si supérieur à l'ancien, qu'on s'en sert généralement pour la marine; on économise 30 francs par cent mètres carrés de canevas peint d'après cette nouvelle méthode.

Anciennement la peinture se faisait en mouillant le canevas et en le préparant avec du brun d'Espagne; puis on lui donnait une seconde couche de couleur chocolat, faite en mêlant du noir au brun d'Espagne, et l'on finissait avec de la couleur noire.

La nouvelle méthode consiste à délayer 48 kilogrammes d'ocre anglais dans de l'huile que l'on fait bouillir; on y ajoute 8 kilogrammes de peinture noire, ce qui forme une couleur noire ordinaire; on mêle à la peinture, pendant qu'elle est encore chaude, 172 kilogramme de savon jaune dissous dans trois litres d'eau que l'on fait chauffer. On applique ensuite cette composition sur le canevas (sans le mouiller comme on le faisait autrefois), on lui laisse autant de corps qu'il en faut pour pouvoir l'étendre au moyen d'une brosse ou d'un pinceau et obtenir une surface unie. Le lendemain, ou mieux encore le surlendemain, on applique une seconde couche d'ocre et de noir, en n'y ajoutant que très peu de savon, ou même point du tout; on laisse sécher cette couche pendant un jour; on finit ensuite par peindre le canevas en noir comme dans l'ancienne méthode. On laisse ensuite sécher le tout pendant trois jours, afin de lui donner la consistance nécessaire, de manière à ce que le canevas ne s'attache pas l'un contre l'autre en le pliant; le pliage se fait ordinairement par rouleaux de 50 à 60 mètres; ce canevas, entièrement ainsi préparé au moyen de cette composition et en ayant soin de laisser un jour d'intervalle entre chaque couche, ne risque pas de s'attacher ensemble lorsqu'on en empile de grandes quantités.

On a acquis l'expérience que la solution de savon jaune est un préservatif pour les couleurs rouges, jaunes et noires, en le broyant dans l'huile et en le mettant en tonneaux; elles acquièrent par là une certaine fermeté et sèchent très bien lorsqu'on s'en sert avec le pinceau, sans employer les siccatifs ordinaires.

Il est surprenant qu'on n'ait pas encore fait usage du savon dans la composition des couleurs à l'huile, quoique l'on sache bien qu'on peut le mêler aux substances huileuses, ou que du moins on ne se soit pas servi de l'alkali dont il est composé.

*Compositions et couleurs propres à rendre la toile et les autres étoffes  
imperméables.*

Commencez par laver l'étoffe dans l'eau chaude; faites-la sécher, et frottez-la entre les mains jusqu'à ce qu'elle devienne parfaitement souple; puis étendez-la en la mettant sur un cadre, et donnez-lui, au moyen d'une brosse de peintre (gros pinceau), une première couche composée d'un mélange de huit litres d'huile de lin bouillie, de quinze grammes d'ambre calciné et d'acétate de plomb (sept grammes et demi de chaque), auxquelles vous ajouterez quatre-vingt-dix grammes de noir de fumée. Servez-vous des mêmes ingrédients pour la seconde couche, à l'exception de l'acétate de



plomb. Il faudra un petit nombre d'heures pour faire sécher cette couche, selon la saison; ensuite prenez une brosse sèche de plâtrier et frottez-en fortement l'étoffe, de manière à ce que le poil de l'étoffe devienne très doux. La troisième et dernière couche donnera un noir de jais parfait et durable.

Ou bien encore prenez douze litres d'huile de lin bouillie, trente grammes d'ambre, quinze grammes d'acétate de plomb, sept grammes et demi de sulfate de zinc, quinze de bleu de Prusse, et sept un quart de vert-de-gris; mêlez-les bien avec un peu d'huile, et ajoutez-y cent vingt grammes de noir de fumée. On emploie ces couches à volonté comme la peinture ordinaire.

*Manière de rendre la toile plus épaisse pour les paravents et pour les fonds de lit sanglés.*

Broyez du blanc avec du zinc pour empêcher que la solution n'éclate; ajoutez-y du miel; prenez ensuite une brosse de peintre et étendez cette composition sur la toile; vous en mettez de cette manière deux ou trois couches, en faisant sécher chaque couche à part; vous adoucirez la dernière avec une couche de blanc d'Espagne broyé dans de l'huile de lin, après avoir d'abord fait chauffer l'huile et y avoir mêlé une petite quantité de litharge jaune d'or, afin qu'elle résiste davantage à l'intempérie de l'air, et qu'elle dure plus longtemps.

*Toile ordinaire cirée ou vernie.*

La manière de confectionner cette sorte de toile est très simple. La toile et l'huile de lin sont les principales substances dont on se sert. On étend sur de larges châssis du canevas ordinaire d'un tissu clair et commun, et l'on place ces châssis à l'ombre, de manière que l'air extérieur ait un libre cours par les côtés. On fixe la toile sur ces châssis au moyen de crochets qui saisissent le bord de la toile, et de morceaux de fil fort qui passent au travers des trous pratiqués à l'autre côté des crochets, et qui sont fixés autour de chevilles rondes placées à l'extrémité inférieure du châssis. La manière dont on serre ou desserre les cordes d'un violon donnera une idée de celle dont on fait usage pour étendre la toile de cet appareil; on peut de la sorte serrer ou desserrer la toile quand le vernis à l'huile a exercé son action sur son tissu dans le cours de l'opération. Tout étant ainsi disposé, on applique sur la toile une pâte liquide faite avec de l'huile siccativique que l'on peut varier à volonté.

*Faire de la pâte liquide avec l'huile siccativique.*

Mêlez dans de l'eau du blanc d'Espagne, ou de la terre de pipe, ou enfin toute autre matière argileuse, avec de l'ocre, et laissez-la reposer pendant quelques heures, ce qui suffira pour séparer les parties argileuses et pour occasionner un sédiment. Remuez le sédiment avec un pinceau pour compléter la division des parties terreuses; et, après que cette composition

aura reposé pendant quelques heures, transvasez l'eau trouble dans un vase en terre ou en bois. De cette manière vous séparerez la terre du sable et des autres corps étrangers qui se précipiteront au fond et que vous jetterez ensuite ; après avoir bien lavé la terre de cette manière , on la sépare de l'eau en la pétrissant. On jette l'eau qui reste, et on met le sédiment dans des tamis sur des morceaux de toile, où on le laisse égoutter ; on le mêle ensuite dans de l'huile qu'on a rendue siccativie en y ajoutant une bonne dose de litharge, dont le poids sera d'environ le quart de l'huile. On donne à cette mixtion la consistance d'une pâte mince ; après quoi on l'étend sur la toile au moyen d'une spatule en fer, dont la longueur est égale à la largeur de la toile. Cette spatule s'emploie comme un fer tranchant, et sert à pousser en avant ce qu'il y a de trop de matière pour couvrir la largeur de la toile : quand la première couche est sèche, on en applique une seconde ; on adoucit avec une pierre ponce les inégalités provenant de la grossièreté de la toile, ou de la pâte. On réduit la pierre ponce en poudre, et on s'en sert pour frotter la toile en employant à cet effet un morceau de serge unie ou un bouchon que l'on trempe dans l'eau ; on lave bien ensuite la toile, et, après l'avoir fait sécher, on applique dessus un vernis de gomme laque dans une dissolution d'huile de lin bouillie avec de la térébenthine.

On prépare de cette manière la toile cirée jaune ; si on la veut noire, il faut mêler du noir de fumée au blanc d'Espagne ou à la terre de pipe qui forment le fonds de la pâte liquide. On peut obtenir diverses nuances de gris selon que l'on varie la quantité de noir de fumée que l'on ajoute. On peut, sans augmenter la dépense, se servir d'ombre, de terre de Cologne, et d'autres ocres argileuses afin de varier les teintes.

#### *Préparation des toiles fines vernies.*

Le procédé que l'on vient de décrire pour la confection des toiles communes et polies peut servir à donner une idée de celui que l'on emploie pour faire des toiles fines vernies, que l'on orne au moyen d'une impression colorée. Les manufactures de toiles vernies d'Allemagne en fournissent qui sont ornées de dessins grands ou petits, de figures et de paysages bien exécutés, que l'on emploie à couvrir les meubles dont on se sert habituellement.

Ce procédé, qui n'est qu'un perfectionnement du premier, demande une pâte plus fine et une toile d'un tissu plus fin ; on applique de la même manière la couche pâteuse, et quand elle est sèche et polie, on l'ôte de son cadre, et on la porte sur la table du peintre, où le coloriste et le dessinateur se servent de leur art pour lui donner divers enjolivements ; en ce genre, comme dans celui des toiles de coton imprimées, la variété des teintes et la distribution des sujets donnent à ces sortes de toiles une valeur qui en assure le débit.

Pendant on ne se sert pas de la même méthode, dans ces deux genres, pour extraire les parties colorées. Dans le coton imprimé, on extrait les couleurs au moyen du lavage, comme dans la teinture ; tandis que dans l'impression des toiles vernies on se sert, pour les parties colorées, d'une mixtion

d'huile siccativè et de vernis, à laquelle on mêle les différentes couleurs en usage dans la peinture à l'huile ou dans le vernis coloré.

Le vernis à l'huile dont on se sert sur la toile ordinaire est composé de gomme-laque et d'huile siccativè; mais celui destiné aux toiles vernies et imprimées demande quelque choix, tant à l'égard de l'huile que des matières résineuses propres à lui donner de la consistance. L'huile d'œillette préparée avec le copal forme un vernis très peu coloré, et qui réunit la flexibilité à la solidité.

*Préparation du taffetas ciré.*

N° 1. On prépare le taffetas ciré pour faire des ombrelles, des capotes, des couvertures de chapeaux, etc., de la même manière que les toiles vernies et polies que nous venons de décrire; seulement il y a quelque différence dans la pâte liquide ou dans le vernis.

Si la surface du taffetas est assez large, on l'attache à un cadre en bois, avec des crochets et des chevilles mobiles, de la même manière que nous avons décrite dans la confection des toiles communes vernies. La pâte se compose d'huile de lin bouillie avec un quart de litharge, de seize parties de terre de pipe séchée et passée au travers d'un tamis de soie, de trois parties de litharge broyée sur le porphyre avec de l'eau, séchée et passée de même au travers d'un tamis de soie, et d'une partie de noir de fumée.

On étend ensuite cette pâte sur la surface du taffetas d'une manière uniforme: vingt-quatre heures suffisent, en été, pour faire sécher cette composition; quand elle est sèche, on égalise les nœuds formés par l'inégalité de l'étoffe, au moyen d'une pierre-ponce. On procède à cette opération en morcillant la pierre-ponce; après quoi on lave la surface de la soie; puis on la laisse sécher, et on applique dessus une couche de vernis de copal.

Si l'on veut polir ce vernis, on y applique une seconde couche; après quoi on la polit avec une balle en drap et du tripoli très fin. Le taffetas ciré, confectionné de cette manière, est très noir, excessivement flexible, et a un beau luisant. On peut le ployer de mille manières sans qu'il forme ou retienne un seul pli, ni même la moindre empreinte. Il est clair et transparent, et par conséquent propre à faire des couvertures pour préserver les chapeaux contre la pluie et le mauvais temps.

N° 2. On prépare un genre de taffetas qui n'a qu'une couleur jaunâtre, et qui, étant transparent, laisse voir au travers le tissu de l'étoffe qu'il recouvre; on se sert, pour la préparation de ce taffetas ciré, d'une mixtion de trois parties d'huile d'œillette bouillie et d'une partie de vernis gras de copal qu'on étend avec une forte brosse ou avec une lame. Deux couches sont suffisantes quand l'huile a été dégagée de ses parties grasses, sur un feu qui ne soit pas trop vif, ou quand on l'a fait bouillir avec un quart de son poids de litharge.

On ôte les inégalités avec de la pierre-ponce mouillée; après quoi on applique le vernis de copal. Cette opération très simple donne au taffetas une couleur jaune qui provient de l'huile bouillie et du vernis.

Ce taffetas ciré possède toutes les qualités que l'on attribue à de certaines préparations de la soie que l'on recommande aux personnes sujettes aux rhumatismes de porter sur la peau.

*Réparer le vernis.*

Nettoyez les taches avec une couche de potasse et de cendres de lie de vin ; vous prendrez pour cette composition 3 kilogrammes de potasse, que vous mettrez dans six litres d'eau, en y ajoutant un kilogramme de cendres de lie de vin.

*Manière de polir le vernis.*

On se sert à cet effet de pierre-ponce et de tripoli. Il faut réduire la pierre-ponce en poudre impalpable ; prendre ensuite un morceau de serge mouillée, au moyen de laquelle on frotte légèrement la substance vernie avec la pierre-ponce. On réduit aussi le tripoli en poudre fine, dont on se sert pour polir le vernis, au moyen d'un morceau de laine bien propre que l'on mouille avec de l'huile d'olive. On frotte ensuite le vernis avec une toile douce ; et quand il est entièrement sec, on le nettoie avec de l'empois ou du blanc d'Espagne, et on le frotte avec la paume de la main.

*Composition pour diminuer le frottement.*

D'après l'explication donnée dans le brevet d'invention, cette composition consiste dans un quintal de plombagine avec quatre quintaux de lard de porc ou d'autre graisse bien mêlés et bien incorporés ensemble. On s'en sert pour empêcher les effets du frottement dans tous les genres de machines ou d'instruments, et il faut en appliquer une suffisante quantité en en frottant la surface de l'axe, la vis, ou les autres endroits sur lesquels pose la machine.

## MANIÈRE D'ESSAYER LES MATIÈRES MÉTALLIQUES.

Avant de livrer au public les minerais qui fournissent les métaux, il est nécessaire de connaître quel est le genre de métal que contient le minerai, et quelle est la quantité que l'on peut en extraire, afin de savoir si elle vaut la peine d'exercer en grand le procédé de l'extraction, et enfin quelle est la méthode que l'on devra employer pour parvenir à ladite extraction. On appelle cette connaissance l'art d'essayer les métaux.

*Essai par la voie sèche.*

On peut essayer les minerais, soit par la voie sèche, soit au moyen des acides ; la première méthode est la plus avantageuse sous bien des rapports ; c'est pour cela que l'on continue généralement à s'en servir.

On peut faire les essais dans des creusets en se servant de soufflet, ou dans une coupelle au moyen d'un moufle.

*Poids d'essai.*

Les poids d'essai sont toujours imaginaires. Quelquefois un hectogramme

représente un quintal, et on le subdivise en petit dans le même nombre de parties que le quintal en grand ; en sorte que le résidu du métal qu'on obtient par l'essai détermine d'une manière exacte, par cette proportion relative, la quantité que l'on doit retirer en grand de la fonte du minerai.

*Grillage du minerai.*

Quand on fait le partage des minerais, il faut avoir soin de mettre à part de petites portions de divers échantillons que l'on pulvérise et que l'on mêle bien ensemble dans un mortier en fer ou en cuivre. On prend ensuite la quantité convenable du métal ; si elle contient du soufre ou de l'arsenic, on la met dans un creuset ou dans une coupelle, et on l'expose à une chaleur modérée, jusqu'à ce qu'il n'en sorte plus de vapeur ; afin d'aider à cette volatilisation, quelques personnes ajoutent à cette quantité de minerai une certaine dose de charbon de bois en poudre.

*Addition pour faciliter la fusion.*

Les essayeurs font usage de divers procédés pour faciliter la fusion des minerais, et pour convertir en scories les diverses matières terreuses qui les accompagnent. Ces additions sont connues sous la dénomination de *fondants* : les matières le plus en usage et les plus efficaces pour former ces sortes de compositions sont : le *borax*, le *tartre*, le *nitre*, le *sel ammoniac*, le *sel commun*, le *verre*, la *poussière de charbon de bois*, la *litharge*, etc., en diverses proportions.

*Composition du fondant blanc.*

Il consiste en une partie de nitre et deux de tartre bien mêlées ensemble.

*Fondant noir.*

Le fondant blanc *détonne* au moyen du charbon allumé ; et si cette *détonation* a lieu dans un mortier légèrement couvert, la fumée qui en sort se joint au nitre et au tartre, et le rend noir.

*Autre fondant.*

280 grammes de tartre,  
85 grammes de nitre,  
et 84 grammes de borax, bien mêlés ensemble.

*Autre fondant.*

Enflammez et pulvérissez ensemble deux parties de nitre et une partie de tartre.

Tous ces fondants sont très convenables, lorsque les minerais sont tout à

fait dépouillés de leur soufre, ou qu'ils contiennent beaucoup de parties terreuses ; dans ce cas, ils se combinent à ces parties, et les convertissent en un verre liquide ; mais s'il reste une quantité quelconque de sulfure, ces fondants se joignent à la matière sulfureuse, et forment un foie de soufre qui a le pouvoir de détruire une partie de tous les métaux, et par conséquent l'essai devient très inexact dans de pareilles circonstances. Il paraît donc que la principale difficulté qu'on rencontre dans l'essai des minéraux est de trouver les fondants qui conviennent à chaque minerai particulier, et il est en outre évident qu'on ne peut acquérir cette connaissance dans le choix des fondants que par un long usage, et en étudiant les affinités chimiques et l'action réciproque des différents corps.

On peut sans inconvénient employer les matières les plus coûteuses pour essayer les minéraux, et c'est ainsi qu'on fait usage de divers fondants salins ; mais on ne peut en faire usage quand on opère en grand, attendu que la plupart des métaux ne pourraient compenser les dépenses dans lesquelles leur emploi entraînerait, surtout quand on opère sur des minerais pauvres : c'est la raison pour laquelle, dans les fonderies où l'on opère en grand la fusion des métaux, on se sert pour faire les additions de matières moins chères, telles que la pierre à chaux, le feldspath, le quartz, le sable, l'ardoise, la chaux fluatée, etc. ; on fait usage de l'un ou de l'autre de ces fondants, selon la nature des minerais dont on extrait les métaux. Ainsi les minerais de fer demandent qu'on y ajoute des matières calcaires, en raison de leurs parties argileuses et terreuses, et les minerais de cuivre demandent plutôt des scories ou des pierres vitrifiables.

#### *Essai des minerais métalliques au moyen des acides.*

Les essais des métaux par la voie sèche sont défectueux quand il s'agit de connaître les diverses substances dont le minerai est composé, parce que ces substances sont toujours détruites en extrayant le métal qui sert d'essai. On parvient plus exactement à ce but en employant l'essai par les acides, par la raison qu'on peut exactement connaître les diverses substances qui composent le minerai. C'est le célèbre Bergmann qui s'est le premier servi de cette méthode. Elle est fondée sur une connaissance des affinités chimiques des divers corps l'un envers l'autre, et le procédé doit être varié selon la nature du minerai ; l'emploi de cette méthode est très varié, et il faut beaucoup de soin et d'instruction pour la mettre à exécution. Il serait trop long de vouloir décrire la manière de procéder qu'on emploie pour tous les minerais sans exception ; mais nous allons donner une idée de la manière d'essayer, soit par la voie sèche, soit par la voie humide, sur une seule espèce de chaque minerai.

#### *Essai des minerais de fer.*

N° 1. Après avoir grillé le métal jusqu'à ce qu'il n'en sorte plus de vapeur, prenez deux quintaux d'essai, et triturez-les avec un quintal de verre moscovite fluide, trois quarts de quintal de charbon en poudre et quatre quintaux de sel marin décrépité ; mettez ce mélange dans un creuset, que

l'on revêt en dedans de terre glaise et de poudre de charbon de bois ; il faut luter le couvercle sur le creuset, et exposer le creuset même pendant une heure à un feu violent ; on le brise quand il est refroidi. Si l'opération a été bien faite, on trouvera le fer au fond du creuset, et on y ajoutera les parties métalliques qui peuvent adhérer aux scories. On pourra séparer les parties métalliques adhérentes, en pulvérisant les scories et en séparant les grenailles au moyen de l'aimant.

N° 2. Si le minerai est dans un état calcaire mêlé de parties terreuses, il est inutile de le griller avant de l'essayer ; si la terre était d'un genre argileux et quartzeux, ajoutez à chaque quintal un quintal et un quart de chaux sèche et de verre de Moscovie fluide, que vous réduisez en poudre et que vous mêlez avec un quart de quintal de charbon en poudre, en couvrant le tout de 60 grammes de sel commun décrépité : exposez le tout luté à un feu de forge violent pendant une heure et un quart ; puis laissez-le refroidir peu à peu ; enfin faites briser le creuset, vous obtenez un aloi métallique que vous pesez.

N° 3. Si le minerai contient de la terre calcaire, il ne sera pas nécessaire d'y ajouter de la chaux vive, et la proportion des ingrédients pourra être telle qu'il suit, savoir : un quintal de minerai, un *idem* de sel marin décrépité ; un demi de charbon de bois en poudre et un de verre de Moscovie fluide : le procédé aura lieu comme ci-dessus.

Il y a une grande différence dans les qualités de fer que l'on obtient ; quand, frappé à froid avec un marteau, il se brise, on appelle le fer *cassant à froid* ; si on le brise en le frappant à chaud, on l'appelle *brisant à chaud* ; mais s'il résiste au marteau, tant à froid qu'à chaud, on l'appelle *fer de première qualité*.

#### *Essai du minerai de fer par la voie humide.*

Afin d'essayer les minerais calcaires qui ne contiennent pas beaucoup de matières terreuses ou pierreuses, il faut les réduire en poudre fine, et les dissoudre dans l'acide muriatique ; on précipite ensuite le fer avec le prussiate de potasse.

Il faut d'abord essayer une quantité déterminée de ce prussiate, afin de connaître la quantité de fer qu'il pourra précipiter, et de faire son estimation en conséquence : si le fer contient une portion considérable de zinc ou de manganèse, il faudra calciner le précipité jusqu'à ce qu'il soit rouge, et il faudra traiter par l'acide nitrique, qui n'enlèvera que le zinc ; quand celui-ci sera séparé, il faudra encore traiter par l'acide acétique, qui dissoudra le manganèse s'il y en a ; le fer restant peut encore être dissous par l'acide hydrochlorique, et précipité par l'alcali minéral ; ou on peut le faire calciner davantage, et le piler ensuite.

#### *Minerai de zinc.*

Prenez le poids d'essai du minerai brûlé, et mêlez-le bien avec un huitième de poussière de charbon ; mettez-le dans une cornue en terre, fortement lutée, à laquelle on doit ajouter un récipient ; placez la cornue dans un

fourneau; puis allumez le feu, et continuez-le pendant deux heures à un degré violent de chaleur; faites ensuite refroidir peu à peu le métal, et vous trouverez le zinc adhérent au col de la cornue sous la forme métallique.

*Essai par la voie humide.*

Faites digérer de l'acide sulfurique sur la calamine, jusqu'à ce qu'il soit en un état de sécheresse; lessivez le résidu dans l'eau chaude; ce qui reste sans se dissoudre est de terre calcaire, que vous séparerez en filtrant: ajoutez à cette solution de l'alcali volatil caustique, qui précipitera le fer et l'argile, mais qui maintiendra le zinc à cette solution; il faut dissoudre une seconde fois le précipité dans l'acide sulfurique, et séparer le fer et l'argile.

*Minerai d'étain.*

Mêlez un quintal de minerai d'étain, lavé d'abord, pulvérisé et grillé ensuite jusqu'à ce qu'il ne s'élève plus de vapeur d'arsenic, avec un demi-quintal de borax calciné et la même quantité de poix pulvérisée; il faut ensuite les mettre dans un creuset contenant de la poussière de charbon de bois, et placer le creuset dans un fourneau allumé. Quand la poix sera brûlée, donnez une chaleur violente pendant un quart d'heure, l'étain se réduira et se réunira au fond du creuset. On pourra le couler dans une lingotière ou le laisser refroidir dans le creuset. Si le minerai n'est pas bien séparé des matières terreuses qui l'accompagnent, il faudra employer une plus grande quantité de borax avec un peu de verre pulvérisé; si le minerai contenait du fer, on pourrait ajouter dans ce cas un peu d'alcali.

*Essai par la voie humide.*

L'essai de minerai d'étain par la voie humide avait été considéré comme impraticable jusqu'à l'époque où Bergmann trouva la méthode suivante, dont la réussite est assurée. Séparez le métal d'étain de sa matrice pierreuse en le lavant bien, et le réduisant ensuite en poudre la plus impalpable; faites-le fondre ensuite dans un creuset d'argent avec trois fois son poids de potasse; quand il sera refroidi, ajoutez-y de l'acide, puis de l'acide muriatique *concentré*, et faites-le évaporer pendant une heure ou deux; puis ajoutez de l'eau; quand la solution sera claire, précipitez-la au moyen de l'alcali fixe. Cent trente-un grammes de ce précipité bien lavé et bien sec équivalent à cent d'étain à l'état métallique, si le précipité consiste en étain pur; mais s'il contient du cuivre ou du fer, il faut le calciner à une chaleur rouge pendant une heure, puis le faire digérer dans l'acide nitrique, qui enlèvera le cuivre, et ensuite dans l'acide muriatique, qui en séparera le fer.

*Minerai de plomb.*

Comme la plupart des minerais de plomb contiennent ou du soufre ou de l'arsenic, il faut nécessairement les faire bien griller. Prenez un quintal



de minerai grillé, avec la même quantité de borax calciné, un demi-quintal de verre fin pilé, un quart de quintal de poix et autant de limaille de fer nettoyée. Garnissez le creuset de poudre de charbon mouillée, mettez la mixtion dans le creuset, et placez-la devant le soufflet d'une forge allumée. Quand le creuset sera rougi par le feu, augmentez la chaleur pendant quinze à vingt minutes; puis retirez le creuset, et brisez-le quand il sera froid; vous trouverez au fond un culot de plomb métallique.

*Essai par la voie humide.*

Faites dissoudre le minerai en le faisant bouillir dans une dissolution d'acide nitrique; les parties pierreuses et une certaine quantité du soufre resteront au fond. La solution nitrique qui contient le plomb et l'argent peut être précipitée au moyen de la potasse caustique; après quoi on lave bien le précipité dans l'eau froide, on le fait sécher et on le pèse; faites-le digérer dans l'alcali volatil caustique, qui enlèvera l'oxide d'argent; le résidu étant bien séché et pesé, donnera la proportion d'oxide de plomb, dont cent trente-deux grammes équivalent à cent de plomb dans son état métallique.

*Essai des minerais de cuivre.*

Prenez trente grammes de minerai, que vous pulvériserez et ferez calciner ensuite; remuez le tout avec une verge de fer sans l'ôter du creuset; après la calcination, ajoutez une égale quantité de borax, la moitié de verre fusible, un quart de poix, et un peu de poussière de charbon de bois; frottez l'intérieur du creuset avec une pâte composée d'argile, d'un peu d'eau et de poussière de charbon, l'argile et le charbon réduits en poudre très fine; couvrez la masse de sel commun, et mettez un couvercle sur le creuset que vous placez dans un fourneau; il faut augmenter le feu par degrés, jusqu'à ce qu'il brûle vivement: laissez le creuset dans le feu pendant une demi-heure, en remuant souvent le métal avec une verge en fer; quand la scorie, qui s'attache à la verge, paraît claire, il faut retirer le creuset, et le faire refroidir: après quoi on le brise, on sépare le métal et on le pèse. On appelle ce cuivre ainsi préparé *cuivre noir*; pour l'affiner, il faut faire un flux composé de sel commun et de nitre par égales parts. Le cuivre noir est mis ensuite en fusion, et on jette dessus une petite cuiller à café pleine de flux: on répète ce procédé trois ou quatre fois; après quoi on verse le métal liquide dans un moule, et on obtient du cuivre fin.

*Essai par la voie humide.*

Faites une solution du minerai de cuivre dans cinq fois son poids d'acide sulfurique concentré; faites-la bouillir jusqu'à dessiccation; ajoutez autant d'eau qu'il en faut pour faire dissoudre tout le sulfate ainsi formé; ajoutez à cette solution une barre de fer bien net, qui précipitera la masse entière de cuivre sous sa forme métallique. Si la solution était mêlée de fer, il faudrait faire dissoudre une seconde fois le cuivre par le même procédé, et le faire précipiter de nouveau. On peut en séparer le soufre au moyen de la filtration.

*Minerai de bismuth.*

Si le métal est minéralisé par le soufre ou par le soufre et le fer, il est nécessaire de commencer par le griller ; prenez le poids destiné à faire l'essai, et mêlez-le avec moitié de la quantité de borax calciné et autant de verre pilé ; garnissez le creuset de poudre de charbon ; faites fondre aussi promptement que possible ; et quand la fonte sera bien terminée, prenez le poids destiné à faire l'essai, et mêlez-le avec moitié de la quantité de borax calciné et autant de verre pilé ; garnissez le creuset de poudre de charbon ; faites fondre aussi promptement que possible ; et quand la fonte sera bien terminée, prenez le creuset et retirez-le du feu pour le laisser refroidir par degrés. Vous trouverez le bismuth au fond.

*Essai par la voie humide.*

Il est aisé de faire dissoudre le bismuth dans l'acide nitrique ou l'eau régale. Sa solution est sans couleur, et elle est précipitable au moyen d'une addition d'eau pure ; cent dix-huit grammes de précipité de l'acide nitrique, bien lavés et bien séchés, équivalent à cent de bismuth métallique.

*Minerai d'antimoine.*

Prenez un creuset ordinaire ; percez-le au fond d'un certain nombre de petits trous ; mettez-le sur un creuset un peu plus petit ; lutez-les bien ensemble ; puis mettez la quantité convenable de minerai en petits morceaux dans le creuset supérieur, et lutez un couvercle dessus ; placez ces vaisseaux sur un foyer, et entourez-les de pierres qui en soient éloignées d'environ 15 centimètres. Il faut ensuite remplir de cendres l'intervalle qui les sépare, en sorte que le creuset inférieur en soit recouvert ; mettez de la poudre de charbon sur le creuset supérieur, et faire rougir le tout au moyen d'un soufflet à main. On sépare de cette manière l'antimoine, qui est aisé à mettre en fusion, et qui coule au travers des trous du creuset supérieur dans l'inférieur, où on le recueille.

*Essai par la voie humide de l'antimoine arsenié.*

Faites dissoudre le minerai dans l'eau régale ; l'antimoine et l'arsenic resteront dans la solution, et le soufre sera séparé par la filtration. Si l'on fait bouillir la solution avec deux fois son poids d'acide nitrique, l'antimoine sera précipité, et l'arsenic sera converti en acide, qu'on peut amener à un état de dessiccation au moyen de l'évaporation.

*Minerai de manganèse.*

On obtient le manganèse en mêlant le minerai de manganèse avec de la poix, et en le mettant dans un creuset, garni de charbon en poudre ; on rem-

plit ensuite l'intervalle de poudre de charbon ; on recouvre le creuset par un autre renversé dessus et luté l'un sur l'autre : puis on l'expose à la plus violente chaleur de forge pendant une heure et plus.

*Essai par la voie humide.*

Il faut d'abord griller les minerais, traiter ensuite le sédiment avec de l'acide nitrique et du sucre : de cette manière on obtient une solution de manganèse sans couleur, ainsi que du fer, s'il y en a. Précipitez avec du prussiate de potasse, et faites digérer le précipité dans de l'eau pure ; le prussiate de manganèse sera dissous, et le prussiate de fer restera sans se dissoudre.

*Minerai d'arsenic.*

On procède à cet essai au moyen de la sublimation dans des vaisseaux fermés. Brisez le minerai en petits morceaux, et mettez ces morceaux dans un matras que vous placerez dans un pot de grès exposé à un degré de chaleur convenable ; l'arsenic se sublime dans cette opération, et adhère à la partie supérieure du vaisseau ; on doit ensuite le recueillir avec soin afin d'en vérifier le poids. Quelquefois une seule sublimation ne sera pas suffisante ; car dans bien des cas l'arsenic fondra avec le minerai, et empêchera sa volatilisation entière. Il vaut mieux, dans ce cas, faire la première volatilisation au moyen d'une chaleur modérée, puis piler de nouveau le reste, et l'exposer à une chaleur plus forte.

*Essai par la voie humide.*

Faites digérer le minerai dans l'acide muriatique, en y ajoutant par degrés l'acide nitrique pour faciliter la solution. On trouvera le soufre sur le filtre, l'arsenic restera dans la solution, et l'on pourra le précipiter sous la forme métallique, au moyen du zinc, en ajoutant de l'esprit de vin à la solution.

*Minerai de nickel.*

Il faut faire griller les minerais pour en expulser le soufre et l'arsenic ; plus le minerai devient vert pendant sa torréfaction, plus il est riche en nickel ; plus il est rouge, plus il contient de fer. On met en fusion, dans un creuset découvert, la quantité convenable de ce minerai grillé, avec deux à trois fois son poids de flux noir recouvert de sel commun. En exposant le creuset à la chaleur la plus forte d'un feu de forge, et en rendant la fusion complète, on se procurera un régule. Ce régule n'est pas pur, mais il contient une certaine portion d'arsenic, de cobalt et de fer. On peut le dépouiller du premier par un nouveau grillage, en y ajoutant du charbon de bois en poudre ; et du second, au moyen de la scorification ; mais on ne le dépouille du fer qu'avec difficulté.

*Essai par la voie humide.*

Le minerai peut être débarrassé de son soufre par la solution dans l'acide

nitrique; et en ajoutant de l'eau à la solution, on peut précipiter le bismuth, s'il y en a. On peut également en dégager l'argent, s'il en contient, par l'acide muriatique, et le cuivre par le fer.

Pour séparer le cobalt du nickel, quand le cobalt est dans une proportion considérable, faites distiller dans l'alcali volatil liquéfié une solution saturée du minerai grillé dans l'acide nitrique; la partie de cobalt se dissout aussitôt de nouveau, et prend une couleur de grenat; quand elle est filtrée, il reste sur le filtre une poudre grise qui est le nickel; on peut précipiter le cobalt de l'alcali volatil au moyen de tout acide quelconque.

#### *Minerai de cobalt.*

Séparez-en, autant que possible, les matières terreuses en les lavant bien, et le soufre et l'arsenic au moyen du feu. Il faut mêler le minerai ainsi préparé dans trois parties de flux noir et un peu de sel marin décrépité; mettez cette mixtion dans un creuset enduit; couvrez-le et placez-le dans un feu de forge, car ce minerai est très difficile à mettre en fusion.

Quand la fusion est bien faite, on trouve au fond du creuset un régule métallique couvert d'un bleu foncé. Comme presque tous les minerais de cobalt contiennent le bismuth, on le réduit par la même opération que le régule de cobalt: mais comme ils ne peuvent s'unir chimiquement ensemble, on les trouve toujours dans le creuset séparés l'un de l'autre. Le régule de bismuth, qui a une plus grande pesanteur spécifique, est toujours au fond, et on peut le séparer par un coup de marteau.

#### *Essai par la voie humide.*

Faites une solution du minerai de cobalt dans l'acide nitrique ou l'eau régale, et faites-la évaporer jusqu'à siccité; le résidu ou sédiment, traité avec l'acide acétique, contiendra le cobalt; il faut d'abord que l'arsenic soit précipité en ajoutant de l'eau à la solution.

#### *Minerai de mercure.*

On réduit aisément les minerais calcaires sans employer aucun mélange; on met dans une cornue un quintal du minerai, et on lute dessus un récipient contenant un peu d'eau; on place la cornue dans un bain de sable, en lui donnant une chaleur convenable pour faire monter le mercure, qui se condense dans l'eau du récipient.

#### *Minerai de mercure sulfureux.*

On essaie les minerais sulfureux au moyen de la distillation de la manière susdite; seulement ces minerais demandent qu'on y mêle un poids égal de limaille de fer bien nette, afin de dégager le soufre, tandis que la chaleur volatilise le mercure et le force d'entrer dans le récipient; il faut toujours faire un essai sur ces minerais relativement au cinabre, afin de savoir si l'on pourra

parvenir à tirer le cinabre de ces minerais : à cet effet, on réduit en poudre fine une quantité déterminée du minerai, et on la met dans un vaisseau en verre ; on expose ensuite le vaisseau à une action modérée du feu, et on l'augmente à mesure jusqu'à ce qu'il ne se sublime plus rien. Par cette quantité on peut voir si le procédé réussira ou non ; quelquefois ce cinabre n'est pas d'une couleur aussi vive que celui dont on fait usage dans le commerce ; on peut l'éclaircir en y ajoutant une certaine quantité de mercure, et en le sublimant de nouveau.

*Essai du cinabre par la voie humide.*

La matrice pierreuse se dissout dans l'acide nitrique, et, après avoir libéré le cinabre, on le fait bouillir dans huit à dix fois son poids d'eau régale, composée de trois parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide muriatique. Au moyen du zinc, on peut précipiter le mercure selon la forme d'usage.

*Minerai d'argent.*

Prenez la quantité nécessaire de minerai pulvérisé, et faites-le bien rôtir à un degré convenable de chaleur, en le remuant souvent avec une verge de fer ; puis ajoutez-y la quantité double de plomb granulé ; mettez-le dans une coupelle, et placez-la dans un four. Allumez le feu doucement d'abord, et augmentez-le par degrés, jusqu'à ce que le plomb commence à se volatiliser ; s'il paraissait trop épais, rendez-le plus clair en y ajoutant un peu plus de plomb ; on diminuerait le feu si le métal venait à bouillir avec trop de force. La surface se couvrira par degrés d'une masse de scorie ; alors il faudra remuer soigneusement la masse avec un fer chaud, surtout vers les bords, afin qu'aucune partie du minerai ne se fige ; et si la partie restée adhérente au crochet se fond facilement de nouveau quand on l'a ôtée du creuset, et que l'extrémité du crochet, après s'être refroidie, se couvre d'une croûte mince, douce et luisante, la scorification sera dans ce cas parfaite ; mais au contraire si en remuant la mixtion vous apercevez une viscosité considérable dans la scorie, si elle adhère au crochet quoique rougi par la chaleur, et qu'elle paraisse avoir une teinte inégale, et semble poudreuse ou rude avec des grains entremêlés çà et là, en ce cas la scorification est incomplète. En conséquence il faudra alors augmenter un peu le feu, enlever ce qui sera resté adhérent au crochet, et le remettre au moyen d'une cuiller dans le creuset : lorsque la scorification sera parfaite, il faudra verser le métal dans un cône, après l'avoir frotté d'un peu de suif ; et quand il deviendra froid, on en séparera la scorie au moyen de quelques coups de marteau ; le bouton sera le produit de l'essai.

*Procédé au moyen de la coupelle.*

Prenez la quantité de minerai pour l'essai, grillez-le, et broyez-le avec une portion égale de litharge ; divisez-le en deux ou trois parts, et enveloppez-les dans un petit morceau de papier ; mettez une coupelle, que vous avez préparée à cet effet, sous un moufle ; mettez dedans six fois la quantité de

plomb : quand le plomb commencera à se volatiliser, vous mettrez dessus soigneusement un des papiers ; quand il sera absorbé, vous en remettrez un second, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute la quantité soit absorbée ; alors vous augmenterez le feu : à mesure que le plomb se scorifiera, il sera absorbé par la coupelle, et enfin l'argent restera seul. Ce sera là le produit de l'essai, à moins que le plomb ne contienne une petite quantité d'argent, ce que l'on peut découvrir en rattachant une même quantité du même plomb dans une coupelle, et en le faisant oxider en même temps ; si cet essai produit quelque argent, il faudra le déduire de l'autre masse : on appelle cela le témoin.

*Essai par la voie humide.*

Faites bouillir du minerai d'argent dans une solution d'acide nitrique d'environ vingt-cinq fois son poids, jusqu'à ce que l'argent soit entièrement épuisé. On peut précipiter l'argent qui est en solution au moyen de l'acide muriatique : cent grammes de ce précipité contiennent soixante-quinze grammes de bon argent ; s'il contient de l'or, il sera non dissous. Les alcalis fixes précipitent les matières terreuses, et le prussiate de potasse démontrera si quelque autre métal est contenu dans la solution.

*Éprouver le titre de l'argent.*

La méthode généralement en usage pour connaître la pureté de l'argent est de le mêler avec une quantité de plomb proportionnée à la portion supposée de l'alliage ; on met ce mélange dans une coupelle, et on fait volatiliser le plomb comme précédemment ; on pèse ensuite l'argent qui reste au fond ; c'est le même procédé que l'affinage de l'argent par la coupelle.

On suppose que la masse d'argent que l'on veut examiner consiste en douze parties égales appelées deniers <sup>1</sup>. Si elle contient un douzième de son poids d'alliage, on l'appelle argent à onze deniers ; si elle contient deux douzièmes d'alliage de son poids, on l'appelle argent de dix deniers, lesquelles parties d'argent pur sont appelées poids de cinq deniers. Il faut observer ici que les essayeurs donnent le nom de denier de poids à un poids égal à vingt-quatre grains réels, ce qu'il ne faut pas confondre avec leurs poids idéaux. Les grains des essayeurs s'appellent grains fins : un lingot d'argent fin ou d'argent de douze deniers de poids contient alors deux cent quatre-vingt-huit grains fins ; si ce lingot tient deux cents quatre-vingt-huitièmes d'alliage, on l'appelle argent de onze deniers de poids et de vingt-trois grains ; s'il contient quatre cents quatre-vingt-huitièmes d'alliage, on dit que c'est de l'argent d'onze deniers de poids et de vingt grains, etc. Il faut cependant prendre un certain poids réel pour représenter les poids d'essai : par exemple 36 grains réels représentent douze grains fins de deniers de poids, trois grains réels représentent un grain fin de deniers de poids, et on représente ainsi les

<sup>1</sup> Nous avons laissé subsister les dénominations de deniers et autres anciennes mesures dans cet article, parce qu'elles sont encore usitées en Angleterre. On sait que depuis l'établissement du nouveau système métrique en France, le titre des matières d'or et d'argent ne peut s'exprimer légalement qu'en millièmes.

fractions des grains fins de deniers de poids ; par exemple, dix-huit grains réels représentent six deniers de poids ou quarante-huit grains ; un denier et demi réel représente un demi-denier de poids ou douze grains fins , un trente-deuxième de grain réel représente un quart de grain fin, qui n'est que la sept cent cinquante-deuxième partie d'une masse de douze deniers de poids.

*Essai double d'argent.*

C'est la coutume de faire un essai double. On prend l'argent pour l'essai des deux côtés opposés du lingot, et on l'essaie sur une pierre de touche : la quantité de plomb qu'on doit ajouter est réglée par la portion d'alliage, qui, étant en général du cuivre, sera à peu près telle qu'il suit :

Argent contenu.	deniers.	gros.	gros.	Demande de
11	6	—	—	5 à 6
0	12	—	—	8 — 9
19	18	à	9 0	12 — 13
8	6	—	7 12	13 — 14
6	18	—	6 0	14 — 15
3	0	—	1 12	0 — 16
1	12	—	0 18	0 — 20

La coupelle doit être chauffée tout rouge pendant une heure et demie, avant qu'on mette le métal dessus, afin de chasser de cette manière toute l'humidité. Lorsque la coupelle est presque blanche de chaleur, on met le plomb dedans, et on augmente le feu jusqu'à ce que le plomb devienne rouge, qu'il fume et qu'il s'agite par le mouvement de toutes ses parties : alors on met l'argent dans la coupelle, et on continue le feu, jusqu'à ce que l'argent soit entré dans le plomb. Quand la masse circule bien, il faut diminuer la chaleur en fermant plus ou moins la porte du fourneau d'essai. Il faut régler la chaleur de manière que le métal paraisse convexe et très bouillant à sa surface, tandis que la coupelle est moins rouge ; que la fumée s'élève en haut du moufle ; qu'il y ait des ondulations dans toutes les directions, et que le milieu du métal paraisse uni avec un demi-cercle de litharge, qui est continuellement imbibé par la coupelle au moyen de cette opération ; le plomb et l'alliage seront entièrement absorbés par la coupelle, et l'argent devient clair et luisant ; ce que l'on exprime en disant qu'il présente l'*éclair* ; après quoi, si l'opération a été bien faite, l'argent sera couvert des couleurs de l'arc-en-ciel, qui ondulent bientôt et se traversent mutuellement ; alors le bouton se fige et devient solide.

La diminution du poids indique la quantité d'alliage. Comme tout plomb contient une certaine portion d'argent, on éprouve une quantité égale à celle employée dans l'essai, et on déduit le produit du poids d'essai. On appelle cette quantité le *témoin*.

*Essayer les métaux plaqués.*

Prenez une quantité déterminée du métal plaqué ; mettez-la dans un vase de terre, avec une quantité suffisante du mélange susmentionné, et placez le

tout dans une chaleur modérée. Quand l'argent est enlevé de dessus le plaqué, il faut le recueillir avec du sel commun; on purifie l'argent en le couplant avec du plomb, et on fait l'estimation d'après le produit de l'argent.

*Minerais et terres contenant de l'or.*

N° 1. On se sert généralement de l'amalgamation pour reconnaître la proportion d'or; on prend la quantité convenable, et on la réduit en poudre; on ajoute environ un dixième du poids en mercure pur, et le tout est bien trituré dans un mortier en fer. L'attraction qui subsiste entre l'or et le vif-argent les unit bientôt dans la forme d'un amalgame, que l'on passe au travers d'une peau de chamois; on sépare aisément l'or de l'amalgame en l'exposant à un degré de chaleur convenable, qui fait évaporer le mercure et laisse l'or seul. Cette évaporation doit avoir lieu dans des vaisseaux lutés.

C'est là le principe du procédé dont on se sert pour obtenir l'or des minerais du Pérou dans l'Amérique espagnole.

N° 2. Prenez une quantité de poussière d'or, et faites-la chauffer au rouge, plongez-la ensuite dans l'eau; répétez ce procédé deux ou trois fois; la couleur du sable deviendra brun-rouge. Mêlez-le alors avec deux ou trois fois son poids de litharge, et revivifiez la litharge dans du plomb en y ajoutant une petite quantité de poussière de charbon, et en l'exposant à un degré de chaleur convenable. Quand le plomb se revivifie, il s'allie à l'or qu'il sépare du sable. On isole ensuite l'or du plomb au moyen de la coupelle.

N° 3. Bergman a essayé les minerais métalliques contenant de l'or, en mêlant deux parties du minerai, bien pilées et bien lavées, avec une et demie de litharge et trois de verre, en couvrant le tout de sel commun, et en le faisant fondre dans un creuset couvert qu'on expose à un feu de forge; ensuite il ouvre le creuset, y met un clou, et continue de cette manière jusqu'à ce que le fer ne soit plus attaqué. C'est ainsi que le plomb contenant l'or se précipite; on le sépare ensuite au moyen de la coupelle.

*Essai par la voie humide pour séparer l'or mêlé aux pyrites martiales.*

Faites dissoudre le minerai dans douze fois son poids d'acide nitrique, que vous ajoutez par degrés; placez-le dans un degré convenable de chaleur; cela enlèvera les parties solubles, et laissera l'or intact dans la matrice compacte, de laquelle on peut le séparer au moyen de l'eau égale. On peut encore séparer l'or de l'eau égale en versant de l'éther dessus; l'éther enlève l'or, et en le brûlant le laisse dans son état métallique. La solution peut contenir du fer, du cuivre, du manganèse, de la terre calcaire ou de l'argile; si elle est évaporée jusqu'à siccité, et qu'on fasse rougir le sédiment pour décomposer les sels, l'alcali volatil dissoudra le cuivre, l'acide nitrique, les parties terreuses, l'acide acétique, le manganèse et l'acide muriatique. Le soufre flotte ou surnage au-dessus de la première solution, dont on le sépare au moyen de la filtration.



*Procédé employé pour séparer l'or et l'argent.*

On parvient de cette manière à séparer l'or de l'argent, qu'il est impossible d'isoler l'un de l'autre par l'action du plomb; ce que l'on exécute par divers procédés. L'acide nitrique, l'acide muriatique et le soufre, qui, ne pouvant attaquer l'or, opèrent sur l'argent, sont les agents principaux dont on se sert dans cette opération.

La séparation de l'or et de l'argent au moyen de l'acide nitrique est la plus convenable, et c'est aussi celle dont on fait le plus grand usage. En effet, les orfèvres ne se servent que de ce procédé, qu'on appelle simplement faire le *départ*.

Le procédé au moyen de l'acide muriatique est moins usité. La séparation par le soufre se fait au moyen de la fusion, et on l'appelle la *séparation sèche*.

*Séparation au moyen de l'acide nitrique.*

Ce procédé ne peut réussir qu'en faisant attention à des circonstances essentielles : 1° l'or et l'argent doivent être dans des proportions convenables, c'est-à-dire qu'il doit y avoir trois parties d'argent sur une d'or, quoique l'on puisse séparer une masse qui contiendrait deux parties d'argent et une d'or. Afin de juger de la qualité du métal que l'on veut séparer, les changeurs font une comparaison sur une pierre de touche entre cette masse et des aiguilles composées d'or et d'argent, en proportions graduées et bien marquées, qu'on appelle *aiguilles d'essai*. Si cet essai fait voir que l'argent n'est pas à l'or comme trois à un, alors la masse n'est pas susceptible d'être séparée, à moins qu'on n'ajoute plus d'argent; 2° afin que la séparation soit plus exacte, l'eau-forte doit être très pure et tout à fait exempte de mélange avec l'acide sulfurique ou muriatique; car si l'on ne faisait pas attention à cela, une quantité d'argent proportionnée à ces deux acides étrangers se séparerait pendant la solution, et cette quantité de sulfate d'argent resterait mêlée avec l'or, qui par conséquent ne serait pas entièrement purifié au moyen de cette opération.

Il faut que l'or et l'argent que l'on veut séparer soient d'abord granulés en les faisant fondre dans un creuset, et versant la masse dans un vase rempli d'eau. On donne en même temps à l'eau un mouvement rapide et circulaire en la remuant avec vivacité au moyen d'un bâton. On appelle les vases dont on se sert ordinairement pour cette opération des verres de séparation; il faut d'abord les faire bien chauffer, et ils doivent n'avoir aucun défaut. Comme l'un des principaux inconvénients qu'on peut trouver dans cette opération est que les verres sont sujets à se casser par le contact du froid en les touchant seulement avec la main, il y a des opérateurs qui garantissent le fond des verres par un revêtement composé d'un mélange de colle nouvellement faite avec de la bière et des blancs d'œufs. On étend ce mélange sur un morceau de drap dont on enveloppe le fond des verres, et on applique en outre une composition d'argile et de poil. Il faut placer les verres servant à séparer les métaux dans des vases pleins d'eau, qui sont soutenus sur des trépiéds

sous lesquels on fait du feu; par la raison que si un verre venait à se briser, ce qu'il contient serait reçu par le vaisseau plein d'eau. Si la chaleur de l'eau devenait trop forte, on pourrait la régler convenablement en versant de l'eau froide, par degrés et soigneusement, le long du côté du vase, dans un verre à séparer de 0<sup>m</sup>40 de haut et de 0<sup>m</sup>25 à 0<sup>m</sup>30 de large par le bas; il est placé dans une casserole de 0<sup>m</sup>30 de largeur par le bas et de 0<sup>m</sup>25 par le haut sur 0<sup>m</sup>20 de hauteur. On y met ordinairement 2,35 kilogrammes de métal avec deux fois autant d'eau-forte.

Il faut que l'eau-forte ait assez de force pour agir sensiblement sur l'argent quand il est froid, mais sans agir trop violemment. Il ne faut appliquer d'abord qu'une chaleur modérée, la liqueur étant sujette à s'enfler et à s'élever par-dessus le vase; mais quand l'acide est presque saturé, on peut augmenter la chaleur sans inconvénient.

Quand la solution cesse, ce que l'on connaît par la cessation du bouillonnement, on verse la liqueur; si l'on trouve des grains entiers, il faut ajouter de nouveau de l'eau-forte, jusqu'à ce que l'argent soit entièrement dissous. Si l'opération a eu lieu lentement, l'or restant aura la forme de masses séparées. L'or paraît noir après la séparation; ses parties n'ont pas d'adhésion ensemble, parce que l'argent qui s'en est séparé a laissé beaucoup d'interstices. Pour leur donner plus de solidité et augmenter leur couleur, on les met dans une coupelle sous un moufle, et on les fait rougir; de cette manière elles se réunissent, et forment une masse solide; l'or reprend alors sa couleur et son lustre. On l'appelle dans cet état *or en grain*. Si l'opération a eu lieu à la hâte, l'or aura l'apparence de limon ou de poudre noire, et il faudra le bien laver et ensuite le faire fondre.

On précipite l'argent de l'eau-forte au moyen d'une lame de cuivre pur. Si la solution est parfaitement saturée, il ne peut y avoir de précipitation jusqu'à ce que l'on ait ajouté quelques gouttes d'eau-forte à la liqueur. Le précipité d'argent doit être bien lavé dans de l'eau bouillante, et peut être fondu avec le nitre ou assujéti à l'épreuve de la coupelle avec du plomb.

#### *Séparer par cimentation.*

On prépare un ciment composé de quatre parties de brique en poudre et passée au tamis; d'une partie de vitriol vert calciné jusqu'à ce qu'il soit rouge, et d'une partie de sel commun: on en compose une pâte ferme au moyen d'un peu d'eau, cette composition prend le nom de ciment régale.

On réduit l'or en plaques aussi minces que la monnaie. On met au fond du creuset ou du pot à ciment une couche de ciment de l'épaisseur d'un doigt; on couvre ensuite cette couche de plaques d'or en alternant ainsi les couches d'or et de ciment. On recouvre le tout d'un couvercle, que l'on lute avec un mélange d'argile et de sable. On place ce pot dans un four ou fourneau, que l'on fait chauffer par degrés jusqu'à ce qu'il devienne rouge; on continue cette chaleur pendant vingt-quatre heures. Il ne faut pas que la chaleur fasse fondre l'or. On fait ensuite refroidir le creuset, et on sépare soigneusement l'or du ciment; ensuite on le fait bouillir plusieurs fois dans une grande quantité d'eau claire. Après cela on l'essaie au moyen de la pierre de touche ou autrement; et s'il n'est pas assez purifié, on procède de nouveau à l'opération du ciment.

Dans ce procédé, l'acide sulfurique du vitriol calciné décompose le sel commun pendant la cimentation en s'unissant à sa base ferrugineuse, tandis que l'acide muriatique devient concentré par la chaleur et dissout l'argent allié à l'or. Ce procédé est très difficile, quoiqu'il réussisse quand la portion d'argent est si petite qu'il est défendu par l'or surabondant contre l'action de l'eau-forte; mais on ne s'en sert guère que pour extraire l'argent ou les métaux de peu de prix, les enlever de la surface de l'or, et donner ainsi à un métal allié la couleur et l'apparence de l'or pur.

*Séparation par la voie sèche.*

Ce procédé consiste dans l'emploi du soufre, qui s'unit aisément à l'argent sans attaquer l'or. Comme cette manière de séparer à sec est aussi difficile que coûteuse, on ne s'en sert que pour une quantité considérable d'argent alliée avec l'or. Le procédé a lieu en général de la manière suivante. Il faut faire granuler le métal. On en réserve d'un huitième jusqu'à un cinquième, selon que le métal est plus ou moins riche en or, et on mêle bien le reste avec un huitième de soufre en poudre; on le met ensuite dans un creuset en continuant un feu modéré, de manière que l'argent, avant de se fondre, soit entièrement pénétré par le soufre. Si l'on active trop le feu, le soufre s'évapore. En ajoutant à l'argent ainsi combiné au soufre de l'argent pur, ce dernier tombe au fond, et y forme un fluide séparé qui ne se mêle pas avec l'autre. Les particules d'or, n'ayant pas d'affinité avec l'argent sulfuré, se joignent à l'argent pur partout où elles viennent en contact, et ainsi elles sont transférées de l'un dans l'autre d'une manière plus ou moins parfaite, selon que l'argent pur a été plus ou moins répandu dans le mélange. C'est à cet usage que l'on réserve une partie de l'argent granulé. Après avoir uni la masse sulfurée en fusion, et l'avoir maintenue dans cet état pendant près d'une heure dans un creuset ouvert, on jette dedans un tiers des grains réservés; et quand ils sont fondus, on remue bien le tout, afin que le nouvel argent soit bien distribué dans le mélange pour en recueillir l'or; on se sert à cet effet d'une baguette en bois. On répète cette opération jusqu'à ce que tout le métal réservé soit incorporé. La combinaison de soufre et d'argent en fusion a une couleur brun foncé; après qu'il s'est maintenu pendant un certain temps en fusion, une partie du soufre s'étant échappée par le haut, la surface devient blanche, et on aperçoit dessus quelques gouttes brillantes d'argent de la grosseur d'un pois. Quand cela a lieu, on doit aussitôt discontinuer le feu; car autrement une plus grande quantité d'argent, venant à perdre son soufre, s'enfoncerait et se mêlerait avec la partie du fond dans laquelle l'or se trouve réuni. On verse le tout dans un mortier en fer que l'on graisse et que l'on fait chauffer convenablement.

L'or, qui d'abord était répandu dans toute la masse, se trouve dans une partie de ladite masse, qui consiste seulement dans l'argent non soufré que l'on avait réservé; on parvient à séparer l'argent qui contient l'or de la masse soufrée au moyen d'un marteau et d'un ciseau, mais encore mieux en plaçant toute la masse dans un creuset, et en mettant en haut ce qui se trouvait auparavant en bas; de sorte que l'on fait fondre en peu de temps la partie

soufrée, et que l'on conserve intacte celle qui contient l'or. On essaie l'argent soufré en en conservant une partie en fusion dans un creuset découvert, jusqu'à ce que le soufre soit dissipé et entièrement évaporé, et en le faisant dissoudre dans l'eau. Si l'on trouve qu'il contient encore de l'or, il faut lui faire éprouver de nouveau le même procédé. On peut concentrer l'or ainsi recueilli en se servant de la méthode que nous venons de décrire; en sorte qu'on peut enfin l'extraire sans trop de dépense au moyen de l'eau-forte.

---

---

# APPENDICE

## A LA NOUVELLE TRADUCTION.

---

### CHAPITRE I.

---

## DES CHEMINS DE FER

ET

## DES MACHINES LOCOMOTIVES.

---

L'art des chemins de fer ayant fait de grands progrès depuis l'époque où a été écrit l'ouvrage de Nicholson, il nous paraît indispensable de compléter ce qui a été dit par cet auteur, au moyen d'une description sommaire de l'état actuel des procédés employés tant dans la construction de la voie que dans celle des machines locomotives.

### § 1. DES CHEMINS DE FER.

L'application des chemins de fer au transport des marchandises et des voyageurs entre des lieux fort éloignés, a tout à fait changé le but dans lequel leur construction avait été conçue à l'origine. Ce n'est plus seulement comme devant apporter une notable diminution dans la résistance à l'effort de la traction, mais bien plus encore comme devant servir à des transports à grande vitesse, qu'on les considère aujourd'hui, et c'est à cette dernière considération que sont dues toutes les modifications importantes qu'ils ont subies depuis dix ans. L'adoption des courbes à grand rayon, la recherche des pentes les plus faibles, la matière des rails pour lesquels le fer forgé a décidément remplacé la fonte, la forme de ces rails, leur système de pose, l'aménagement de la locomotive, la construction des voitures, tout est calculé, on peut

le dire, presque exclusivement dans un seul but, le transport à grande vitesse; c'est que là en effet est le véritable progrès que les chemins de fer étaient appelés à réaliser. Réduire la dépense effective de traction n'était rien pour eux, et l'on a pensé avec raison que le public serait généralement disposé à s'imposer quelque sacrifice d'argent pour réaliser une économie bien autrement profitable, celle du temps dépensé dans le transport des personnes et des marchandises.

#### DES TRACÉS.

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la question du tracé des chemins de fer. Les bases sur lesquelles doit être assis un bon tracé, sont de leur nature trop variables pour qu'il soit possible à cet égard de donner des préceptes d'une application bien immédiate. La plupart du temps la distribution des courbes et des pentes est subordonnée aux terrains que la ligne parcourt, et le choix de ce terrain lui-même est commandé par des motifs commerciaux et politiques auxquels l'art doit obéir. La seule chose qu'il soit permis d'affirmer en fait de tracés de chemins de fer, c'est que, si on les considère comme des voies de communication à grande vitesse, il n'est pour ainsi dire pas de sacrifice que l'on ne doive s'imposer dans la vue d'obtenir de faibles pentes, et surtout des courbes à grand rayon.

Il n'y a qu'une seule manière d'obtenir des courbes à grand rayon, et il n'y a par conséquent aucune indication générale à donner à cet égard.

Quant à la faiblesse des pentes elle peut s'obtenir de plusieurs manières, soit en s'assujettissant à exécuter des mouvements de terre considérables, et quelque fois en allongeant le parcours pour diminuer et répartir uniformément l'inclinaison entre deux points donnés, soit au contraire en accumulant la pente sur un ou plusieurs points de la ligne où les différences de niveau sont rachetées à l'aide de plans fortement inclinés, le reste du parcours se rapprochant autant que possible de l'horizontale. Dans le premier cas les machines locomotives parcourent la ligne toute entière. Dans le dernier cas les plans inclinés sont franchis par les convois au moyen de machines fixes et sur le reste de la ligne ils sont remorqués par des machines locomotives. Il n'est jamais possible de dire à l'avance quelle distribution de pentes il convient d'adopter sur une ligne donnée. Le choix dépend d'une comparaison établie entre les frais de construction première et les frais d'exploitation que nécessiterait l'un ou l'autre système, pour une circulation de voyageurs et de marchandises éventuellement calculée d'après les probabilités de la statistique.

Au reste quelle que soit la distribution des pentes sur un chemin de fer elle ne doit point influer sur la construction de la voie proprement dite. Or, c'est sur ce sujet principalement que nous avons jugé utile d'ajouter quelques mots aux descriptions qui ont été données dans la première partie de cet ouvrage.

#### LARGEUR DE LA VOIE.

La largeur de voie que l'on rencontre le plus fréquemment sur les chemins de fer, est celle de 1<sup>m</sup>41 entre les faces intérieures des rails. Cette voie est à

peu près celle des voitures circulant sur les routes ordinaires ; c'est celle qui a été généralement adoptée en France, en Belgique, en Allemagne, en Amérique et sur la plus grande partie des chemins anglais. Cependant nous devons citer comme faisant exception à la règle.

Le chemin de Londres à Yarmouth dont la largeur entre les faces intérieures des rails est de 1<sup>m</sup>52 ;

Les chemins de Dundee à Arbroath et à Forfar (Ecosse), dont la largeur est de 1<sup>m</sup>68 ;

Celui de Londres à Bristol et Exeter, dont l'exécution est confiée à M. Brunel, et qui a pour largeur 2<sup>m</sup>13 ;

Le chemin de Saint-Pétersbourg à Zarskoo-Sélo dont la largeur est de 1<sup>m</sup>83.

Le but principal que l'on s'est proposé en adoptant sur ces lignes une plus grande largeur de voie a été : 1° de permettre au constructeur d'accroître les dimensions de la locomotive, pour donner plus de place au jeu des différentes pièces, et en rendre la surveillance et l'entretien plus facile ; 2° d'augmenter le diamètre des roues menantes de la locomotive sans en altérer la stabilité latérale. On a encore voulu, par une très grande largeur de la voie, pouvoir abaisser le centre de gravité des diligences et des wagons, en plaçant les caisses en-dedans des roues.

Les résultats obtenus notamment sur le chemin de Londres à Bristol ne laissent aucun doute sur les avantages que présente l'accroissement de largeur de la voie pour la facilité et la rapidité de la traction. Mais il est impossible de se dissimuler que les dépenses de construction première et d'acquisition de matériel sont notablement augmentées par suite de cet élargissement, et peut être dans l'état actuel des choses serait-ce acheter trop cher la circulation à grande vitesse, que de passer immédiatement de la largeur commune de 1<sup>m</sup>44 à celle de 2<sup>m</sup>13. Les commissaires chargés d'étudier un système complet de chemins de fer pour l'Irlande avaient conclu, dans leur rapport au parlement britannique en faveur de l'adoption d'une voie de 1<sup>m</sup>88 de largeur. Quelques ingénieurs ont proposé pour la France, comme étant plus en rapport avec ses ressources, et comme réalisant un progrès suffisant, une largeur de 1<sup>m</sup>60 à 1<sup>m</sup>70, et ils ont demandé en outre qu'une largeur uniforme fut imposée à toutes les lignes qui devraient faire partie du même réseau, ou qui pourraient se relier entre elles. Cette dernière condition est indispensable en effet dans l'intérêt des circulations. Elle a été remplie jusqu'ici par les cahiers de charges imposés aux compagnies concessionnaires ; et l'administration des ponts-et-chaussées paraît devoir s'y conformer dans les lignes dont l'exécution lui est confiée ; mais on a pris pour base non point la largeur de 1<sup>m</sup>60, ou 1<sup>m</sup>70, mais celle de 1<sup>m</sup>44, à laquelle on s'arrêtera sans doute pour longtemps encore dans notre pays.

Les chemins de fer à grande vitesse étant généralement à deux voies, présentent en conséquence les dimensions suivantes pour leur profil transversal.

En déblai (fig. 1), 7<sup>m</sup>40 entre les crêtes des talus des fossés destinés à l'écoulement des eaux, et dont la largeur peut varier selon la nature du sol de la tranchée ; en remblai (fig. 2), 8<sup>m</sup>30 entre les crêtes des talus.

## SUPERSTRUCTURE.

La superstructure d'un chemin de fer, ou autrement dit le système le plus convenable pour la pose et la forme des rails, est encore dans un état d'incertitude qui prouve que, malgré les grands progrès accomplis dans ces dernières années, l'art des chemins de fer est loin d'en être arrivé à ses dernières limites. Nous nous occuperons plus loin des diverses formes de rails en usage aujourd'hui. Quant à la pose proprement dite, tous les systèmes peuvent se rapporter à deux principaux : le système à supports continus et le système à supports discontinus.

*Assiette de la voie.*

Quel que soit d'ailleurs celui que l'on adopte, il est généralement reconnu que ce qu'il y a de plus avantageux pour la stabilité de la voie et la facilité de la traction, c'est que les rails et leurs supports reposent sur un sol légèrement élastique. Sous ce rapport, la pratique est venue donner un démenti à la théorie sur laquelle se fondaient les premiers constructeurs qui cherchaient à rendre la base du chemin de fer aussi fixe et aussi inébranlable que possible. En Amérique, où les supports reposent très souvent sur des massifs de pierres concassées, et quelquefois sur des maçonneries en briques, on remarque que la voie est fort dure. On y a remédié dans quelques endroits, en interposant entre les rails et la fondation un double rang de longrines superposées, et séparées par des traverses. L'élasticité qui résulte de cette profusion de bois, à laquelle on ne saurait songer dans notre pays, est seule capable de contrebalancer jusqu'à un certain point la dureté du fonds. Le chemin de Londres à Greenwich était d'une dureté insupportable dans l'origine; les dés en pierre qui supportent les rails étaient enchâssés au moyen de mortier et de ciment dans le long viaduc sur lequel le chemin est posé tout entier, on a supprimé le mortier et le ciment, et la dureté du roulage a diminué; mais elle n'en est pas moins encore fort grande à cause de la continuité de la maçonnerie qui forme le sol artificiel de cette ligne.

Outre l'élasticité modérée que doit présenter le sol sur lequel repose la voie, il doit encore se prêter facilement à l'écoulement des eaux pluviales, ainsi qu'aux réparations et relèvements de rails. On avait cru sous ce dernier rapport que rien ne vaudrait mieux que de répandre sur la voie une couche de pierres cassées, dont l'épaisseur variait de 25 à 30 centimètres, mais on a dû reconnaître que les vibrations se propageaient trop brusquement dans cette masse, et on l'a remplacée par une couche de sable et de gravier dont l'épaisseur va jusqu'à 50 et 60 centimètres. Une précaution importante à prendre dans le choix du sable et du gravier, est de bien faire attention à ce qu'il soit complètement exempt de parties argileuses qui nuiraient à la perméabilité, et s'opposeraient à l'assèchement de la voie.

*Supports discontinus.*

Le système des supports discontinus est celui qui est le plus généralement pratiqué en Europe. Dans ce système, les rails reposent de distance en dis-



tance sur des appuis soit en pierre, soit en bois, soit même en fonte. Lorsque les appuis sont en pierre, ils présentent généralement la forme de dés isolés entre eux et sous chaque cours de rails. Quelquefois cependant on les emploie à l'état de traversines reliant les deux cours de rails d'une même voie ; mais ce dernier mode est rarement usité. Le bois et la fonte ne s'emploient qu'à l'état de traverses ; les traverses en fonte se rencontrent fort rarement.

Le choix à faire entre les dés en pierre et les traverses en bois pour les supports discontinus ne peut présenter d'incertitude que par suite des différences entre les prix des matériaux dans les contrées où l'on se trouve, car il n'y a nul doute que l'avantage ne soit du côté des traverses en bois. Elles réunissent en effet à l'avantage d'une élasticité, que la pierre ne possède jamais au même degré, celui d'assurer la conservation de l'écartement entre les deux cours de rails dont se compose la voie.

L'espace entre les supports n'est pas non plus une chose indifférente pour la traction. Il y a deux systèmes à cet égard : l'un qui consiste à employer des rails et des supports très rapprochés, l'autre qui emploie des rails beaucoup plus forts et des supports très éloignés les uns des autres. La longueur des rails variant, quel que soit leur poids, entre 4<sup>m</sup>50 et 5<sup>m</sup>, l'écartement entre les supports varie dans le premier système de 0<sup>m</sup>95 à 1<sup>m</sup>15, le poids des rails étant de 13 à 25 kilogrammes par mètre courant. Dans le second système, l'écartement des supports a été porté jusqu'à 1<sup>m</sup>52, le poids des rails étant de 37 à 38 kilog. par mètre courant. Ce dernier mode paraît plus avantageux pour la traction à grande vitesse, à cause de sa plus grande élasticité.

Les dés en pierre exigent une grande ténacité. On les fait soit en granit, soit en grès, soit encore en calcaire d'ancienne formation, en ayant soin, quelle que soit la roche, de choisir les bancs durs, homogènes et sans apparence de fissures. Leurs dimensions varient de 0<sup>m</sup>08 à 0<sup>m</sup>12, et on les pose de manière à ce que le rail se trouve sur leur diagonale.

On peut employer pour les traverses en bois toutes sortes d'essences résineuses ou à longues fibres, tels que les pins du Nord, le chêne, le peuplier, etc. Il n'est point nécessaire de les équarrir, et il suffit pour la stabilité de la pose qu'elles présentent une face plane du côté où elles posent sur le sol de la route. On les obtient en refendant des rondins de 0<sup>m</sup>20 à 0<sup>m</sup>30 de diamètre que l'on emploie ainsi en grume, écorcés ou non. Il faut que la longueur des traverses soit plus grande que la distance qui sépare les deux cours de rails d'une même voie, de manière à ce qu'elles les débordent d'environ 12 à 15 centimètres de chaque côté. Ainsi, une voie qui a 1<sup>m</sup>44 de largeur entre les faces intérieures des rails, sera posée sur des traverses qui n'auront pas moins de 1<sup>m</sup>80 de longueur.

#### *Supports continus.*

Dans les chemins à supports continus, les rails posent dans toute leur longueur sur des pièces de bois qui prennent le nom de longrines. Ces longrines sont reliées entre elles par des traverses en bois, et forment ainsi un ensemble élastique que l'on fait reposer directement sur l'ensablement de la voie. On peut poser les longrines sur les traverses sans que les surfaces inférieures des

deux systèmes de pièces soient de niveau ; mais il vaut mieux que les traverses soient encastrées dans les longrines, de manière à ce que l'assemblage tout entier porte directement sur le sol. On avait essayé de faire reposer les longrines sur une file de pieux verticaux enfoncés en terre ; mais l'expérience n'a pas été favorable à ce procédé. Le seul reproche que l'on ait fait avec raison au système des supports continus, c'est qu'il est fort cher dans les pays où le bois est rare ; car il est certain qu'aucun autre ne réunit au même degré les conditions de stabilité et d'élasticité que réclame le service des chemins de fer. Nous pensons qu'il est possible d'en diminuer la dépense par deux moyens. Le premier, qui est déjà employé, consiste à augmenter la durée du bois au moyen de préparations chimiques qui empêchent ou arrêtent la carie. L'expérience n'a pas encore eu une assez longue durée jusqu'ici pour que l'on puisse répondre du succès des procédés connus du public ; il est fort à désirer pour notre pays qu'il se produise quelque chose de certain sous ce rapport. Quant au second moyen de diminuer la dépense, nous pensons qu'on doit le chercher dans la suppression des traverses en bois qui relient les longrines entre elles, et dans leur remplacement par un système d'étriers, de calles et de boulons, où la fonte et le fer forgé joueraient le même rôle.

#### RAILS, CHAIRS OU COUSSINETS, ETC.

Les formes des rails que l'on emploie aujourd'hui sont extrêmement variées. Néanmoins on peut toutes les rapporter à deux principales : les rails ondulés et les rails parallèles. Cette première forme est à peu près abandonnée : elle consistait à donner aux rails une plus grande épaisseur entre les supports qu'à l'endroit même du support. Le but que l'on se proposait d'atteindre par cette forme était d'obtenir un solide d'égale résistance. Or la théorie indiquait que pour donner à une barre de fer sur toute sa longueur une résistance égale à celle que présentent les points d'appui. Il fallait augmenter la quantité de matière par un renflement dans le sens vertical. La diminution de poids qui en résulte n'a pas pu être fort considérable car on a bientôt reconnu que pour résister au passage des convois les rails devaient, avoir près des points d'appui une épaisseur relative plus grande que la théorie l'indique. Comme d'ailleurs la difficulté de fabrication compensait quant au prix la petite différence de poids ainsi obtenue, que la pose était plus difficile et qu'il n'était pas possible de faire varier l'écartement des supports, on a dû y renoncer généralement. La forme ondulée ne convient point pour la pose sur longrines : elle ne peut être employée que dans le cas des supports discontinus.

On a vu, page 185, que les rails en fonte avaient été remplacés avec avantage par les rails en fer malléable. Ces derniers sont les seuls qui soient désormais employés sur les chemins de fer à grande vitesse, et la forme ondulée ayant été rejetée ce sont les rails parallèles qui y sont exclusivement en usage. Ces rails sont de deux espèces, ceux qui exigent des chairs ou coussinets, ceux qui n'en ont pas besoin. Ces derniers sont exclusivement destinés à la pose sur longrines : les premiers peuvent être posés indifféremment sur des en pierre ou traverses en bois.

Les figures 3 et 4 représentent, en coupe et en plan, une portion de rail avec le chair ou coussinet en fonte sur lequel il est assujéti au moyen de calles en bois chassées avec force. Le coussinet est fixé sur la traverse par deux boulons. Le poids de ce rail est de 13 kilogrammes par mètre courant : il est trop faible pour de grandes vitesses, et ne peut servir que pour des lignes destinées à un faible transport de marchandises. Il est employé sur les chemins de fer d'Épinal au canal de Bourgogne. On s'en était servi aussi pour le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon ; mais l'énorme tonnage des houilles auxquelles ce chemin livre passage, et le transport des voyageurs qui est venu s'y joindre ont forcé la compagnie à y renoncer. Le rail qu'elle substitue à son ancienne voie est de la forme représentée par les fig. 5 et 6 : il pèse 25 kilogrammes par mètre courant. Cette forme est due à feu M. L. Coste, ingénieur distingué qui a été pendant plusieurs années directeur du chemin. Elle présente sur le rail à champignon l'avantage suivant : dans les rails à champignon la partie la plus faible est évidemment celle du champignon, tant parce que le bord ne présente pas une aussi grande épaisseur que le corps du rail proprement dit, que par suite de la manière dont il est fabriqué. En effet les rails sont formés par la justà-position de barres de fer plat soudées à chaud et passées au laminoir. Dans l'opération du laminage la partie qui est la moins comprimée est celle qui forme le rebord du champignon. Or c'est précisément celle-là qui supporte la plus grande fatigue, puisque c'est sur elle que portent constamment les roues des voitures. Cet inconvénient n'a pas lieu dans le rails de M. Coste dont la forme sensiblement cubique ne présente aucun porte-à-faux sur le bord. On remarque seulement que l'angle du rail produit sur les jantes des roues l'effet d'un couteau qui tend à les couper. On éviterait cet inconvénient en abattant cet angle et l'arrondissant ; mais alors la surface du rail ne conserverait plus assez de largeur. Nous verrons tout à l'heure comment on est parvenu dans d'autres formes de rails à obtenir la plus grande résistance possible en augmentant cette surface, sans être obligé d'employer une plus grande quantité de matière.

Les fig. 7 et 8 représentent une forme de rail à double champignon qui est très fréquemment employée sur les chemins à grande vitesse. C'est la forme des rails du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, ils pèsent 32 kilogrammes par mètre courant. Leur longueur est de 4<sup>m</sup>50. Les supports en fonte sur lesquels ils sont assujettis au moyen de calles en bois sont espacés de 1<sup>m</sup>125.

Le rail à double champignon est d'une pose facile et sûre, et l'un des avantages qu'on lui attribue est de pouvoir être retourné lorsque l'usure ou quelque accident a déformé la face supérieure. Cet avantage ne paraît pas parfaitement démontré et il arrive rarement qu'on en fasse l'application dans la pratique.

Les fig. 9 et 10 représentent une rail de forme américaine. On voit qu'il présente une large base et doit par conséquent être très bien assis sur les supports, ce qui s'oppose au déversement latéral. Les mêmes clous qui fixent le rail dans les supports traversent ce dernier et entrent dans la traverse où on les chasse avec force. De cette sorte le rail et le support sont assujétiés en même temps.

Les fig. 11, 12 et 13 représentent d'autres rails à simple champignon qui

ont été aussi employés sur les chemins à grande vitesse. Leur défaut de largeur à la base en rend la pose moins sûre contre le déversement latéral.

Avant de décrire la forme des rails qui sont destinés à la pose sur longrines, il nous reste à parler des procédés employés pour fixer les rails dans les coussinets. Le rail, ainsi qu'on le voit dans les figures précédentes, est fixé dans le coussinet au moyen de coins en bois. Ceux-ci sont en chêne, et se fabriquent à la mécanique. Comme ils ont l'inconvénient de gêner le mouvement longitudinal de déplacement que les variations de température font subir aux rails, on a cherché à y remédier par divers moyens. Le plus ingénieux est celui qui est employé sur quelques chemins anglais et qui consiste à fixer le rail au coussinet par l'intermédiaire d'une balle de fonte de 0<sup>m</sup>02 de diamètre serrée par une cheville. Cette balle ne touchant le rail que par un seul point lui permet de glisser sous l'influence de la dilatation, en se transportant avec lui. L'expérience n'a pas encore appris d'une manière suffisante si ce procédé est à l'abri de tout inconvénient.

Les fig. 14, 15 et 16 représentent les formes de rails qui ont été successivement employées au chemin de Londres à Bristol par M. Brunel. La dernière est celle à laquelle cet ingénieur s'est arrêté en dernier lieu. Le premier rail pesait 26,8 kilogrammes par mètre : il a été trouvé trop faible à cause de la grande vitesse et du poids énorme des locomotives qui circulent sur cette ligne ; cette vitesse est de 50 à 60 kilomètres par heure et le poids des locomotives s'élève jusqu'à 19 tonnes. Les deux dernières formes donnent des rails d'un poids de 34,7 kilogrammes par mètre. Elles présentent peu de différence entre elles, seulement l'épaisseur du dernier étant uniforme, il est d'une fabrication plus facile et plus homogène, ce qui augmente sa force. Ces rails sont posés directement sur les longrines au moyen de forts boulons qui traversent leurs empattements et pénètrent dans le bois. Cette forme nous paraît supérieure à celle du rail de M. Coste, en ce que pour la même force elle emploie moins de matière, à cause de l'évidement intérieur : elle présente aux roues une surface plus large et n'a pas l'inconvénient de les couper parce que l'angle du bord est arrondi.

La fig. 17 présente une forme de rail inventée par un maître de forges anglais, M. Evan, et pour laquelle il a pris un brevet. Ce rail n'a pas encore été employé. Sa construction et sa pose nous paraissent supérieures à tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour. On voit d'après la figure qu'il est retenu sur la longrine au moyen d'une forte clavette en fer forgé percée d'un œil et dans laquelle on chasse avec force un coin qui traverse à la fois la longrine et la clavette. Ces clavettes se font au laminier et l'œil se perce au moyen d'une emporte-pièce, ce qui en rend la fabrication peu dispendieuse. Il est évident qu'un rail ainsi posé ne peut être sujet à aucun déversement latéral, et qu'il présente le meilleur moyen pour assurer une parfaite continuité d'alignement à la jonction de deux rails consécutifs. Nous devons en outre faire remarquer que la suppression des larges empattements nécessaires aux rails de M. Brunel diminue le poids des rails de M. Evan. Sans être moins forts que ces derniers, ils ne pèsent que 19,8 kilogrammes par mètre courant.

Les fig. 18 et 19 sont destinées à faire connaître la forme d'un double support disposé pour recevoir deux rails à la fois. Cette disposition est destinée à économiser et à simplifier la construction du chemin dans les jonctions et

les croisements qui se présentent aux embranchements et aux points de départ et d'arrivée sur toutes les lignes.

## CHANGEMENTS DE VOIE.

Nous allons maintenant, pour compléter ce qui est relatif à la construction de la voie d'un chemin de fer, faire connaître les procédés employés pour faire passer un convoi d'une voie sur une autre. Sans entrer à cet égard dans des détails qui dépasseraient les bornes que nous nous sommes imposées, nous dirons que ces procédés sont de deux sortes.

Le premier, qui est employé toutes les fois que les convois doivent exécuter ces changements pendant leur marche, consiste dans de simples croisements. Ces croisements sont de plusieurs sortes. Quelquefois les deux portions de rails formant la partie mobile de la voie sont mus à volonté, au moyen d'un excentrique qui permet de les faire aboutir à deux, trois et même quatre voies parallèles qui sont infléchies pour venir se rencontrer sous des angles fort aigus. Les fig. 20 et 21 représentent un de ces mécanismes pour deux voies. Pour les convois à grande vitesse le meilleur moyen que l'on ait imaginé jusqu'ici consiste dans le croisement par le déplacement du rail sans contrepoids : un signal adapté au mécanisme de déplacement indique de loin au machiniste si le croisement est ou non disposé pour le passage du convoi.

Le second procédé pour changer de voie est beaucoup plus lent et n'est usité que dans les stations et ateliers de remisage et de réparation. Il consiste dans l'emploi de plates-formes mobiles sur lesquelles chacune des voitures vient successivement se placer pour passer ensuite sur la voie qui lui est destinée. Lorsque les diverses voies sur lesquelles doivent passer les voitures d'un convoi sont parallèles entre elles et à la voie d'arrivée, ainsi que cela a lieu dans les remises des wagons et diligences, la plate-forme mobile n'est autre chose qu'un chariot dont la partie supérieure est de niveau avec la voie principale et avec les voies de remisage, et qui porte une portion de voie dirigée dans le même sens que celles-ci. Ce chariot est monté sur de petites roues à gorge roulant sur un chemin de fer placé en contrebas du sol et perpendiculairement aux voies sur lesquelles se meuvent les wagons et les diligences. En les faisant marcher on comprend de suite qu'il viendra se placer de manière à ce que la portion de voie qu'il porte se trouve à volonté dans le prolongement de la voie principale d'entrée et de sortie ou dans le prolongement de l'une des voies de remisage.

Lorsque l'on a besoin de faire passer une voiture sur une voie formant un angle droit ou autre avec celle qu'elle doit quitter, on emploie des plates-formes tournant sur galets et qui viennent se placer dans telle direction que l'on veut pour recevoir la voiture, et lui permettre de passer sur une autre voie. Les fig. 22 et 23 représentent une de ces plates-formes ; sa dimension est calculée de manière à ce qu'elle puisse recevoir une locomotive à six roues : elle a plus de quatre mètres de diamètre. L'inspection seule du dessin suffit pour en faire comprendre la manœuvre.

## DES PLANS INCLINÉS.

Il nous reste, pour compléter les notions succinctes que nous avons voulu réunir ici sur l'état actuel de l'art des chemins de fer, à parler du matériel et des procédés de traction que l'on emploie pour les parcourir. Mais avant de passer à la description de la locomotive actuelle, nous dirons quelques mots de plans à forte pente que l'on rencontre quelquefois sur leur tracé sans qu'il soit possible de les éviter, et des moyens en usage pour les franchir.

Il arrive quelquefois que les plans inclinés sont disposés assez heureusement pour que les transports à charge aient tous lieu à la descente et que les wagons ne remontent presque jamais qu'à vide. Cela se rencontre assez fréquemment dans les chemins qui desservent des mines de houille. Le système que l'on emploie dans ce cas porte le nom d'*Automoteur*, il consiste à abandonner les wagons chargés à la gravité pour la descente du plan, et à faire servir leur poids à remonter en même temps les wagons vides sans autre force motrice. Les chemins sur lesquels ce système est employé étant généralement à une seule voie (fig. 24), voici comment les rails sont disposés pour le service : une seule voie dans la moitié basse du plan ; une partie à double voie dans le milieu, pour le croisement des deux trains de wagons ; deux voies dans la moitié supérieure avec un rail commun dans le milieu, et enfin deux portions à deux voies séparées en haut et en bas pour le stationnement des trains.

Le mécanisme (fig. 25 et 26) consiste dans une corde un peu plus longue que le plan, aux extrémités de laquelle sont attachés les deux trains de wagons et qui est soutenue de distance en distance sur de petites poulies. Elle s'enroule sur un tambour vertical ou horizontal, ou sur une grande poulie à gorge en fonte placée en haut du plan sous un palier dans une cage en maçonnerie. Lorsque le mouvement des wagons s'accélère trop, on modère la vitesse de la grande poulie au moyen d'un frein, et si ce moyen paraît insuffisant un homme placé sur le dernier wagon descendant agit sur les roues au moyen d'un autre frein. Quelquefois on donne au plan, dans sa partie inférieure, une légère contrepente dans le même but.

Lorsque les wagons chargés doivent remonter le plan incliné, on les remorque au moyen d'une machine à vapeur qui met en mouvement un tambour horizontal sur lequel vient s'enrouler la corde à l'extrémité de laquelle est attaché le train de wagons. L'axe de ce tambour est perpendiculaire à la direction de la voie et assez élevé pour que les wagons puissent librement passer dessous. Lorsque le chemin est à une seule voie les wagons vides en descendant ramènent la corde au bas du plan. Lorsque le chemin est à deux voies on emploie deux tambours qui tournent en même temps et dans le même sens ; mais l'une des cordes passe en dessus, l'autre en dessous, en sorte que l'une descend quand l'autre monte, et réciproquement. On peut également au lieu de tambours se servir, comme pour le plan automoteur, de grandes poulies mues par une machine à vapeur au moyen de roues d'angle. Si l'inclinaison du plan n'est pas assez forte pour que les wagons descendants entraînent la corde par leur propre poids, on ajoute au bas du plan incliné une grande poulie de renvoi sur laquelle passe une seconde corde que l'on attache à

l'arrière des wagons montants et à l'avant des wagons descendants. De cette manière ceux-ci sont entraînés à la descente par la même machine à vapeur qui remorque le train ascendant. On en voit un exemple dans la fig. 27.

Les fig. 28 et 29 représentent un système à peu près semblable employé au grand plan incliné de Liverpool. Seulement au lieu de deux cordes il n'y a ici qu'une seule corde sans fin. Comme sa longueur pourrait varier avec l'humidité elle est maintenue dans un degré constant de tension au moyen d'un contrepoids qui descend librement dans un puits. Le mouvement est donné au système par une machine à vapeur placée en haut du plan et qui agit sur la grande poulie au moyen d'engrenages coniques.

S'il se rencontre sur la ligne d'un chemin de fer un seuil qui n'ait pas une grande largeur, et que les pentes soient assez fortes pour que les wagons vides puissent entraîner la corde à la descente, on peut n'employer qu'un seul tambour mù par une machine à vapeur servant alternativement pour l'un et l'autre plan. Mais le plus souvent, pour descendre la corde, on est obligé de recourir à un procédé analogue à celui que nous venons d'indiquer pour les plans inclinés isolés, c'est-à-dire à de grandes poulies de renvoi placées au bas de chacun des plans.

En terminant cet exposé succinct des principales circonstances que l'on peut remarquer dans les plans inclinés des chemins de fer, nous ajouterons que les manœuvres auxquelles ils obligent nécessitent l'emploi de signaux pour avertir d'une extrémité à l'autre si la voie est libre ou embarrassée. De simples télégraphes suffisent lorsque du sommet l'on peut apercevoir la partie inférieure; mais lorsque des obstacles intermédiaires s'opposent à la transmission des signes on a recours à d'autres moyens. Aux plans inclinés de Liverpool, dont il n'est pas possible d'apercevoir les extrémités inférieures à cause des souterrains dans lesquels ils sont pratiqués, l'avertissement du départ est donné d'en bas au moyen d'un tuyau de gaz qui parcourt toute la longueur du plan; l'extrémité supérieure est terminée en forme de sifflet et arrive dans le bâtiment de la machine. En laissant peser le gazomètre, au moment où le train est disposé pour monter, on avertit en haut par un coup de sifflet que la machine peut fonctionner.

## § 2. DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Nous allons maintenant, pour faire voir quels immenses progrès ont été accomplis dans l'art de la locomotion depuis l'époque où Nicolson a écrit son ouvrage, exposer la construction d'une des machines locomotives actuellement en usage sur les chemins de fer. Ces progrès datent du concours mémorable ouvert en 1829 par les directeurs du chemin de fer de Liverpool à Manchester, concours dans lequel M. R. Stephenson laissa bien loin derrière lui tous ses concurrents, et obtint le prix proposé par la machine qui portait le nom de la *Fusée*. C'est de cette époque que date l'introduction du parcours à grande vitesse sur les chemins de fer, vitesse qui n'a cessé depuis lors de s'accroître, et qui est en moyenne aujourd'hui sur les chemins ordinaires de 40 à 50 kilomètres par heure. Nous avons déjà occasion de dire que sur la ligne de Londres à Bristol, dont la construction est toute spéciale, tant par la

largeur de la voie que par la solidité de la pose, la vitesse est portée assez régulièrement jusqu'à 60 kilomètres. Ce n'est pas là même une limite que l'on ne puisse dépasser avec les appareils actuels sans sécurité. Des expériences ont prouvé que sur ces divers chemins cette vitesse, déjà si considérable, pouvait encore être augmentée. Mais, jusqu'ici la grande dépense qui en résulte tant par l'usure de la machine que par la consommation d'eau et de combustible, et l'absorption complète de la force de l'appareil qui est employée à se remorquer lui-même sans poids utile, n'ont pas permis de faire usage d'une plus grande vitesse dans la pratique de l'exploitation. Il n'en est pas moins intéressant de connaître un fait qui prouve que malgré ses imperfections radicales la locomotive actuelle peut déjà donner plus qu'on ne lui a demandé jusqu'à ce jour.

#### CONCOURS DE LIVERPOOL.

Avant de donner la description de la machine locomotive actuelle, nous croyons que l'on ne lira pas sans intérêt les conditions du concours ouvert par les directeurs du chemin de fer de Liverpool à Manchester et qui eut lieu le 6 octobre 1829. Elles serviront à marquer nettement la transition entre l'état de la locomotive, telle qu'elle était à l'époque où Nicholson écrivait l'ouvrage qu'on vient de lire, et son état actuel.

Mais si nous rapportons ici le nom de celui qui a remporté le prix<sup>1</sup>, M. Robert Stephenson, nous devons dire aussi, pour la gloire de notre pays, que son succès est dû à l'adoption de la chaudière à tubes, dont l'invention appartient à un de nos compatriotes, M. Marc Seguin, ingénieur et manufacturier d'Annonay, qui fut breveté pour cet objet en 1828. Voici quelles étaient les principales conditions du concours de Liverpool :

1° La machine doit consommer sa fumée.

2° Si elle pèse six tonnes, elle doit être capable de traîner, sur un chemin de fer horizontal et en bon état, un convoi de chariots du poids de vingt tonnes, y compris l'eau et l'approvisionnement. Sa vitesse sera de 16,000 mètres par heure : la pression dans la chaudière n'excèdera pas 3, 5 atmosphères.

3° La chaudière sera munie de deux soupapes de sûreté, dont l'une sera hors de la portée du machiniste : ni l'une ni l'autre ne pourra être fermée lorsque la machine fonctionnera.

4° La machine et la chaudière seront montées sur des ressorts et sur six roues. La hauteur totale de la cheminée ne devra pas excéder 4<sup>m</sup>57.

5° Le poids de la machine, y compris l'eau de la chaudière, ne devra pas excéder six tonnes, et une machine plus légère sera préférée si elle traîne proportionnellement la même charge. Dans le cas où la machine ne pèserait que cinq tonnes, la totalité de la charge ne dépasserait pas quinze tonnes. Pour des machines plus légères, la charge sera diminuée dans le même rapport. La machine sera portée sur six roues tant que son poids ne sera pas réduit au moins à 4, 5 tonnes ; à partir de cette limite, l'appareil pourra être

<sup>1</sup> Ce prix était de 500 livres ster. (12,500 fr. environ.)



placé sur quatre roues. La compagnie aura la liberté de soumettre la chaudière, le foyer, les cylindres, etc., à un effort de la presse hydraulique équivalant à  $10^{\text{m}54}$  kilogrammes par centimètre carré (10-5 atmosphères) ; elle ne sera pas responsable des dommages qui pourront en résulter.

6° La machine portera un manomètre à mercure avec une tige graduée, indiquant la pression de la vapeur au-dessus de 3-16 kilogrammes par centimètre carré (3-16 atmosphères).

7° Le prix de la machine qui sera agréée n'excèdera pas 550 liv. ster. (13,750 fr.) : les machines refusées seront reprises par les propriétaires.

Il résulta des épreuves auxquelles fut soumise *la Fusée*, qui remporta le prix, que son travail effectif avait pour mesure  $17^{\text{m}15}$ , ou, en faisant abstraction du poids de la machine,  $9^{\text{m}65}$  transportées avec une vitesse de 22,530 mètres à l'heure. La quantité d'eau vaporisée était de 518 litres par heure, et la consommation de coke de 98,98 kilogrammes dans le même temps.

## DESCRIPTION DE LA FUSÉE.

La fig. 30 représente la machine et son tender d'approvisionnement. La fig. 31 est une coupe du foyer.

La chaudière est cylindrique et terminée par deux surfaces planes : sa longueur est de  $1^{\text{m}83}$  et son diamètre de  $1^{\text{m}01}$ . A l'une des extrémités est placée une boîte carrée ou fourneau B de  $0^{\text{m}91}$  de long sur  $0^{\text{m}61}$  de large, et  $0^{\text{m}91}$  de hauteur. Ce fourneau porte à sa partie inférieure les grilles du foyer ; sur toutes ses autres faces, excepté celle qui est placée du côté de la chaudière, il est entouré d'une double paroi (fig. 31), comprenant un espace de  $0^{\text{m}076}$  de largeur, constamment rempli d'eau. Un tuyau latéral C, communiquant avec la chaudière, lui fournit constamment l'eau nécessaire à son alimentation ; un second tuyau D, fixé sur la partie supérieure du fourneau, conduit la vapeur dans la chaudière.

La moitié supérieure de la chaudière sert de réservoir pour la vapeur, et la moitié inférieure est remplie d'eau. Dans cette seconde partie sont placés les tubes en cuivre régnant sur toute la longueur de la chaudière et aboutissant d'une part au foyer, de l'autre à la cheminée. Ces tubes sont au nombre de vingt-cinq (fig. 31), et ont  $0^{\text{m}076}$  de diamètre. Les cylindres sont placés de chaque côté de la chaudière et n'agissent que sur une seule paire de roues ; leur diamètre est de  $0^{\text{m}21}$  et la course des pistons de  $0^{\text{m}41}$ . Quant aux grandes roues, ouroues menantes, elles ont  $1^{\text{m}42}$  de diamètre. Le tirage qui détermine la combustion est activé par le courant de vapeur qui passe dans la cheminée à l'aide des deux tuyaux E. L'étendue de la surface de liquide qui entoure le fourneau, et qui se trouve ainsi exposée à l'action directe du calorique, est de  $1^{\text{m}86}$ , et la surface exposée à l'air chaud et à la flamme est de  $10^{\text{m}94}$  ; la surface de la grille est de  $0^{\text{m}56}$ .

## MACHINE LOCOMOTIVE DE STÉPHENSON.

Nous allons maintenant donner la description d'une machine locomotive actuellement en usage, et nous prendrons pour exemple celle qui est décrite dans l'ouvrage anglais ayant pour titre : *Stephensons' patent locomotive engine*.

Les fig. 32, 33, 34 représentent la machine locomotive de Stephenson en

plan, coupe et élévation latérale. La fig. 35 représente le *tender* ou chariot d'approvisionnement qui porte l'eau et le coke nécessaires à l'alimentation de la machine.

Nous emprunterons la plus grande partie de la description qui va suivre, à la traduction publiée par M. Mellet en 1839.

*De la chaudière.*

La chaudière se compose de plusieurs parties distinctes : la portion cylindrique A, nommée plus particulièrement la chaudière ; le coffre du foyer B communiquant avec elle ; le foyer intérieur C où se trouve la grille ; enfin les tubes établissant la communication entre le foyer intérieur et le coffre F de la cheminée G.

La chaudière AA est un cylindre de 2<sup>m</sup>25 de long et de 1<sup>m</sup> 01 de diamètre extérieur. Elle est composée de feuilles de tôle de fer d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>008, posées à recouvrement l'une sur l'autre et jointes ensemble par des rivets en fer ayant 0<sup>m</sup>021 de diamètre et 0<sup>m</sup>043 d'écartement. Pour éviter la déperdition du calorique dans l'air, la chaudière est enveloppée dans un revêtement en bois de 0<sup>m</sup>025 d'épaisseur, formé de douves longitudinales maintenues par des cercles en fer serrés à vis en dessous.

Le coffre B est une boîte à peu près carrée, ayant 1<sup>m</sup>25 de large extérieurement et 1<sup>m</sup> 09 de long dans le sens de la chaudière. Il est formé de pièces de tôle de 0<sup>m</sup>008 d'épaisseur : le fond est de 0<sup>m</sup>64 au-dessous de la chaudière, et le haut est un demi-cylindre concentrique avec celle-ci. La boîte du foyer est ouverte au bas et présente sur sa surface antérieure une ouverture circulaire de la même grandeur que la chaudière et correspondant à son fond. La chaudière est fixée au coffre au moyen de nervures ou équerres en fer. L'équerre en fer *a* se recourbe le long de l'extrémité de la chaudière sur la ligne de jonction avec le foyer, et est rivée aux plaques de la chaudière et du coffre. Les plaques qui forment le devant et le derrière du foyer sont repliées intérieurement à angles droits, et présentent des rebords sur lesquels sont rivées les plaques de côté et de dessus.

La boîte intérieure du foyer est d'une forme semblable à celle de l'extérieur, mais elle est aplatie par le haut et fermée de tous côtés, excepté au fond. Il reste entre les deux enveloppes un espace libre de 0<sup>m</sup>09, excepté du côté de la chaudière où il est de 0<sup>m</sup>10. La paroi intérieure est formée de tôle de cuivre de 0<sup>m</sup>01 d'épaisseur : du côté de la chaudière, la portion circulaire de la plaque qui porte les tubes a une épaisseur de 0<sup>m</sup>021. Le couvercle et les côtés du coffre sont formés d'une seule plaque : il en est de même des deux autres faces. Celles-ci sont repliées intérieurement sur leurs bords de la même manière que celle de l'enveloppe extérieure pour s'assembler avec les plaques contiguës au moyen de rivets de cuivre de 0<sup>m</sup>02 de grosseur. La boîte intérieure est fixée au fond à l'enveloppe extérieure : à cet effet, les plaques en sont recourbées et mises en contact avec l'enveloppe extérieure à laquelle elles sont réunies par des rivets de cuivre. On pratique un trou ovale de 0<sup>m</sup>35 de large et 0<sup>m</sup>30 de haut sur le derrière des deux enveloppes pour la porte du foyer : la plaque de la boîte intérieure est recourbée en dehors jus-

qu'à la rencontre de l'autre plaque à laquelle elle est fixée par des rivets de cuivre. La porte du foyer se compose de deux feuilles de tôle réunies par des rivets et laissant entre elles un espace de 0<sup>m</sup>012 qui forme matelas d'air, et préserve ainsi la feuille extérieure de l'action du feu.

La grille est fixée à 1<sup>m</sup> au-dessous du couvercle de la boîte et à 0<sup>m</sup>24 au-dessus du fond. Elle se compose de plusieurs barres séparées et libres, en fer forgé, ayant 0<sup>m</sup>062 d'épaisseur au milieu et 0<sup>m</sup>025 de largeur en haut; elles s'amincissent par le bas pour laisser à l'air une entrée plus libre. Les extrémités recourbées de ces barres sont posées dans les trous d'un cadre de fer qui entoure le coffre à une petite distance de ses bords, et est soutenu par un fer d'angle houlonné sur l'avant et l'arrière du foyer. Ces barres étant isolées et mobiles peuvent être facilement remplacées lorsqu'elles se détériorent : elles permettent aussi, en les enlevant de leur encastrement au moyen d'un crochet destiné à cet usage, d'éteindre rapidement le feu en les faisant tomber sur le chemin avec tout le combustible du foyer. La surface de la grille est de 90 décimètres carrés; elle est de 0<sup>m</sup>45 plus bas que la dernière rangée de tubes dont nous parlerons plus loin. La contenance du foyer, rempli jusqu'à cette ligne, est donc de 4 hectolitres ou d'environ 125 kilog. de coke. Mais ordinairement on n'en met que 75 à 100 kilog.

Les faces opposées de l'enveloppe intérieure et de l'enveloppe extérieure du coffre C sont jointes ensemble par un certain nombre de boulons en cuivre de 0<sup>m</sup>019 de grosseur, taraudés sur toute leur longueur et vissés dans des trous pratiqués dans les deux plaques. Ces boulons sont ensuite rivés à chaque bout : ils sont disposés à 0<sup>m</sup>10 de distance environ les uns des autres. Le couvercle de la boîte intérieure est consolidé au moyen de six arcs en fer placés parallèlement l'un à l'autre, suivant la longueur de la plaque à laquelle ils sont fixés par les boulons taraudés qui la traversent et sont de plus retenus en bas par des écrous. Les arcs ne touchent la plaque qu'à l'endroit des boulons; ils sont évidés dans l'intervalle; ils ont une largeur de 0<sup>m</sup>031, laquelle s'augmente à l'endroit des boulons; leur épaisseur est de 0<sup>m</sup>062 au milieu. Afin d'être certain que l'eau est toujours entretenue dans la chaudière à une hauteur suffisante pour que le couvercle en soit couvert, on a disposé un petit bouchon en plomb, rivé de chaque côté dans un trou pratiqué au centre de ce couvercle. Lorsque l'eau baisse assez pour laisser la plaque à découvert, le bouchon fond par la chaleur et donne vers le foyer une issue à la vapeur qui éteint le feu.

La communication entre le foyer et la cheminée a lieu au moyen de 124 tubes en laiton laminé de 0<sup>m</sup>002 d'épaisseur, qui ont 0<sup>m</sup>041 de diamètre extérieur et sont espacés de 0<sup>m</sup>018. Ces tubes sont fixés d'une part dans la plaque d'avant du foyer, et de l'autre dans la plaque qui ferme l'autre extrémité de la chaudière. On pratique, à cet effet, dans ces plaques des trous cylindriques dans lesquels les tubes sont exactement ajustés. Ils ont juste assez de longueur pour venir affleurer le dehors de ces plaques; leurs extrémités sont ensuite plus solidement fixées au moyen d'anneaux ou viroles d'acier légèrement coniques que l'on chasse avec force dans l'intérieur du tube. Ces viroles étant un peu plus grosses que le tube compriment celui-ci avec force contre la paroi du trou et rendent les joints parfaitement étanchés. Les tubes en laiton durent environ deux ans : ils pèsent lorsqu'ils sont neufs environ 7 kilo-

grammes et perdent 3 kilogrammes dans le cours de leur service tant par l'effet du courant thermo-électrique qui les décompose que par le frottement des cendres et escarbilles entraînées par le tirage. Quand leur force est ainsi réduite ils sont sujets à s'écraser intérieurement sous la pression de la vapeur et laissent arriver l'eau dans le foyer. Pour remédier provisoirement à ces fuites, on chasse dans chaque bout du tube brisé un bouchon de bois dur que l'eau de l'intérieur du tube empêche de brûler, et qui permet à la machine de continuer sa course. Les tubes servent aussi à renforcer les extrémités de la chaudière. Pour produire le même effet dans la partie supérieure, on fixe six tringles de fer à la hauteur du dessus du foyer, parallèlement entre elles et dans le même sens. Leurs extrémités sont fixées à un boulon par une pièce de fer en forme de T, rivée sur le fond de la chaudière et sur la plaque du foyer.

Le coffre de la cheminée ou boîte à fumée a 1<sup>m</sup>20 de large sur 0<sup>m</sup>60 de long. L'arrière est formé par une plaque de fer de 0<sup>m</sup>012 d'épaisseur qui ferme la chaudière à laquelle elle est jointe par le moyen de nervures ou équerrés de fer. Le reste du coffre, qui est entièrement fermé, se compose de feuilles de tôle de 0<sup>m</sup>006 d'épaisseur réplées et solidement rivées, sauf la plaque de devant qui est simplement boulonnée pour que l'on puisse la retirer à volonté.

Au-dessus de cette boîte est fixée la cheminée. Elle a 4<sup>m</sup>20 de hauteur au-dessus du niveau des rails, 0<sup>m</sup>38 de diamètre, et est formée de feuilles de tôle de 0<sup>m</sup>003 d'épaisseur, rivées et consolidées par des cercles de fer. Dans le bas sont les deux cylindres à vapeur, dont nous parlerons plus loin, et qui laissent échapper la vapeur dans la cheminée par le tuyau souffleur ou *tuyère* P. Cette tuyère est en cuivre de 0<sup>m</sup>003 d'épaisseur, son diamètre intérieur est de 0<sup>m</sup>093 au bas, et se réduit à 0<sup>m</sup>062 au sommet pour obliger la vapeur à jaillir avec plus de force à sa sortie dans la cheminée. C'est ainsi que l'on obtient un tirage rapide et énergique dans les tubes et le foyer par le jet continu de vapeur qui sort des deux cylindres. Ce tirage, nous devons le dire, ne s'obtient qu'aux dépens de la force de la machine par suite de la réaction que produit sur les pistons des cylindres l'étranglement de la tuyère. Lorsque la marche est rapide et la sortie de la vapeur presque continue, la perte d'effet provenant du tirage est à peu près égale à la moitié de la force de la machine.

Une soupape I, formée de tôle mince et s'adaptant exactement à la cheminée à la hauteur du sommet de la tuyère, sert à régler et même à arrêter le tirage du foyer à volonté : elle est mue au moyen d'une tringle en fer dont l'extrémité est garnie d'un manche et qui vient se reposer sur une fourchette en fer placée au-dessus du foyer à la portée du machiniste. La soupape I étant percée à son centre d'une ouverture égale à l'orifice de la tuyère, ne gêne point la sortie de la vapeur lorsqu'on la met dans une position horizontale pour fermer la cheminée.

La plaque de devant de la boîte à fumée est garnie d'une grande porte qui permet l'accès vers les cylindres et les tubes. Une autre petite porte placée près du fond sert à enlever les cendres et les escarbilles que l'énergie du tirage entraîne à travers les tubes.

La chaudière est entretenue d'eau par deux pompes alimentaires mises en mouvement par la machine et communiquant avec le réservoir du tender au moyen de deux tuyaux. Des robinets adaptés à ces tuyaux, et dont les manches s'élèvent à travers le plancher où se tient le machiniste, lui permettent de régler à volonté l'alimentation de l'eau sur la consommation de vapeur et même

de la supprimer tout à fait au besoin. La hauteur de l'eau dans la chaudière est indiquée par un manomètre ou tube de verre placé à l'extérieur, sur la paroi d'arrière de la boîte à feu, sous les yeux du machiniste. Comme la vapeur en s'introduisant dans le manomètre pourrait induire en erreur sur la vraie hauteur de l'eau dans la chaudière, deux robinets d'épreuve sont fixés sur le côté du foyer, l'un étant de 0<sup>m</sup>10 au-dessus de l'autre. Le plus bas est à 0<sup>m</sup>025 au-dessus du couvercle du foyer. On les ouvre de temps en temps pendant la marche l'un et l'autre, pour s'assurer que l'eau ne descend jamais dans la chaudière au-dessous du plus bas, cas auquel le couvercle de la boîte à feu pourrait rester à sec et se brûler.

La tension de la vapeur dans la chaudière est réglée au moyen des deux soupapes de sûreté N, O. La soupape O est fermée à clef dans une boîte pour empêcher l'accès. Elle est tenue en place par plusieurs petits ressorts elliptiques dont on règle la pression d'avance au moyen d'une vis. La charge est ordinairement telle que la soupape O laisse sortir la vapeur lorsque la pression dépasse 3.5 atmosphères. La soupape N est en laiton et formée d'un disque à bords coniques à 45° et d'une tige centrale qui sert à guider son mouvement quand la vapeur la soulève. Elle repose sur un siège également en laiton, boulonné sur le coffre de la chaudière, et portant une oreille sur laquelle est fixé le support à fourchette qui reçoit l'extrémité du levier destiné à régler la pression. Une tige verticale jointe au levier porte directement sur la tête de la soupape; à l'extrémité du levier, c'est-à-dire environ à 0<sup>m</sup>90 du point d'appui, est attachée par un écrou à main la tringle d'une romaine à ressort dont le pied est fixé sur le coffre. La pression de la soupape N se règle par le serrage de cette vis; on la porte ordinairement à 3.5 atmosphères, de manière qu'elle se soulève à peu près en même temps, mais un peu avant la soupape O.

P est une ouverture circulaire de 0<sup>m</sup>40 de diamètre, appelée *trou d'homme*, et qui permet à un homme de descendre dans la chaudière pour la réparer et la nettoyer. Deux petites ouvertures pratiquées au bas du foyer de chaque côté, et fermées par des plaques boulonnées extérieurement, servent pour nettoyer le coffre et en lever les sédiments au moyen d'un courant d'eau. Deux robinets de décharge de 0<sup>m</sup>025 de diamètre sont fixés aussi le long du coffre près du fond du foyer. Aussitôt que la machine a fini son service, et pendant qu'elle est encore chaude, on les ouvre, et l'eau qui s'écoule avec force sous la pression de la vapeur forme des jets rapides qui entraînent les sédiments et nettoient la chaudière. Cette opération doit se faire tous les deux ou trois jours.

Le combustible dont on se sert pour la machine est le coke qui est transporté sur le tender derrière la porte du foyer. On fait toutes les cinq ou dix minutes un rechargement d'environ 25 kilogrammes. Il faut environ une heure trois quarts pour échauffer l'eau de la chaudière avant le départ et arriver à produire la vapeur; ce qui exige 75 à 100 kilogrammes de coke. La surface de l'eau exposée à la chaleur directe est de 4<sup>m</sup>·50; celle des tubes qui est exposée à la chaleur indirecte est de 40<sup>m</sup>·9. La section du passage de l'air chaud par ces tubes est de 10 décimètres carrés; celle de la cheminée est un peu plus grande, elle est de 11.5 décimètres carrés.

*Distribution de la vapeur, tiroirs, cylindres, etc.*

La vapeur produite par l'ébullition de l'eau dans la chaudière en remplit la partie supérieure et s'élève dans une espèce de dôme en laiton, de 0<sup>m</sup>009 d'épaisseur, ayant 0<sup>m</sup>38 de diamètre, et 0<sup>m</sup>60 de hauteur, et boulonné au moyen d'un rebord sur la boîte à feu. Là elle rencontre le tube évasé D, dans lequel elle est entraînée pour passer dans le tuyau de distribution qui la conduit aux cylindres.

Le but que l'on se propose, en forçant la vapeur à s'élever au-dessus du corps de la chaudière, est de la faire arriver complètement sèche et pure dans les cylindres, car les globules d'eau qu'elle entraîne nuisent singulièrement au jeu et à la force de l'appareil. Dans beaucoup de machines, le dôme où se fait la prise de vapeur est situé à l'avant de la chaudière, près de la boîte à fumée. Les constructeurs qui ont adopté cette disposition ont agi ainsi dans la crainte que la proximité du foyer, où l'ébullition est plus tumultueuse que dans le reste de la chaudière, ne permit pas à la vapeur de se purger d'humidité assez complètement.

Le tuyau S, par lequel passe la vapeur pour se rendre dans les cylindres, a 0<sup>m</sup>125 de diamètre et est en cuivre de 0<sup>m</sup>005 d'épaisseur. Il traverse la plaque à tubes du coffre de la cheminée, dans laquelle il est boulonné au moyen d'un rebord, et se bifurque au sortir de la chaudière en deux tuyaux de 0<sup>m</sup>09 de diamètre. Ces tuyaux sont recourbés de chaque côté afin de dégager l'issue des tubes et d'en permettre l'approche. On évite aussi par là le contact direct des tuyaux de vapeur avec l'air chaud sortant du foyer qui les détruirait rapidement.

La communication entre le tuyau de prise de vapeur D, et le tuyau S, a lieu par l'intermédiaire d'une boîte  $\alpha$ , jointe au tuyau S par une boîte à étoupes, contenant une garniture de chanvre comprimée contre le tuyau S, par une virole de laiton, au moyen de boulons qui traversent les rebords. C'est dans la boîte  $\alpha$  que se trouve placé le régulateur qui en occupe toute la largeur, et qui permet d'arrêter la vapeur ou de la laisser entrer dans le tuyau S, selon les besoins. Ce régulateur se compose d'une boîte en fonte, de 0<sup>m</sup>013 de diamètre, portant un diaphragme percé de deux ouvertures en forme de secteurs presque égaux à un quart de cercle. Le diamètre de ces ouvertures est de 0,22, et celui de la partie pleine centrale de 0<sup>m</sup>05. Un double secteur mobile placé sur le diaphragme ferme exactement l'espace compris entre les secteurs, et est assez large pour qu'en le faisant tourner, de manière qu'il se place sur ces deux ouvertures, il les dépasse de 0<sup>m</sup>02 de chaque côté. L'axe du secteur mobile passe à travers une douille dans le centre, et tourne dans une crapaudine fixée au diaphragme sans en atteindre le fond. Les plaques sont tenues jointives par la pression de la vapeur; elles sont un peu évidées vers le centre, de manière que le contact n'ait lieu que par les bords sur une largeur de 0<sup>m</sup>02. L'autre extrémité de la boîte  $\alpha$  est fixée à l'arrière de la boîte à feu par un rebord. L'axe du régulateur passe dans le centre à travers une ouverture fermée par un disque ayant une boîte  $\alpha$  étoupes fixée dans son intérieur. L'extrémité de cet axe horizontal est armée d'un

manche qui se meut dans un plan vertical parallèlement à la paroi de la boîte à feu, entre deux arcs de laiton. Ces deux arcs permettent au manche de parcourir un quart de cercle, c'est-à-dire  $45^\circ$  de chaque côté à partir de la verticale. Lorsque le manche est à droite au point d'arrêt, le régulateur est complètement fermé ; lorsqu'il est à gauche, le régulateur est tout à fait ouvert. Dans ce dernier cas, la section de passage pour la vapeur est de 141 centimètres carrés, c'est-à-dire un peu plus que la section du tuyau S, qui n'est que de 125.

Après avoir parcouru le tuyau et s'être divisée dans les deux branches descendantes, la vapeur entre dans les boîtes à soupape des tiroirs U. Ces boîtes sont en fonte de  $0^{\text{m}}013$  d'épaisseur ; elles sont boulonnées sur le haut de chaque cylindre et sur la plaque intérieure du coffre de la cheminée, et fermées par des plaques en fonte, nommées *calottes*, qui sont boulonnées extérieurement. Une boîte à étoupes, ménagée à l'extrémité de chacune de ces deux boîtes, traverse la plaque à tubes de la chaudière, les joints étant exactement fermés au moyen de plomb fondu coulé tout autour. C'est dans ces boîtes à étoupes que passent les tiges qui font mouvoir les tiroirs dans les boîtes à vapeur. Les tiroirs sont des boîtes de  $0^{\text{m}}038$  de creux, et de  $0^{\text{m}}009$  d'épaisseur, ayant au bas des rebords de  $0,015$  d'épaisseur. Les tiges qui leur communiquent le mouvement alternatif sont munies à chaque extrémité d'une petite traverse qui entre dans une entaille sur le derrière de la soupape.

Les cylindres dans lesquels se produit le mouvement par la pression de la vapeur, sont en fonte de  $0^{\text{m}}015$  d'épaisseur, et  $0^{\text{m}}30$  de diamètre intérieur, parfaitement alésés, de manière à avoir une surface bien cylindrique. Au-dessus de chaque cylindre et sur toute la longueur est ménagée une boîte aplatie par-dessus, dans laquelle sont pratiqués deux conduits rectangulaires *m, n*, et entre ceux-ci un troisième *o*. Les conduits *m, n* ont  $0^{\text{m}}20$  de long et  $0^{\text{m}}025$  de large ; ils servent à recevoir la vapeur, soit pour l'arrivée, soit pour la sortie, aux deux extrémités du cylindre. Leur section est de 52 centimètres carrés. Le conduit *o* sert au débouché de la vapeur après qu'elle a fonctionné ; il est de même longueur et a  $0^{\text{m}}38$  sur le devant. Il s'élargit intérieurement, occupe tout l'espace compris entre les tuyaux de vapeur, et passe autour des cylindres jusqu'à ce qu'il échappe de la boîte à vapeur, vis-à-vis de l'autre cylindre.

Sa forme devient peu à peu circulaire, sans cesser dans son cours de présenter la même section qui est de 70 centimètres carrés. En dehors de l'ouverture du conduit *o*, dans chaque cylindre sont fixées les extrémités de deux branches en cuivre de même diamètre ( $0^{\text{m}}095$ ) appelées *culottes*, et qui portent le tuyau d'échauffement par lequel la vapeur se rend dans la cheminée. La boîte à vapeur, ainsi que les deux culottes, sont fixées aux cylindres par des vis qui entrent dans des trous taraudés dans le métal. Entre ces rebords des tuyaux, ainsi que sous celui de la boîte à vapeur, est interposée une couche de toile de chanvre ou de lin pareille à celle des boîtes à étoupes et recouverte de minium et d'huile.

Les espaces entre les conduits de vapeur ont  $0^{\text{m}}025$  de large. La longueur du tiroir est de  $0^{\text{m}}003$  moins grande que celle qui sépare les deux conduits *m, n*, et ses rebords sont de  $0^{\text{m}}003$  plus larges que les conduits, de manière que, dans sa position centrale, il les ferme exactement en les dépassant l'un et

l'autre de 0<sup>m</sup>0015. Le tiroir se meut de 0<sup>m</sup>038 de chaque côté de sa position centrale, soit en tout de 0<sup>m</sup>076, de manière que le conduit *o* soit toujours couvert. Pendant son mouvement de va et vient, chacun des deux conduits *m*, *n*, est découvert alternativement et la vapeur peut entrer et remplir les cylindres. Lorsque le tiroir découvre l'un des conduits il recouvre l'autre en même temps; la vapeur, qui a fonctionné dans la partie correspondante du cylindre, est refoulée vers le conduit par lequel elle a été introduite, et celui-ci étant alors en communication avec le tuyau de décharge laisse la vapeur s'échapper dans ce dernier et de là dans le tuyau de sortie. Dans la position extrême du tiroir, le bord intérieur de son rebord couvre en partie l'orifice du conduit *o* et réduit son ouverture à la grandeur de celle du conduit par où la vapeur sort du cylindre. Les limites dans lesquelles le jeu du tiroir est circonscrit ne permettent pas à ce rétrécissement d'être plus considérable, ce qui nuirait à la libre sortie de la vapeur.

Le fond de chaque cylindre est fermé par un couvercle en fonte de 0<sup>m</sup>021 d'épaisseur, qui est fixé au cylindre par les mêmes boulons qui joignent le cylindre à la plaque d'avant de la botte à fumée. Le cylindre traverse la plaque à tubes de la chaudière et se termine par un rebord de même diamètre que le couvercle du fond. Ce rebord est boulonné sur l'intérieur de la plaque à tubes. Les joints et l'espace compris entre le rebord et la plaque sont garnis d'un ruban de plomb pour donner au cylindre une stabilité complète. Le joint à l'autre extrémité du cylindre est aussi ajusté de même. Les boulons qui fixent le rebord du cylindre à la plaque à tubes ont 0<sup>m</sup>02 de diamètre; ils sont au nombre de six. Un autre rebord ménagé en dedans, à la même extrémité du cylindre, reçoit le couvercle à travers lequel passe la tige du piston. Ce couvercle est fixé au cylindre par six boulons vissés dans le rebord et ayant des écrous à l'extérieur. Lorsqu'on a besoin de placer le piston, de le visiter ou de le retirer, il suffit d'enlever le couvercle du fond du cylindre pour y arriver directement.

Dans chacun des cylindres se trouve un piston qui s'y ajuste exactement pour qu'il n'y ait point de fuite de vapeur d'un côté à l'autre. Ce piston est entièrement en laiton. Il se compose d'un disque de 0<sup>m</sup>015 d'épaisseur, ayant au milieu un renflement avec trois bras de 0<sup>m</sup>019 d'épaisseur dirigés vers le centre et équidistants l'un de l'autre. Ces bras et ce renflement s'élèvent de 0<sup>m</sup>063 au-dessus du disque, et sont recouverts d'un autre disque pareil au premier; ce qui donne au piston une hauteur totale de 0<sup>m</sup>093. Le disque supérieur est fortement maintenu par une saillie de la partie centrale qui le traverse, et par des vis introduites dans les bras et encastrées dans le métal du disque. Les deux disques peuvent se mouvoir dans le cylindre sans le toucher. L'intervalle compris entre eux est rempli par trois cercles en laiton. Le premier a 0<sup>m</sup>009 d'épaisseur et il est d'une hauteur égale à cet intervalle. Les deux autres cercles ont 0<sup>m</sup>013 d'épaisseur et n'ont que la moitié de la hauteur du précédent. Ils s'assemblent à rainure et languette: leur diamètre est tel qu'ils s'ajustent parfaitement entre eux et avec le cylindre; de plus, ils sont coupés en un point de leur circonférence. Comme ils ont été préalablement martelés à l'intérieur, cette coupure leur permet d'obéir avec force à la tendance qu'ils ont à s'ouvrir. Leur ressort les fait appuyer contre la paroi intérieure du cylindre et les maintient en contact parfait, de manière à éviter



toute fuite de vapeur d'un côté à l'autre du piston. Pour éviter que la vapeur ne puisse s'introduire par les joints des coupures, on les place en des points opposés des deux cercles. Lorsque le frottement a usé les cercles au point qu'ils ont atteint la limite de leur extension, ils sont tenus serrés contre le cylindre par un autre artifice. Trois ressorts d'acier sont placés dans l'intérieur du piston et pressent contre le cercle intérieur. Ils sont traversés par une cheville à collet buttant contre les ressorts, et dont l'extrémité, en forme de vis, est engagée dans le renflement central du piston. En tournant l'écrou de cette vis on peut faire agir le collet buttant de la cheville plus ou moins contre le ressort et faire varier à volonté la force avec laquelle ceux-ci font appuyer les cercles du piston contre la paroi du cylindre. Pour pénétrer dans l'intérieur du piston il suffit d'enlever l'un des disques, celui du côté du fond du cylindre, en le dévissant.

La tige du piston a 0<sup>m</sup>044 de diamètre et se termine en cône. Son diamètre dans le piston varie de 0<sup>m</sup>054 à 0<sup>m</sup>038, elle s'y adapte très exactement et y est fixée en outre par une clavette de 0<sup>m</sup>013 d'épaisseur fendue à son extrémité. Cette tige est en acier, parfaitement cylindrique, et passe à travers la boîte à étoupes dont est garni le couvercle postérieur du cylindre.

Il est facile maintenant de comprendre comment la vapeur communique au piston un mouvement de va et vient. Le tiroir, que nous supposerons d'abord dans sa position centrale, la quitte pour découvrir l'un des conduits *m*, *n*. Supposons que ce soit le conduit *n* ; la vapeur, arrivant de la chaudière par le tuyau *S* dans la boîte *U*, se précipite dans le cylindre par ce conduit et chasse le piston devant elle vers l'extrémité arrière du cylindre. Pendant ce temps le conduit *m* est couvert par le tiroir. Le tiroir revient ensuite à sa position centrale, la dépasse pour couvrir le conduit *n* et laisser la vapeur arriver de la boîte *U*, par le conduit *m*, dans l'autre partie du cylindre. La vapeur qui avait été introduite par le conduit *n*, est refoulée dans ce même conduit et entre dans l'intérieur du tiroir où elle rencontre le conduit *o* par lequel elle se rend dans la cheminée. Le mouvement de va-et-vient du tiroir se continuant, on voit que la vapeur, qui avait été introduite en second lieu par le conduit *m*, est refoulée par le mouvement de recul que communique au piston celle qui entre de nouveau à l'avant du cylindre par le conduit *n*, et qu'elle passe par l'intérieur du tiroir où elle rencontre également le conduit d'éducation *o* par lequel elle se rend dans la cheminée, et ainsi de suite. Le mouvement du tiroir et celui du piston se font dans le même sens ; mais le premier précède un peu le second. L'amplitude de course du piston est de 0<sup>m</sup>45 ; il s'arrête de chaque côté à 0<sup>m</sup>013 du couvercle. Il se perd dans ces deux espaces une petite quantité de vapeur pour l'effet utile de la machine. Néanmoins, ce jeu est nécessaire, tant pour empêcher le piston de venir frapper les fonds du cylindre, que pour permettre à l'eau que la vapeur aurait entraînée de se ramasser dans cet espace. Afin de faire sortir cette eau, on ouvre de temps en temps un petit robinet fixé dans le bouton du couvercle de chaque cylindre. Un autre petit tuyau garni d'un robinet est aussi disposé dans le bas du tuyau de sortie de la vapeur pour expulser l'eau qui aurait été entraînée jusque-là.

L'extrémité extérieure de la tige du piston est amincie et fixée dans une douille en fer au moyen d'une clavette et d'un coin. Cette douille s'assemble avec une traverse en fer de 0<sup>m</sup>044 de diamètre au moyen de ses rebords com-

prenant une mortaise semi-circulaire qui saisit la traverse. Les extrémités de la traverse sont insérées entre deux tasseaux de 0<sup>m</sup>15 de long et de 0<sup>m</sup>044 d'épaisseur, et repliés vers l'intérieur. Ces tasseaux sont en acier et évidés sur leurs faces. Chacun d'eux est posé entre deux barreaux d'acier ou guides de 0<sup>m</sup>064 de large, solidement fixés sur le bâtis de la machine. Ces guides ou jumelles sont placés bien de niveau et parallèles entre elles : c'est sur elles que glissent les tasseaux pendant le mouvement du piston, et ils en maintiennent aussi la tige exactement dans le plan de l'axe du cylindre.

Les bielles qui communiquent le mouvement aux grandes roues de la machine s'adaptent d'un côté aux traverses et de l'autre aux manivelles de l'arbre des grandes roues.

Le diamètre de la bielle est de 0<sup>m</sup>05 au milieu; il s'amincit de part et d'autre jusqu'à n'avoir plus que 0<sup>m</sup>04. L'extrémité du côté de la traverse est carrée et plate, elle a 0<sup>m</sup>075 de large. Un collet composé de deux pièces en laiton de 0<sup>m</sup>05 de large s'adapte au bout. Il s'ajuste exactement à une boule qui est arrondie sur le milieu de la traverse et est tenue à l'extrémité de la bielle par une bande de fer ajustée entre les rebords de ces pièces et fixée à la bielle par une clavette et un coin. La clavette traverse la bielle et la bande de fer jusque près du collet intérieur. Les trous de la bande sont plus gros que la clavette à l'autre extrémité, pour que celle-ci porte contre le collet intérieur et le fasse appuyer contre l'autre. Comme ces collets s'usent par le frottement, on resserre de temps en temps la clavette pour les joindre plus étroitement, et à cet effet on a eu soin de ménager un peu de jeu entre eux. Lorsque les clavettes sont en place, on les serre au moyen de petites vis pour les empêcher de sortir.

L'autre extrémité de la bielle s'élargit et atteint une grosseur de 0<sup>m</sup>14 : elle porte également deux collets ou supports en laiton de 0<sup>m</sup>075 de large reliés par une bande de fer fixée sur la bielle par une clavette et un crochet. La clavette se termine au bas par une vis qui traverse l'extrémité du crochet et y est fixée par des écrous. Les trous dans la bride en fer étant plus longs en dehors que la clavette, et l'ouverture correspondante dans la bielle étant moins longue en dedans, il s'ensuit que la clavette porte seulement contre la bielle, et le crochet contre la bride. Cette disposition permet de rapprocher les deux collets de la bielle, en serrant la vis de la clavette à mesure qu'ils s'usent par le frottement. L'usé des collets aux deux extrémités de la bielle étant sensiblement le même, forme compensation quant à la longueur de la bielle, qui reste ainsi constante lorsque l'usure force à resserrer les clavettes aux deux extrémités. Cette condition est fort importante, car si la longueur de la bielle venait à varier, soit dans un sens, soit dans l'autre, elle pourrait entraîner le piston à frapper l'un des fonds du cylindre.

L'essieu sur lequel sont portées les grandes roues s'appelle arbre à manivelle, parce qu'il porte les deux manivelles auxquelles sont liées les tiges des pistons par les bielles que nous venons de décrire. Ces deux manivelles ont leurs directions perpendiculaires l'une à l'autre. Les bras ont 0<sup>m</sup>10 de large : les collets ont 0<sup>m</sup>13 de diamètre et 0<sup>m</sup>076 de long. La longueur du bras des manivelles du centre de l'arbre au centre du collet est de 0<sup>m</sup>23, c'est-à-dire la moitié de la course du piston. Les roues sont solidement fixées sur des embases de 0<sup>m</sup>19 de long et 0<sup>m</sup>14 de large : en dehors des roues sur une longueur

de 0<sup>m</sup>13 l'arbre n'a plus que 0<sup>m</sup>08 de diamètre et est terminé par un petit collet. Ces tourillons tournent dans des boîtes de laiton fixées au bâtis extérieur de la machine dont ils portent tout le poids. L'arbre a 2<sup>m</sup> de longueur totale et 0<sup>m</sup>13 de grosseur : il est formé d'une seule pièce du meilleur forgé appelé *étouffe* ou *fer de riblon*, dans lequel on le taille à plein.

Lorsque l'un des deux pistons est arrivé à l'extrémité de sa course, sa tige se trouve précisément dans le prolongement de la direction de la bielle, et la bielle correspondante se trouvant précisément dans le plan de l'axe a besoin d'être aidée pour sortir de ce plan et communiquer à l'arbre un mouvement de rotation. Cet état qui sera produit à chaque extrémité de la course du piston, c'est-à-dire à chaque demi-révolution de l'arbre, se nomme le *point mort*. Mais, par suite de la disposition des deux manivelles à angle droit, il se trouve que lorsque l'un des pistons est arrivé à l'extrémité de sa course, l'autre est précisément au milieu et développe sa plus grande quantité d'action pour entraîner l'arbre dans le mouvement de rotation. Il en résulte que la première manivelle sort du *point mort* et que le mouvement se continue d'une manière sensiblement uniforme. On voit par là que les deux pistons réagissent l'un sur l'autre pour régler le mouvement de la machine locomotive, comme le volant dans les machines fixes à un seul cylindre.

Au-dessus de l'arbre à manivelles ou arbre coudé sont disposés les quatre excentriques E E, F F pour le jeu des tiroirs. Chacun de ces excentriques se compose de deux pièces en fonte de 0<sup>m</sup>056 de large, ajustées chacune sur une moitié de l'arbre et constituant un cercle de 0<sup>m</sup>25 de diamètre. Il règne autour de la circonférence de chaque côté une languette de 0<sup>m</sup>006. La pièce supérieure est évidée pour ménager la matière. Une languette en saillie sur le bord rectiligne de la pièce inférieure est reçue dans une rainure de la pièce supérieure, de manière à les assembler solidement. Elles sont de plus réunies par des goujons à vis et à clavettes. Une clavette qui remplit une entaille commune à l'arbre coudé et à l'excentrique force celui-ci de tourner avec l'arbre. Un cercle de laiton de 0<sup>m</sup>025 d'épaisseur enveloppe l'excentrique dans la gorge de la circonférence : ce cercle se compose de deux pièces réunies à l'aide d'oreilles dans lesquelles sont engagées les deux extrémités de la tige de l'excentrique. Ces deux extrémités sont taraudées en forme de vis et sont serrées contre les oreilles du cercle au moyen d'écrous. La gorge de l'excentrique et le cercle en laiton tournent l'un contre l'autre à frottement doux. L'excentrique étant plus saillant d'un côté que de l'autre force le cercle en laiton à se déplacer de manière à faire mouvoir la tige de l'excentrique dans les deux sens, depuis la position centrale jusqu'au point extrême de l'excentricité, c'est-à-dire sur une amplitude de 0<sup>m</sup>038 pour la moitié de la course, soit 0<sup>m</sup>075 pour la révolution entière. Son action est donc précisément la même que celle d'une manivelle de 0<sup>m</sup>076 de longueur. On a préféré les excentriques aux manivelles pour le jeu des tiroirs, malgré l'augmentation de frottement qui en résulte, pour ne pas multiplier les coudes qui affaibliraient l'arbre des grandes roues, et aussi parce que leur action est plus régulière. De plus, ils permettent de régler à volonté l'avance des tiroirs, en changeant la position de la clé qui les fixe à l'arbre.

Nous avons dit qu'il y avait pour le jeu des tiroirs quatre excentriques liés à l'arbre à manivelles, savoir, deux pour chaque tiroir. Mais de ces quatre excen-

triques il n'y en a jamais que deux qui soient engagés en même temps : les excentriques *E E* servent à faire mouvoir les tiroirs lorsque la machine doit se porter en avant ; lorsqu'elle doit marcher en arrière, ces deux excentriques sont dégagés, et ce sont les deux autres *F F* qui fonctionnent pour communiquer aux tiroirs un mouvement inverse du premier. Le mécanisme au moyen duquel on fait agir l'un ou l'autre système d'excentriques est représenté par les figures 35, 36 et 37.

Les tiges des excentriques *e e* sont terminées par des crochets *g g*, ayant une encoche à l'angle qui sépare les deux barres du crochet. Dans ces encoches sont saisis des boutons d'acier fixés aux extrémités inférieures des leviers *h h* au moyen d'écrans. Les leviers *h h* sont fixés à clef sur les extrémités des arbres horizontaux *i i*, qui tournent dans des supports de laiton fixés au bâtis de la machine. Au-dessus des arbres *i i* s'élèvent les leviers *l l* de même longueur que les leviers *h h*, et aux extrémités de chacun de ces bras de leviers, sont attachées au moyen d'un bouton d'acier les bielles horizontales *m m*, dont l'autre extrémité est unie à la tige du tiroir.

Les tiges *ff* des deux autres excentriques portent de même à leurs extrémités des fourchettes avec des leviers correspondants *n n*, fixés aux autres extrémités de l'arbre *i i*, et exactement semblables aux leviers *h h*. Les quatre tiges des excentriques ont des boulons fixés au-dessous de leurs fourchettes et tiennent aux tiges de suspension *o o*, *o' o'*. Les deux tiges *o o* correspondant aux excentriques *E E* sont attachées par le haut à la traverse à l'extrémité du levier horizontal *p*. Les tiges *o' o'* correspondant aux excentriques *F F* se bifurquent à leur partie supérieure et sont attachées aux leviers *p' p'*, dirigées en sens inverse du levier *p*. Le levier *p* est assemblé à clavette sur l'arbre *q* et les leviers *p' p'* sur l'arbre *q'*. Ces deux arbres se prolongent vers chaque côté de la machine, où ils tournent dans des supports. Leurs extrémités portent des leviers verticaux *r r*, joints par une bielle *s*. Le levier *r* se prolonge au-dessus de la première articulation, et vient s'attacher à l'extrémité d'une longue tringle *t*, qui se prolonge jusqu'à l'arrière de la machine, et est liée à un levier semblable *u* portant sur un petit arbre *v* fixé sur un bâtis, près la boîte à feu. A l'extrémité extérieure de l'arbre est fixé un manche *w*, mobile entre deux barres directrices, qui tiennent à la main courante de la balustrade de la machine. La barre extérieure a un cran au milieu pour tenir le manche *w* dans une position verticale, et un autre cran à chaque extrémité.

Lorsque le manche *w* est poussé dans le cran de devant, comme dans la figure 35, il entraîne avec lui les leviers *r r'* ; le levier *p* est soulevé par le moyen de l'arbre *q*, et il élève en même temps les extrémités de l'excentrique *e e* par les tiges de suspension *o o*, dont les crans saisissent les chevilles de la partie inférieure des leviers *h h* de l'arbre *i i*. Dans cette position, les deux excentriques *E E* sont engrenés, et le jeu qu'ils communiquent aux tiroirs pousse la machine en avant. Les deux autres leviers *p'* sont abaissés en même temps, parce que le levier *r'* est tiré en avant, en laissant tomber les tiges *ff* des excentriques inverses et leurs tiges de suspension *o'*, de manière que les fourchettes dégagent entièrement les boulons des leviers *n n*, en les laissant se mouvoir avec l'arbre dans des directions contraires à celles des tiges *ff*.

Lorsque le manche  $w$  est dans la position verticale, c'est-à-dire dans le cran du milieu (fig. 36), les leviers latéraux  $r r'$  sont verticaux, les leviers supérieurs  $p p'$  sont horizontaux ; les tiges des excentriques  $E E$  sont abaissées et celles des excentriques  $F F$  ne sont pas encore engagées. Aucun mouvement ne se communique au tiroir, et la vapeur affluant toujours dans les cylindres, du même côté des pistons, la machine s'arrête bientôt.

Enfin, lorsque le manche  $w$  dépasse la verticale pour arriver au cran d'arrière, les positions des tiges d'excentriques sont inverses de celles de la figure 35 ; les excentriques  $F F$  sont engrenés et communiquent aux tiroirs un mouvement inverse du premier, qui fait reculer la machine.

L'avance du tiroir dont nous avons parlé précédemment, et qui a pour but de faire arriver la vapeur de chaque côté du piston avant la fin de sa course, s'obtient pour la marche en avant comme pour la marche en arrière, en faisant faire un angle aigu, dans les deux cas, à l'un et à l'autre excentrique par rapport à la manivelle correspondante. Il résulte des observations de MM. E. Flachet et J. Petiet (1) que l'avance la plus convenable est représentée par un angle de  $25^\circ$ , et qu'elle doit être accompagnée d'un recouvrement extérieur correspondant aux deux tiers de la quantité linéaire que représente cet angle dans le jeu du tiroir. L'économie que l'on en retire est d'au moins 25 pour cent sur la marche sans avance.

#### *Pompes alimentaires.*

Nous avons dit précédemment que la chaudière était alimentée par deux pompes placées à droite et à gauche de la machine et communiquant avec le réservoir d'eau porté sur le tender ou allège qui suit la machine. Ces pompes  $KK$  sont adaptées par leurs rebords à des plaques boulonnées sur le bâtis de la machine : elles sont fixées au dehors un peu au-dessous des tiges des pistons et exactement parallèles à ces tiges. Chaque pompe est mise en jeu par un bras qui est fixé à la tige du piston, au moyen d'un manchon traversé par une vis qui s'appuie contre la tige : le bras est incliné en dessous pour éviter les guides du piston, et il est attaché à l'autre extrémité au piston de la pompe.

Le corps de pompe est en fonte : il a 0<sup>m</sup>044 de diamètre intérieur et 0<sup>m</sup>009 d'épaisseur. Le piston est un tube en fer forgé de 0<sup>m</sup>04 de diamètre extérieur, bouché à son extrémité intérieure, et dont l'extrémité extérieure glisse à frottement doux dans une boîte à étoupes. Le piston est parfaitement alésé ; mais comme il ne touche pas le corps de pompe, celui-ci n'a pas besoin de l'être à l'intérieur. A l'extrémité du corps de pompe est un bouchon vissé qui permet d'en visiter l'intérieur. Le corps de pompe se termine par deux petits tuyaux verticaux placés haut et bas. A l'extrémité du tuyau inférieur est boulonné un tube en laiton situé dans le sens de son prolongement et auquel est fixé en dessous une autre pièce en laiton qui se recourbe horizontalement pour recevoir le tube d'aspiration. Ce dernier est en cuivre ; il passe sous la boîte à feu, à laquelle il est suspendu par des supports, et se lie à son extrémité avec

<sup>1</sup> *Guide du mécanicien conducteur de machines locomotives*, par E. Flachet et J. Petiet, ingénieurs civils.

les tuyaux qui amènent l'eau du tender. Un robinet dont le manche traverse le plancher sur lequel se tient le mécanicien sert à régler l'aspiration dans le corps de pompe. Le tuyau supérieur placé à l'extrémité de corps de pompe est couvert d'un chapeau vertical auquel s'adapte un tube horizontal qui conduit l'eau dans la chaudière à peu près au milieu de la partie cylindrique.

Les deux soupapes d'aspiration sont des boules sphériques exactement rodées ; l'une est située dans le tube vertical en laiton qui est adapté au tuyau inférieur à l'extrémité du corps de pompe ; l'autre est dans le tuyau supérieur correspondant. Le jeu du piston dans le corps de pompe a 0<sup>m</sup>46 de longueur, et le diamètre inférieur des deux tuyaux et du passage de l'eau dans les sièges des soupapes est de 0<sup>m</sup>025.

La communication entre le réservoir d'eau du tender et les tuyaux d'alimentation des pompes a lieu de la manière suivante. Un tuyau de cuivre est adapté en dessous, de chaque côté de l'extrémité du réservoir : il traverse le plancher du tender et est muni d'un robinet que l'on ferme lorsqu'on veut interrompre la communication avec la chaudière. Des tuyaux flexibles ou manches attachés aux tuyaux d'alimentation sont assemblés avec les tuyaux du tender au moyen de manchons à vis qu'on peut détacher immédiatement lorsque l'on veut séparer le tender de la machine. Ces manches sont en cuir ou en tissu imperméable de caoutchouc, avec un ressort à boudin à l'intérieur qui les maintient toujours gonflés. La flexibilité des manches est nécessaire pour qu'ils se prêtent aux variations de mouvement entre la machine et le tender. Quelquefois au lieu de manches flexibles on se sert de manches métalliques à articulation sphérique et avec joint à frottement qui permet le mouvement dans tous les sens. Un autre système employé avec encore plus de succès consiste dans deux tubes horizontaux unis par un tube vertical. Ces trois tubes métalliques sont assemblés entre eux et avec les tuyaux de la machine et du tender, et au moyen de six joints qui permettent toutes les variations possibles de mouvement dans le sens vertical et dans le sens horizontal.

#### *Roues de la machine.*

Les roues de la machine sont de deux espèces et au nombre de six. Les deux roues motrices à jantes plates, et de 1<sup>m</sup>50 de diamètre, sont fixées à l'arbre à manivelles. Deux roues à gorges de 1<sup>m</sup>05 de diamètre sont placées derrière la boîte à feu, et deux autres semblables en arrière de la boîte à fumée. Ces quatre roues sont fixées à des essieux de 0<sup>m</sup>09 de diamètre, dont les extrémités en forme de tourillons, comme celles de l'arbre à manivelles, portent dans des boîtes en laiton adaptées au bâtis de la machine. Tout le poids de la machine porte sur ces six boîtes au moyen de ressorts. Mais il est inégalement réparti entre elles. Ainsi les roues motrices portent environ les trois cinquièmes du poids de la machine ; les petites roues d'avant portent presque tout l'excédant, et celles d'arrière ne servent guère qu'à empêcher le mouvement de tangage qui fatiguerait le système et détériorerait promptement la voie de fer si une grande longueur à l'arrière se trouvait porter à faux comme dans les anciennes machines à quatre roues. Le poids total de la machine de Stephenson est de 10 tonnes lorsque la chaudière est vide, et de 12

tonnes lorsque celle-ci est pleine. Celui des roues y entre pour 1 tonne et demie, et l'arbre à manivelles pour un quart de tonne. Chaque paire de petites roues avec son essieu pèse 1 tonne et un quart.

L'essieu des grandes roues a 0<sup>m</sup>13 de diamètre dans le moyeu, et celui des petites 0<sup>m</sup>10. Les moyeux sont en fonte : celui des grandes roues a 0<sup>m</sup>45 de diamètre, et celui des petites 0<sup>m</sup>33 : ils sont évidés pour en diminuer le poids. Leur portée sur les arbres est de 0<sup>m</sup>19, et ils sont tenus en place par des clavettes chassées dans des entailles pratiquées dans l'arbre et le moyeu et qui permettent de régler leur position à volonté. Les jantes sont en fonte ; elles ont 0<sup>m</sup>11 de large et 0<sup>m</sup>063 d'épaisseur. Leur face extérieure est évidée pour en diminuer le poids : elles portent à l'intérieur des embases dans lesquelles viennent s'encastrent les rais de la roue. Ces rais sont des tubes en fer forgé de 0<sup>m</sup>006 d'épaisseur, légèrement coniques, et dont le diamètre varie de 0<sup>m</sup>056 à 0<sup>m</sup>050. Ils sont inclinés sur le plan de la roue alternativement dans des directions différentes, de manière qu'une extrémité venant presque affleurer l'une des faces latérales du moyeu, l'autre extrémité affleure presque la face latérale opposée de la jante. Ces rais sont placés dans les moules où sont fondues les roues, leurs extrémités préalablement bouchées et recouvertes d'une composition de borax. On coule dessus d'abord la jante, et on laisse reposer environ trois quarts d'heure avant de couler les moyeux, parce que le grand diamètre des jantes fait qu'elles se contractent plus que ceux-ci par le refroidissement et qu'elles tendent à pousser les rais vers le centre.

Les bandes des roues qui garnissent les jantes sont en fer laminé soudé par les extrémités. Les bandes plates des roues motrices ont 0<sup>m</sup>15 de largeur et celles des petites roues sont à gorge, légèrement coniques, et de 0<sup>m</sup>115 de large, dont 0<sup>m</sup>025 est occupé par le rebord dont la saillie est de 0<sup>m</sup>032. La largeur du rebord à l'extrémité n'est que de 0<sup>m</sup>019. Les jantes et les bandes sont tournées et assemblées à chaud : elles sont en outre fixées au moyen de trois boulons dont la tête est noyée dans la bande et qui sont vissés au moyen d'écrous contre la face intérieure de la jante. On remet les roues sur le tour, après que les bandes sont en place, pour les calibrer bien exactement.

#### *Bâtis extérieur et entretoises intérieures.*

Le bâtis principal ou extérieur de la machine se compose de deux jumelles et de deux traverses en bon bois de frêne compacte et liant. Sa longueur extérieure est de 5<sup>m</sup>20 et sa largeur de 1<sup>m</sup>35. Les jumelles ont 0<sup>m</sup>076 d'épaisseur et 0<sup>m</sup>18 de hauteur : leurs faces latérales sont couvertes en tôle de fer de 0<sup>m</sup>006 d'épaisseur et fixées par des boulons. Elles sont assemblées à tenons et mortaises dans les traverses, et les angles sont renforcés par des équerres en fer boulonnées en dessus, en dedans et en dehors. Les traverses ont 0<sup>m</sup>13 d'épaisseur et celle de devant a 0<sup>m</sup>33 de hauteur. La chaudière, le coffre du foyer et la boîte à fumée sont fixées sur les jumelles au moyen d'étais en fer de 0<sup>m</sup>115 de large et de 0<sup>m</sup>013 d'épaisseur. Des plaques en fer de 0<sup>m</sup>011 d'épaisseur, appelées guides ou pièces d'encastrement, sont boulonnées sur chaque jumelle au-dessus des essieux : elles servent à tenir en place les boîtes et supports des arbres et à les guider lorsqu'ils s'élèvent et s'abaissent par le jeu

des ressorts. Ces guides sont renforcés par des tiges de 0<sup>m</sup>031, qui les tiennent au moyen de douilles ajustées entre les guides et traversées par des boulons. Les tiges extrêmes sont fixées aux traverses du bâtis, et de plus les guides des petites roues sont liés entre eux par des boulons qui en traversent le fond. Les évidements pratiqués dans le milieu de chacun des guides ont 0<sup>m</sup>115 de large : ils servent à recevoir les boîtes des essieux qui ont la même largeur. Les boîtes sont toutes semblables : chacune d'elles est en fonte, ouverte par un bout et par dessous. Un évidement ménagé dans le haut reçoit l'huile destinée à graisser le tourillon et porte un godet où pose l'extrémité de la broche fixée au ressort de suspension du bâtis de la machine. L'intérieur de la boîte est garni d'un demi-cylindre en laiton assemblé à rainure et languette avec le corps de la boîte. Deux tubes minces en laiton vissés dans ce demi-cylindre traversent la boîte et servent à amener l'huile sur le tourillon au moyen de mèches de coton trempant dans le réservoir supérieur et venant toucher le tourillon.

Le bas de la boîte est fermé par une pièce en fonte boulonnée et évidée en demi-cylindre pour recevoir le tourillon. De chaque côté de la boîte est ménagée une joue de 0<sup>m</sup>013 de saillie qui s'ajuste exactement entre les deux plaques à guides et peut y glisser verticalement. Le réservoir d'huile est fermé par une feuille de tôle à travers laquelle passe la broche du ressort de suspension.

Les ressorts de suspension sont en feuilles d'acier. Ceux des roues motrices sont formés de 13 feuilles de 0<sup>m</sup>10 de large et 0<sup>m</sup>008 d'épaisseur : ils sont recourbés en dessus à leurs extrémités et saisissent des boulons portés par des chainons dont l'entretoise inférieure est soutenue sur le bâtis de la machine au moyen de boulons qui traversent les jumelles et y sont retenus à écrous : les ressorts des petites roues n'ont que 0<sup>m</sup>076 de large; ceux de devant sont composés de 12 feuilles et ceux de derrière de 8. Ils sont placés sous le bâtis et leurs extrémités sont retenues par des boulons dans des manettes qui tiennent à ce bâtis. Les broches qui posent dans les godets supérieurs des boîtes à essieu ont 0<sup>m</sup>0028 de diamètre : elles traversent les jumelles du bâtis et portent des étriers en fer qui saisissent les ressorts par le milieu.

Aux extrémités de la traverse antérieure sont fixés des heurtoirs ou tampons destinés à amortir le choc en cas de rencontre d'une voiture. Au milieu de la traverse est fixée une forte chaîne à crochet à laquelle on relie le convoi lorsque la machine va en arrière.

Le plancher sur lequel se tient le machiniste est porté par des traverses fixées à la traverse postérieure du bâtis et par une plaque boulonnée sur sa boîte à feu : il est entouré d'une balustrade. Deux plaques placées horizontalement derrière la boîte à feu sont repliées à angle droit et leur rebord est rivé à cette boîte : elles sont en outre reliées à leurs extrémités par des plaques rivées sur les côtés de la boîte. Ces deux plaques sont traversées par la cheville ouvrière qui unit le tender à la machine. Cette cheville a 0<sup>m</sup>038 de diamètre ; sa tête porte sur la plaque supérieure, et elle est retenue en place par une clavette passant sous la plaque inférieure. Entre les deux plaques vient se placer un manchon dans lequel passe la cheville ouvrière et qui porte deux chainons. Ces deux chainons sont également fixés par leur autre extrémité à un manchon analogue au premier et dans lequel passe la cheville ouvrière du tender.



Indépendamment du bâti principal auquel la machine est reliée, quatre pièces d'assemblage en fer forgé Y de 0<sup>m</sup>09 de hauteur et 0<sup>m</sup>02 d'épaisseur sont disposées entre la boîte à feu et celle à fumée pour accroître la solidité du système. Ces pièces ou entre-toises ont aussi des supports pour l'arbre à manivelles des roues motrices. Mais comme les deux entre-toises du milieu se réunissent en une seule branche à leur extrémité arrière, il n'y a que trois supports pour l'arbre à manivelles. Les entre-toises sont reliées à la plaque d'arrière de la boîte à fumée par l'intermédiaire de pièces en forme de T rivées sur ces plaques et auxquelles les entre-toises sont boulonnées. C'est à ces quatre entre-toises que sont fixés, au moyen d'équerres en fer, les guides qui maintiennent en ligne droite le mouvement de la tige des pistons des cylindres à vapeur.

A l'endroit des supports les entre-toises s'élargissent et ont 0<sup>m</sup>058 d'épaisseur. Le support se compose d'une partie supérieure pleine de 0<sup>m</sup>29 de hauteur, et d'une partie inférieure en forme de fourchette de 0<sup>m</sup>25 de long. Les branches de la fourchette portent une languette intérieurement : elles sont amincies sur les côtés, se réduisent à 0<sup>m</sup>032 de large, et sont réunies dans le bas par un boulon à écrou. Deux collets en laiton de 0<sup>m</sup>076 d'épaisseur, et présentant une ouverture de 0<sup>m</sup>13, sont solidement ajustés à recouvrement au moyen de deux coins tendant à les serrer contre l'arbre à manivelles. Ces coins portent des rainures correspondant aux languettes des deux branches du support : ils sont terminés à leur partie supérieure par des vis qui traversent l'entre-toise et que l'on fait monter et descendre au moyen d'écrous qui portent contre la face supérieure de l'entre-toise.

#### TENDER OU ALLÈGE.

La machine locomotive est toujours suivie par son tender ou chariot d'approvisionnement qui porte l'eau et le charbon nécessaires à l'alimentation de la chaudière et du foyer. Les fig. 38, 39, 40 représentent le tender. A est le réservoir d'eau qui entoure l'espace B dans lequel on dépose le coke. Le poids du tender vide est de 3 tonnes et demie, et de 7 tonnes environ avec sa charge d'eau et de coke. La capacité du réservoir est de 3200 litres, et la quantité de coke transporté est de 400 kilog. Ces quantités suffisent pour un parcours de 48 à 64 kilomètres.

Les roues du tender ont 0<sup>m</sup>90 de diamètre. Elles sont à gorge et semblables aux petites roues de la machine. C'est sur elles que l'on fait agir le frein C (fig. 38) pour arrêter promptement la machine et le convoi.

## CHAPITRE II.

### MACHINE A VAPEUR FIXE.

Les machines à vapeur fixes n'ont pas accompli des progrès moins importants que les chemins de fer et les machines locomotives dans les quinze dernières années.

Pour endonner une idée à nos lecteurs, nous transcrivons ici la description d'une machine à vapeur destinée aux appareils de fabrication de l'usine à fer

d'Abainville (Meuse). Cette machine est de la force de cent chevaux : elle a été montée par M. Eugène Flachet, qui en a donné dans les *Annales des Mines* la description qu'on va lire.

La chaufferie de cette machine présente en outre une circonstance remarquable pour l'économie industrielle : c'est par l'emploi de la chaleur perdue des fours à réchauffer le fer, que la vapeur est produite sans dépense spéciale de combustible :

*Description de la machine à vapeur de 100 chevaux et de sa chaufferie.*

La machine à vapeur de 100 chevaux, destinée à faire mouvoir ensemble ou séparément les trains de cylindres à fer marchand, à fer de tréfilerie, et les martinets, est à moyenne pression, condensation, et détente variable dans un seul cylindre.

Avant de donner la description détaillée de cette machine, des fours et des chaudières qui l'alimentent, nous allons donner quelques chiffres sur la consommation en houille des fours à réchauffer, et sur la quantité de force motrice que peut produire le combustible brûlé dans ces fours.

CONSUMMATION EN HOUILLE DES FOURS A RÉCHAUFFER ET A PUDDLER, D'APRÈS LA FABRICATION DE DIVERS ÉCHANTILLONS DE FER.

*Fours à réchauffer. — Observation du 12 août 1837.*

FABRICATION DES GROS CERCLES. On fait 16 chaudes par four en 24 heures ; chaque chaude se compose de 20 paquets de fer mis dans le four, pesant chacun 14 kil. 55, et ensemble 291 kil. ; poids des 16 chaudes, 4,656 kil. de fer. La consommation moyenne de houille des 1,000 kil. pour cette fabrication étant de 550 kil., on a consommé en 24 heures 2,560 kil. de houille, soit par heure et par four :

$$\frac{2,560}{24} = 107 \text{ kil.}$$

*Observation du 27 août 1837.*

Cercles, 18 chaudes en 24 heures.

Chaque chaude se compose de 15 paquets, pesant chacun 14 kil. 61, et ensemble 219 kil. ; poids des 18 chaudes, 3,942 kil. Consommation en houille au 1,000 kil., 600 kil. ; on a consommé en 24 heures 2,365 de houille, soit par heure et par four :

$$\frac{2,365}{24} = 98 \text{ kil.}$$

*Observation du 10 août 1837.*

Carrés de 1 pouce (0<sup>m</sup>0027 de côté), 16 chaudes en 24 heures.

Chaque chaude est composée de 13 paquets pesant chacun 28 kil. 72, et

ensemble 373 kil. ; poids de 16 chaudes, 5,968 kil. de fer pour lesquels on a consommé 2,865 kil. de houille, soit par heure et par four :

$$\frac{2,865}{24} = 120 \text{ kil.}$$

D'après une consommation par mois, on a fait 4,000 kil. de billettes en 24 heures, et l'on a consommé 2,240 kil. de houille, ce qui fait par heure et par four 97 kil. ; la moyenne de ces quatre nombres est :

$$\left. \begin{array}{r} 107 \\ 98 \\ 120 \\ 97 \end{array} \right\} \frac{422}{4} = 106 \text{ kil.}$$

On consomme généralement par four et en 24 heures 2,500 à 2,600 kil. de houille, ce qui fait en moyenne 106 kil. par heure et par four.

*Fours à puddler. — Mois de janvier 1837.*

On a fait 2,034 chaudes pendant le mois, et on a consommé 224,250 kil. de houille ; le mois de travail étant de 26 jours et le nombre moyen de chaudes par four 18, il en résulte que 435 fours ont produit des fers pendant le mois, de sorte que la consommation par heure et par four a été de

$$\frac{224,250}{26 \times 24 \times 4,35} = 85 \text{ kil.}$$

1,556 chaudes pendant le mois ; consommation de houille, 165,100 kil. ; 3 fours ont marché et ont consommé chacun par heure

$$\frac{165,100}{26 \times 24 \times 3} = 80 \text{ kil.}$$

Nous admettons le chiffre de 80 kil. de houille pour les fours à puddler, et 106 pour les fours à réchauffer.

*Force développée par le combustible.*

Nous admettons qu'une machine à moyenne pression et condensation sans détente exige 4 kil. de houille par heure et par force de cheval ; il en résulte qu'un four à réchauffer pourrait développer une force de  $\frac{106}{4} = 27$  chevaux, et un four à puddler  $\frac{80}{4} = 20$  chevaux ; on n'obtiendrait donc avec les 2 fours que 54 chevaux ; mais en profitant du travail produit par la détente de la vapeur, on peut plus que doubler cette force, comme nous allons le voir par les résultats suivants.

L'expérience fondamentale qui doit servir de base au calcul de la puissance

de la machine est celle qui sert à constater le nombre de kilogrammes de vapeur que chaque four évapore par heure dans la marche ordinaire de l'appareil. Cette expérience fut faite d'une manière tout à fait directe, et ne peut, par conséquent, être sujette à aucune erreur. Elle consiste en effet simplement à alimenter les chaudières pendant un nombre d'heures connu, au moyen d'un volume d'eau facile à mesurer.

Les chaudières étant chauffées depuis trois jours, on les remplit d'eau jusqu'à une grande hauteur, et on mesura cette hauteur au moyen de flotteurs fonctionnant très exactement. On remplit également d'eau la petite chaudière qui se trouve au-dessus des grandes, et dont le volume est de 753 litres, et on fit servir à l'alimentation cette eau à mesure qu'elle était échauffée à la température de la vapeur dans les chaudières.

Au bout de cinq heures, la petite chaudière étant entièrement vide, on mesura la hauteur de l'eau dans les grandes. Son niveau s'était abaissé dans l'une de 0,265, et dans l'autre de 0,240. Les volumes correspondant à ces deux abaissements sont 2,235 et 2,025 litres; en ajoutant ces deux volumes à celui de la petite chaudière, on trouve que le poids total d'eau vaporisée par deux fours en 5 heures a été de 5,013 litres.

La consommation des fours en houille pendant ce temps a été de 106 kil. à l'heure, ce qui fait pour 2 fours et pour 5 heures 1,060 kil.

1,060 kil. de houille ont donc vaporisé en 5 heures 5,013 kil. d'eau, ce qui donne en résumé un produit de 5 kil. de vapeur par kilogramme de houille à vapeur.

Ce nombre se trouve être d'accord avec tous ceux que l'on a obtenus dans les appareils de chauffage. On sait, en effet, par un grand nombre de résultats d'expériences, que dans l'emploi de la houille comme combustible on n'utilise que la moitié de la quantité de chaleur qu'elle peut réellement développer dans les appareils d'essai destinés à mesurer la capacité calorifique.

Or, la capacité calorifique de la houille étant de 6,500 unités de chaleur, et 1 kil. d'eau exigeant pour être transformé en vapeur 650 calories, 1 kil. de houille pourra, par conséquent, réduire théoriquement en vapeur 10 kil. d'eau et pratiquement 5 kil.

Dans les calculs suivants sur le travail résultant du poids d'eau vaporisée, on n'a supposé qu'une pression initiale de 2 atmosphères dans le cylindre ( quoique dans la marche elle se maintienne régulièrement à 2 atmosphères 1/2 dans les chaudières ), à cause du refroidissement que la vapeur éprouve dans les tuyaux de conduite et les boîtes de distribution. La différence de 1/2 atmosphère entre la pression dans le cylindre et celle des chaudières étant exagérée, il s'ensuit que les puissances utiles de la machine indiquée dans l'avant-dernière colonne du tableau qui suit indiquent le moindre effet qu'on puisse en attendre aux différents degrés de détente.

Nous allons rechercher quelle est la force développée par la vapeur produite en une seconde dans les chaudières, et celle qui est produite par la vapeur introduite sur le piston à différentes déteates, et comparer les chiffres obtenus.

Le diamètre du piston est de 0<sup>m</sup>90; sa surface étant de 0<sup>m</sup>6362 et la course 2<sup>m</sup>40, le volume de vapeur dépensé par cylindrée est de 1<sup>m</sup>526 et par oscillation 3<sup>m</sup>52; la vitesse de la machine est de 15 oscillations par minute,

qui dépensent à pleine vapeur 45<sup>m</sup>78 de vapeur ou 0<sup>m</sup>763 par seconde. Le poids de vapeur produit dans les deux chaudières est 1,060 kil. par heure, et par seconde 0 kil. 5294.

Le volume de 1 kil. de vapeur à la pression de 2 atmosphères et à la température réelle est de 0,900 litres ; ainsi la vapeur dépensée par seconde dans le cylindre est un poids de 0 kil. 848.

1 mètre cube de vapeur à 2 atmosphères sans détente développe un travail théorique de 20,660 kil., et 1 kil. de vapeur à la même pression développe un travail de  $275 \times 0,9 = 248$  chevaux. Avec ces données, on a formé le tableau suivant, indiquant : 1° le travail de 1 mètre et de 1 kil. de vapeur à 2 atmosphères à pleine vapeur, et détendu successivement à 2, 3, 4 et 5 fois son volume ; 2° le travail développé par la vapeur produite dans les chaudières ; 3° la vapeur consommée par le cylindre ; 4° le travail produit par le piston, déduction faite de la pression dans le condenseur qui a été mesurée égale 0 at. 13, ou  $0,13 \times 10,330 \times 0,636 = 854$  kil.

	TRAVAIL développé par mètre cube de vapeur à 2 atmosphères		Travail total en kilogrammes.	Travail de 1 kilogramme de vapeur formé dans une seconde.	Poids de vapeur produit dans les deux chaudières par 1'.	Travail développé par la vapeur produite dans les chaudières par 1'.	Poids de vapeur dépensée dans les cylindres par 1'.	Travail produit par v sur le piston.	Force réelle de la machine avec un coefficient de 0,60.	Consommation de combustible par force de cheval.
	à pleine vapeur.	par la détente.								
Pleine vapeur.	kil. 20.660		kil. 20.660	chevaux 48	0,294	86,8	0,848	202,0	121,3	4,10
Détente 1/2.	20.660	13.490	34.980 34.150	390	0,294	136,5	0,424	172,5	103,5	3,00
Détente 2/3.	20.660	22.673	43.358 43.333							
Détente 3/4.	20.660	28.615	49.300 49.275	588	0,294	205,8	0,212	118,0	70,8	1,70
Détente 4/5.	20.560	33.820	53.910 54.480							

On voit par le tableau ci-contre que la production de vapeur dans les deux chaudières étant de 0 kil. 294 par seconde, et la dépense dans le cylindre 0,848 dans le même temps, on ne pourrait pas marcher longtemps à pleine vapeur, puisqu'on dépense à peu près 2,8 fois plus de vapeur qu'il ne s'en forme, mais aussi la force réelle de la machine dans ce cas est de 121 chevaux ; et comme on n'a jamais besoin d'une aussi grande force, il est inutile

de marcher à pleine vapeur, aussi la machine ne peut-elle marcher à une force supérieure à celle due à la détente à demi-course.

En détendant la vapeur à demi, on obtient 103,5 chevaux de force réelle et l'on dépense 0,424 de vapeur, tandis que les chaudières n'en produisent que 0 kil. 294; on ne pourrait donc pas non plus marcher continuellement avec cette détente; mais on a rarement besoin d'une aussi grande force.

Enfin, en détendant la vapeur au tiers dans le cylindre et toujours sous la pression de 2 atmosphères, on ne dépense plus que 0,283 kil. de vapeur, tandis que les chaudières en produisent 0,294; il y a donc excès de vapeur, et cependant la force de la machine est encore de 84 chevaux, force bien suffisante pour faire marcher deux trains de cylindres dans les cas les plus fréquents.

Lorsque la machine fonctionnait à détente fixe à moitié, ce qui avait lieu dans les premiers temps de sa marche, il était impossible de proportionner sa puissance motrice à la résistance; et cette détente ayant dû être proportionnée aux plus grandes forces que l'on a quelquefois à vaincre, il en résultait toujours un abaissement de pression de  $2 \frac{3}{4}$  atmosphères à  $1 \frac{1}{4}$  ou  $1 \frac{1}{2}$  atmosphère pendant le passage d'une chaude. L'intervalle de deux chaudes suffisait pour relever la pression, car la machine ne laminait alors que le fer des deux ou trois fours à réchauffer, et n'était liée qu'à un seul des deux trains qu'elle commande.

Plus tard, lorsque l'appareil, au moyen duquel on peut faire varier en quelques secondes, et à la main, l'instant de la détente, eût été monté, on trouva que la machine fonctionnant avec détente au cinquième, et pour un seul train, avait d'abord assez de puissance pour façonner tous les échantillons de fer marchand fabriqués jusqu'à présent; et, de plus, que l'on avait dans cette marche un excès de vapeur qu'on lâchait par les soupapes; on était d'ailleurs averti que ce résultat aurait lieu par l'expérience citée plus haut sur la quantité d'eau que peut vaporiser un four et par les calculs du tableau. Aussi, la pression, loin de baisser comme cela avait lieu précédemment, tend continuellement à monter, et l'on n'éprouve jamais de difficulté à la maintenir constamment à  $2 \frac{1}{2}$  atmosphères, même pendant les premiers jours de marche, et lorsque les massifs ne sont pas encore échauffés.

Ce résultat, que des expériences variées et multipliées ont pleinement confirmé, démontrait la possibilité de conduire simultanément les deux trains de cylindres avec la machine à vapeur. En effet, dans la marche d'un seul train l'intervalle de repos entre les chaudes est à peu près égal à celui de la marche. Ainsi, outre qu'en détendant au cinquième il y a excès de vapeur produite par des chaudières, on pourra encore disposer de celle que l'on perd en entier par les soupapes de décharge dans l'intervalle des chaudes.

#### DESCRIPTION DE LA CHAUFFERIE ET DES CHAUDIÈRES A VAPEUR.

##### *Fours à réchauffer.*

La chaufferie se compose de deux fours à réchauffer, dont la flamme, après avoir chauffé le fer, passe sous des chaudières en tôle à bouilleurs avant de se rendre dans la cheminée. ( Voir fig. 40 à 44. )

Les fours à réchauffer ont 2 mètres de longueur et 1<sup>m</sup>30 dans leur plus grande largeur ; la hauteur de la voûte au-dessus de la sole est de 0<sup>m</sup>40, et au-dessus de la grille 0<sup>m</sup>75.

La surface de la grille est 0<sup>m</sup>98 × 0<sup>m</sup>76 = 0<sup>m</sup>7500.

L'échappement du four a 0<sup>m</sup>38 de hauteur et 0<sup>m</sup>325 de largeur ; sa section est de 0<sup>m</sup>41225 ; le côté de la cheminée jusqu'à 2 mètres de hauteur est de 0<sup>m</sup>35 ; la section 0<sup>m</sup>41225 ; plus haut, le côté de la cheminée est de 0<sup>m</sup>44 et la section 0<sup>m</sup>41936. Les cheminées ont 15 mètres de hauteur ; la section de la grille est à peu près deux fois celle de la cheminée. Ces dimensions sont celles des cheminées ordinaires pour les fours sans emploi de chaleur perdue ; dans le cas où l'on chauffe des chaudières, il faut augmenter ces dimensions, car elles n'offrent que 0<sup>m</sup>4010 de surface pour brûler 53 kilogrammes de houille, surface qui devient trop faible lorsqu'on fait parcourir à la flamme un grand chemin qui la refroidit considérablement avant qu'elle parvienne à la cheminée.

*Chaudières.*

Chaque chaudière ayant deux bouilleurs a les dimensions suivantes :

Diamètre intérieur, 1<sup>m</sup>137 ; diamètre extérieur, 1<sup>m</sup>155 ; épaisseur, 0<sup>m</sup>009 ; longueur totale, 7<sup>m</sup>95.

Diamètre intérieur des bouilleurs, 0<sup>m</sup>486 ; extérieur, 0<sup>m</sup>505 ; longueur totale, 9 mètres.

Surface demi-cylindrique. . . . .	m. q. 11,800		m. q. 13,885
Demi-phère. . . . .	2,085	}	13,885
Surface des bouilleurs. . . . .	13,480		
A déduire l'espace des briques. . . . .	0,640	}	12,840 × 2.
			25,680
Surface totale d'une chaudière et des bouilleurs. . . . .			39,565

La surface de chauffe totale des deux chaudières est donc de 79 mètres carrés.

Chaque kilogramme de houille produisant 5 kil. de vapeur, et chaque four, 106 × 5 = 530 kil. par heure, on voit que chaque mètre carré de surface de chauffe produit à peu près 14 kil. de vapeur ; l'espace libre qui reste à la vapeur dans la chaudière est de 4<sup>m</sup>45.

La section des carneaux des chaudières est de 0<sup>m</sup>4700, et à l'endroit des tubulures des bouilleurs 0<sup>m</sup>43200. La section des carneaux des bouilleurs est de 0<sup>m</sup>43200 ; chaque cheminée a 0<sup>m</sup>60 de côté carré, 0<sup>m</sup>43600 de section et 25 mètres de hauteur.

Cette section est suffisante ; elle correspond à une surface de 0<sup>m</sup>410 pour brûler 30 kil. de houille ; dans les foyers ordinaires, on suppose qu'une surface de 0<sup>m</sup>410 peut suffire pour 50 à 60 kil. de houille ; c'est, du moins, ce qui a lieu dans les fours à réchauffer ordinaires.

On ne peut pas dire exactement quelle est la surface libre de la grille laissant passage à l'air pour la combustion de la houille, car cette section varie souvent ; elle dépend de la nature et de la hauteur de la houille et des chauffeurs qui la modifient selon les échantillons de fer à chauffer.

*Chaufferie.*

En sortant du four à réchauffer, la flamme peut prendre deux directions : par l'une, elle se rend directement dans la cheminée ; et par l'autre, elle vient échauffer la chaudière ; il y a donc deux carneaux après l'échappement du four, munis chacun d'un registre en fonte mobile autour d'une poulie par une chaîne et un contre-poids. Lorsqu'on ne veut pas échauffer les chaudières, on ferme les registres R et R (fig. 43, 44) qui conduisent la flamme dans leurs carneaux *ac* et *a'c'*, et celle-ci se rend directement dans les cheminées par les carneaux *ab* et *a'b'* comme dans les fours ordinaires.

Lorsqu'on veut faire passer les flammes sous les chaudières, on ferme le registre des carneaux *ab* et *a'b'* des cheminées, et l'on ouvre ceux des chaudières R et R : la flamme parcourt d'abord les carneaux dans lesquels sont placés les bouilleurs ; une rangée de briques placées au-dessus et entre les deux bouilleurs empêche la flamme de passer en même temps sous les chaudières ; arrivée à l'extrémité des bouilleurs, elle monte et revient en enveloppant une demi-circonférence autour des chaudières ; puis elle se rend dans les cheminées par les carneaux latéraux *de* et *d'e'* et par les ouvertures *o* et *o'*. Cette ouverture se trouve à peu près à 0<sup>m</sup>80 au-dessus de celle qui amène la flamme des fours dans les cheminées ; lorsque le tirage est direct, cette dernière est continuellement ouverte et ne nuit pas au tirage des fours.

L'alimentation d'eau des chaudières ne se fait pas pendant la marche de la machine, moment pendant lequel il est très essentiel de conserver à la vapeur toute sa tension et de ne pas diminuer la production de vapeur des chaudières ; elle a lieu, après que la machine est arrêtée, au moyen d'une petite machine spéciale de la force d'un cheval.

Une petite chaudière est placée entre les deux grandes ; on la remplit d'eau provenant du condenseur, et on la met en communication avec la chaudière par la partie supérieure, puis on la fait écouler par le bas dans les chaudières ; deux pompes foulantes, mues par la machine, montent l'eau de condensation dans un réservoir d'eau ; elle est prise pour l'alimentation des chaudières et l'arrosage des tourillons des cylindres. Ces deux pompes peuvent aussi à volonté alimenter directement les chaudières, ce qui a lieu lorsque la machine marche pendant plus d'une demi-heure.

La prise de vapeur dans les chaudières se fait au moyen de deux soupapes qui permettent de n'employer que la vapeur d'une seule chaudière, dans le cas où les deux chaudières ne seraient pas chauffées. Sous la même boîte est une grande soupape de décharge, destinée à laisser échapper la vapeur, lorsque la machine est arrêtée et que la tension de la vapeur dépasse 2 3/4 atmosphères.

*Observations sur la marche de la machine. (Voir le tableau ci-après, page 345. )*

Dans toutes ces observations, la vapeur était admise dans le cylindre à la pression de 2 1/2 atmosphères, à peu près pendant la moitié de la course, et se détendait pendant l'autre moitié. Depuis que la nouvelle détente variable



est montée, et que l'on marche ordinairement à détente au quart ou au cinquième, la pression de la vapeur reste constante et même augmente dans les chaudières pendant la marche de la machine.

DATES.	DESIGNATION des ÉCHANTILLONS DE FER.	Nombre de barres.	Durée du passage aux cylindres.	PRESSION de la vapeur			Nombre de tours de la machine.	Observations.
				à la mise en train de la machine.	à la fin du passage.	Fraction d'atmosph. dont la pression a baissé,		
1837. 10 août.	Fers carrés de 0 <sup>m</sup> 027 sur 4 <sup>m</sup> 80 à 6 <sup>m</sup> de longueur.	13	14'	at. 2,00	at. 1,75	at. 0,25	12	1 four.
26 id.	Cercles de 0 <sup>m</sup> 054 sur 0 <sup>m</sup> 0036 et 14 <sup>m</sup> 63 de lon.	32	36'	2,75	2,00	0,75	14	2 id.
27 id.	Cercles idem. . . . .	30	28'	2,75	2,25	0,25	14	2 id.
6 oct.	Cercles, 16 <sup>m</sup> 24 sur 0 <sup>m</sup> 054.	32	35'	2,50	1,75	0,75	15	2 id.
12 id.	Ballage 0 <sup>m</sup> 08 sur 0 <sup>m</sup> 020 à 0 <sup>m</sup> 022 (fer préparé pour carrossage). . . . .	»	11'	2,75	2,25	0,50	14	1 id.
1838. 12 août.	Billetes, 0 <sup>m</sup> 0031 de côté 3 <sup>m</sup> 90. . . . .	»	30'	2,70	2,50	0,20	12	2 id.
Idem.	Cercles, 0 <sup>m</sup> 08 et 11 <sup>m</sup> 70.	45	40'	2,75	1,90	0,85	»	3 id.

Un accident étant arrivé aux cylindres, il a fallu arrêter un instant la machine, ce qui a augmenté la durée du passage et la consommation de vapeur.

Il faut une force assez considérable pour faire les cercles ; la vitesse de la machine se ralentit sensiblement lorsqu'on passe au spatard le fer qui est presque froid. Voici une expérience sur la force de la roue d'eau qui fait aussi ce travail, et qui donnera une idée de cette force.

22 août 1837. Expérience sur la force de la roue d'eau pour laminer des cercles de 13<sup>m</sup> à 14<sup>m</sup>63 de longueur, 0<sup>m</sup>54 de largeur et 0<sup>m</sup>13 d'épaisseur.

- Largeur de la vanne. 3<sup>m</sup>10.
- Ouverture de la vanne. 0<sup>m</sup>230.
- Charge d'eau sur le centre de la vanne. 0<sup>m</sup>80.
- Dépense d'eau  $d=0,63 \times 3,10 + 0,23 \text{ } 2g + 0,80 = 1782$  litres par 1'.
- Chute d'eau. 3<sup>m</sup>50.

Force théorique  $\frac{1,782 \times 350}{75} = 83$  chevaux.

En adoptant un coefficient de 0,50, la force réelle nécessaire au laminage des cercles sera de 41,5 chevaux.

Pendant que l'on dégrossit la barre de fer aux premières cannelures des cylindres, où elle est peu travaillée et très chaude, puisqu'elle sort des fours au blanc soudant, la roue d'eau et le volant acquièrent une grande vitesse qui se ralentit promptement dès que le fer est engagé dans les spatards; au commencement la vitesse de la roue est de 13 à 15 tours, et lorsque le cercle sort des spatards elle ne fait plus que 5 à 6 tours; la transmission du mouvement de la roue d'eau aux cylindres étant directe, il y a peu de force perdue par les engrenages, tandis que dans la machine la transmission ayant lieu par une série d'engrenages, il y a une force assez considérable absorbée par les frottements et le mouvement de toutes ces pièces; de sorte qu'on peut admettre qu'elle travaille au moins à 60 chevaux pour la fabrication des fers à cercles.

*Description de la machine. ( Voir fig. 45, 46. )*

La machine est à un seul cylindre et à balancier.

Le diamètre du piston est de 0<sup>m</sup>90, sa surface 0<sup>m</sup>6362.

La course 2<sup>m</sup>40, et le volume du cylindre 1<sup>m</sup>526; la longueur du balancier est de 7<sup>m</sup>40; celle de la bielle 7<sup>m</sup>40, et le rayon de la manivelle 1<sup>m</sup>20.

La vitesse ordinaire de la machine est de 15 tours par minute ou 1<sup>m</sup>20 par seconde; souvent elle a une vitesse plus faible, mais jamais elle ne dépasse 1<sup>m</sup>20 par seconde.

Le condenseur a 0<sup>m</sup>610 de diamètre et 1<sup>m</sup>50 de hauteur; son volume est de 0<sup>m</sup>436; c'est le quart à peu près de celui du cylindre.

La pompe à air a 0<sup>m</sup>610 de diamètre; sa surface est de 0<sup>m</sup>2910; la course du piston 1<sup>m</sup>20, et le volume qu'il engendre 0<sup>m</sup>350.

Le cylindre repose sur un massif en pierre de taille de 3<sup>m</sup>30 de hauteur; il y est fixé par 4 boulons à filets carrés de 0,070 de diamètre; il est coulé d'une seule pièce; sa hauteur totale alézée est de 2<sup>m</sup>960; il a 0<sup>m</sup>035 d'épaisseur.

Les orifices d'entrée et de sortie de vapeur ont 0<sup>m</sup>200 de largeur et 0<sup>m</sup>110 de hauteur, et une surface de 0<sup>m</sup>0220.

Le piston est garni en tresses de chanvre; il a 0<sup>m</sup>200 de hauteur; la tige du piston a 0<sup>m</sup>130 de diamètre.

La longueur du balancier est de 7<sup>m</sup>40 d'axe en axe; sa hauteur au ventre est de 1 mètre et son poids de 9.000 kil.; les tourillons de l'axe du milieu, en fer, ont 0<sup>m</sup>205 de diamètre et 0<sup>m</sup>245 de longueur; les tourillons en fer des extrémités ont 0<sup>m</sup>130 de diamètre et 0<sup>m</sup>16 de longueur; le boulon en fer qui retient les boules à l'extrémité du balancier a 0<sup>m</sup>165 de diamètre.

Les paliers des balanciers sont attachés par des boulons sur une forte plaque en fonte, reposant elle-même sur un mur en maçonnerie de pierres de taille de 1<sup>m</sup>20 d'épaisseur et 8 mètres de hauteur, sur lequel elle est attachée par 6 grands boulons de 0<sup>m</sup>070 de diamètre.

Cette plaque de fonte est traversée par deux grandes pièces de bois encastées dans le mur de la chambre de la machine, du côté du cylindre à vapeur; elles portent le point fixe d'attache des parallélogrammes et le plancher du balancier.

La pompe à air et le condenseur sont plongés dans une grande bache en fonte remplie d'eau froide ; elle est alimentée d'eau par l'étang qui se trouve à un niveau supérieur.

La transmission du mouvement aux deux trains de cylindres se fait par une série d'engrenages dont les dimensions et la vitesse sont indiquées dans le tableau suivant :

## TRANSMISSION DU MOUVEMENT AUX DEUX TRAINS DE CYLINDRES.

DÉSIGNATION DES ENGRENAGES.	Diamètre.	Nature de la dent.	Nombre des dents.	Pas d'engrenage.	Nombre de tours.	Observations.
<i>Transmission aux cylindres à fer marchand.</i>						
Grand engrenage sur l'arbre de la manivelle. . . . .	3,468	Fonte.	80	0,1361	15	
Pignon intermédiaire } sur le même arbre.	2,178	Fonte.	50	0,1361	26,4	
Engrenage interméd. }	3,336	Bois.	96	0,109	26,4	
Pignon sur l'axe du volant et des cylindres à fer marchand. . .	0,832	Fontc.	24	0,109	105,6	Volant de 4 <sup>m</sup> de diamètre pesant 8,200 kil.
<i>Transmission aux cylindres à fer de tréfilerie.</i>						
Engrenage intermédiaire. . .	3,336	Bois.	96	0,109	26,4	
Pignon intermédiaire } sur le même arbre.	0,832	Fonte.	24	0,109	105,6	
Engrenage interméd. }	2,224	Fonte.	104	0,067	105,6	
Pignon à dents de bois commandant le volant. . . . .	1,112	Bois.	52	0,067	211,2	Volant de 4 <sup>m</sup> de diamètre pesant 1,700 kil.
Pignon commandant les cylindres à fer de tréfilerie.	1,112	Bois.	52	0,067	211,2	

Les paliers de l'arbre de la manivelle reposent sur une plaque de fonte boulonnée sur une grande pièce de bois de 0<sup>m</sup>40 d'équarrissage, et sur un fort massif en pierres de taille.

Lorsqu'on fait marcher la machine pour les cylindres à fer marchand, on embraye la communication de mouvement au moyen d'une griffe placée à l'extrémité de l'arbre du volant de ces cylindres, et l'on enlève trois dents mobiles en fer, placées sur le grand engrenage de la roue d'eau ; on amène le vide laissé par ces trois dents vis-à-vis le pignon placé sur l'arbre du volant

et qui fait marcher les cylindres par la roue d'eau, de cette manière la roue d'eau se trouve isolée des cylindres ; pour marcher avec la roue, on remet les trois dents et l'on retire la griffe placée à l'extrémité de l'arbre du volant. En désembrayant aussi le petit volant des cylindres à fer de tréfilerie, la machine met en mouvement les deux trains de cylindres. On suspend à volonté le mouvement de l'un ou l'autre train pour n'en faire marcher qu'un seul au moyen des griffes placées au commencement de chaque train. Lorsqu'on fait marcher le train de cylindres à fer de tréfilerie seul, on embraye son volant et l'on ôte le mouvement à celui des cylindres à fer marchand ; cette condition est indispensable, car si les deux volants tournaient ensemble ils se repasseraient mutuellement les forces et les chocs qu'ils absorbent ; et cette force étant obligée de passer par la série d'engrenages de la transmission du mouvement les briserait infailliblement.

La machine tourne tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, selon que l'on travaille aux fours placés de chaque côté des banes ; il suffit de changer les gardes des cannelures ; la transmission de mouvement aux martinets a lieu par des pignons coniques, dont l'un tourne à droite et l'autre à gauche, afin que l'arbre à cames tourne toujours dans le même sens, quel que soit celui de la machine.

#### *Distribution de la machine à vapeur.*

L'appareil de distribution se compose de deux grandes boîtes attachées par des tubulures à celles du haut et du bas du cylindre à vapeur, et réunies par deux colonnes creuses en fonte, par l'une desquelles la vapeur arrive dans la boîte du bas, et par l'autre elle se rend au condenseur ; des quatre soupapes, deux sont destinées à introduire la vapeur dans le cylindre, et les deux autres à l'écouler au condenseur ; et enfin des leviers, arbres et tiges destinés à ouvrir et fermer ces soupapes.

L'orifice de chaque soupape est un cercle de 0<sup>m</sup>.160 de diamètre et 0<sup>m</sup>.0021 de surface ; elles s'ouvrent instantanément par la chute d'un contre-poids et se ferment par des manettes en fer ou leviers courbes, mus par des taquets placés sur des tiges réunies à celles de la pompe à air. L'ouverture subite des soupapes d'introduction et d'échappement de vapeur a l'avantage de mettre tout à coup la vapeur sur le piston au moment où la manivelle est au point mort, et d'évacuer de la même manière la vapeur qui est sous le piston et s'oppose à son mouvement. A et A' (Pl. VI) sont les tiges des soupapes d'introduction de vapeur ; elles passent dans une boîte à étoupes et sont fixées par une cheminée aux soupapes.

B et B' sont les tiges des soupapes d'échappement de la vapeur dans le condenseur ; CD et CD' sont les arbres de fer fixes de rotation des leviers CE, DF, C'E', D'F', qui lèvent les tiges des soupapes ; quatre petites colonnes en fonte G, G' servent de support aux arbres en fer aux points fixes CD et C'D' des leviers de soupapes et aux guides I'H' et I'H', dans lesquelles glissent les tiges des soupapes.

Les leviers qui ouvrent et ferment les soupapes CE, DF, C'E', D'F', sont reliés à d'autres leviers MJ, M'J', NK et N'K' par des tiges EJ, E'J' et FK et F'K', qui peuvent s'allonger ou se raccourcir au moyen d'un écrou.

Les leviers MJ, M'J' et NK, N K' sont calés sur des arbres en fer OLP et O'L'P', supportés par quatre paliers en fonte, coulés avec la grosse colonne creuse de la distribution ; c'est par ces leviers que s'ouvrent et se ferment les soupapes par l'action des taquets et des manettes. L'arbre OP est creux et traversé dans toute sa longueur par l'arbre LP, qui a une partie OP d'un diamètre plus faible que l'autre LP; de même, l'arbre O'L' est creux et traversé par l'arbre L'P', qui tourne dans le premier sur toute sa longueur O'L'. Cette disposition n'a d'autre but que d'éviter deux paliers qu'il aurait fallu mettre entre les deux colonnes de distribution pour supporter les tourillons de ces arbres, qui ont un mouvement en sens contraire l'un de l'autre et ne se meuvent pas en même temps. Ainsi les arbres creux sont supportés par les arbres pleins et tournent autour. Ces deux arbres portent une grande partie des pièces de la distribution servant à ouvrir et fermer les soupapes ; ce sont : 1° Quatre manettes, 1, 2, 3 et 4, servent à fermer les soupapes par l'action des taquets Q, R et S ; les deux manettes 1 et 3, mues par les taquets Q et R, servent à fermer les soupapes d'introduction de vapeur dans le cylindre ; et les manettes 2 et 4, mues par le seul taquet S, sont les soupapes d'émission de vapeur dans le condenseur ; ce taquet est placé sur la tige de la pompe à air.

Les taquets Q et R sont mobiles sur des tiges taraudées TU et T'U' au moyen d'un écrou ; ils glissent sur des tiges tournées VV' et XX' ; ces quatre tiges sont attachées à la tige de la pompe à air par des supports en fer y et z, qui servent de crapaudines aux tiges taraudées qui tournent dessus et supportent aussi les tiges tournées VV' et XX', qui y sont fixées par des écrous. Les tiges taraudées TU et T'U' portent à leur extrémité inférieure deux petits pignons en cuivre 5 et 6 mis en mouvement par un autre pignon 7 de même diamètre, et une petite manivelle que le conducteur de la machine manœuvre pour placer les taquets à la distance convenable, selon le degré de détente que l'on veut avoir et la force que l'on veut donner à la machine ; les pignons 5 et 6, engrenant ensemble, ont un mouvement contraire ; l'ensemble des taquets, des tiges taraudées mobiles et des tiges tournées fixes, se meut avec la tige de la pompe à air, et sert à fermer les soupapes d'introduction de vapeur et à régler la détente.

Voici maintenant la description des pièces qui servent à ouvrir les soupapes. *ab* et *a'b'* sont les deux leviers de décrochement des soupapes du condenseur ; ils sont munis d'un petit galet mobile autour des points fixes *b* et *b'* ; dans la vue de côté de la machine, on ne voit pas les leviers semblables des soupapes d'introduction de vapeur, parce que les arbres sont coupés derrière eux ; *cd* et *c'd'* sont des quarts de roues à rochets, calées à l'extrémité des arbres en fer OL et O'L', et sur lesquelles viennent s'accrocher les leviers *ab* et *a'b'* par leur galet.

*ee* et *gg'* sont des leviers calés sur les arbres en fer, à l'extrémité desquels sont attachées des tiges en fer *i, i'*, et *j, j'*, dont l'extrémité inférieure plonge dans la bêche d'eau froide, et portent des contre-poids en plomb. Ces leviers et ces tiges servent à ouvrir les soupapes tout à coup, lorsque le décrochement du levier *ab* et *a'b'* est fait ; ce décrochement s'opère, à la fin ou au commencement de chaque course de piston, par le seul taquet *l* fixé sur la tige de la pompe à air, et par les quatre leviers en fer *mop*, *m'o'p*, *qrs*

et  $q'r's'$ , mobiles autour des points fixes  $o,o'$  et  $s,s'$ ; les leviers soulèvent  $p't, p't', ru,$  et  $r'u'$  qui viennent décrocher, en les soulevant, les leviers  $b$  et  $a'b'$  pour ouvrir les soupapes; ces tiges peuvent s'allonger et se raccourcir par des écrous, pour régler leur longueur dans la pose;  $v,v'; x,x'; y,y', y''$  et  $z$  sont les guides de ces tiges.

#### *Marche de l'appareil.*

La vapeur arrive des chaudières dans les boîtes de distribution par le tuyau 8 et par la boîte 9 et 10, dans laquelle il y a un tiroir que l'on ouvre lorsqu'on veut faire marcher la machine; 11 est le stuffenbox de la tige du tiroir; on ouvre ce dernier par une petite manivelle placée sur la colonne 12 et 13; 14 et 15 est une colonne dans laquelle passe la tige du robinet d'injection d'eau froide dans le condenseur; sur le tuyau 8 d'arrivée de vapeur est un papillon, ou valve, mis en communication avec le pendule conique, qui règle par là la section d'arrivée de vapeur selon la marche de la machine.

Lorsqu'on ouvre le tiroir placé dans la boîte 9 et 10, la vapeur remplit la colonne et les boîtes de droite, dans lesquelles sont placées les soupapes d'introduction, et dont on voit les tiges A et A'.

#### *Fermeture des soupapes.*

Supposons, comme cela a lieu sur le dessin, que le piston soit arrivé au bas de sa course descendante: comme la machine est à détente, la soupape du haut A, qui avait mis en communication la vapeur avec le dessus du piston, est déjà fermée; voici comment elle s'est fermée. Le taquet R en descendant a baissé la manette 3 et l'a même dépassée; cette manette, en baissant, a entraîné dans son mouvement le levier MJ en lui faisant décrire un arc de cercle; ce mouvement a été transmis au levier de la soupape E'C par la tringle J'E', et la soupape s'est fermée; mais en même temps, la manette a relevé le levier C'J' et le contre-poids fixé à l'extrémité de la tige C'I'; elle a aussi fait décrire un arc de cercle au rochet placé à l'extrémité de l'arbre supérieur O'P, et le levier d'accrochement, qui a suivi le mouvement du rochet sur lequel le galet repose toujours, s'est accroché, et la soupape reste fermée.

#### *Ouverture des soupapes.*

Au moment où le piston arrive au bas de sa course, il faut enlever la vapeur qui se trouve au-dessus du piston, et par conséquent ouvrir les soupapes de gauche de condensation dont la tige est B; cette opération se fait ainsi.

Le taquet  $l$  placé sur la tige de la pompe à air vient frapper l'extrémité du levier  $m'o'p'$ ; l'autre extrémité  $p'$  du levier se soulève; à son tour elle soulève la tige  $p't'$ ; celle-ci vient lever l'extrémité  $a'$  du levier  $a'b'$  de décrochement; alors le contre-poids attaché au bas de la tige  $j'$  n'étant plus retenu tombe et entraîne dans son mouvement le rochet, le levier  $gl$  du contre-poids, la manette 4, le levier NK, la tige K'I' et le levier de la soupape du haut F C'B, qui s'ouvre tout à coup.

En même temps la soupape du bas B du condenseur s'est fermée par le taquet

S qui est venu rencontrer la manette 2; et aussi en même temps la soupape du bas A, qui doit introduire la vapeur sous le piston, s'ouvre de la même manière que nous venons de dire pour la soupape B du haut de condensation; le taquet *l* soulève le levier *mop*, la tige *pt*, le levier d'accrochement et la soupape A; la manette I se relève aussi et reste dans cette position jusqu'à ce qu'elle doive s'abaisser et fermer la soupape selon le degré de détente que l'on veut avoir, par le moyen du taquet *q*.

Les mêmes choses se passent lorsque le piston remonte et arrive au haut de sa course.

En résumé, l'ouverture des quatre soupapes se fait à la fin de chaque course ascendante et descendante par le décrochement des leviers *ab* et *a'b'*, au moyen d'un seul taquet *l* et les quatre leviers *mop*, *m o p'*, *qrs* et *q'r s'* des tiges et leviers qui en dépendent; deux soupapes s'ouvrent toujours ensemble à la fin de chaque course, l'une de condensation et l'autre d'introduction de vapeur; les manettes restent relevées pour être baissées ensuite par les taquets lorsqu'ils viennent à les rencontrer; les contre-poids se relèvent et l'accrochement des leviers *ab* et *a'b'* se fait en même temps que les manettes sont abaissées et les soupapes fermées.

Il n'y a qu'un seul taquet pour fermer les deux soupapes de condensation, puisqu'elles ne doivent se fermer qu'à la fin de la course; c'est le taquet S qui baisse les deux manettes 2 et 4.

Les manettes 1 et 3 ont chacune leur taquet Q et R, parce qu'elles se ferment à des moments de la course variables. La durée de l'introduction de vapeur dans le cylindre dépend de la position des taquets sur les tiges taraudées. Lorsqu'ils sont aux extrémités des tiges, la détente se fait à moitié, parce que la course du piston de la pompe à air étant moitié de celle du piston à vapeur, ou 1<sup>m</sup>20, les taquets ne viennent frapper les manettes que lorsque la tige de la pompe à air a parcouru 0<sup>m</sup>60 ou la moitié de sa course; la détente varie en rapprochant les taquets, car lorsqu'ils sont en face l'un de l'autre les soupapes se ferment presque aussitôt qu'elles ont été ouvertes, et la vapeur n'entre que pendant un instant très court dans le cylindre.

Pour faire varier la détente, il faut donc changer la position des taquets sur les tiges taraudées, et pour cela il suffit de tourner la petite manivelle fixée sur l'axe du pignon 7; ce pignon transmet son mouvement aux pignons 5 et 6, et ceux-ci aux tiges taraudées TU et T'U'; et comme les taquets ont un écrou mobile sur les tiges taraudées, et qu'ils peuvent glisser sur les tiges fixes VV et XX, et que leur mouvement se fait en sens inverse, ils se rapprochent ou s'éloignent l'un de l'autre, selon que le mouvement du pignon 7 se fait à droite ou à gauche. Lorsqu'ils se rapprochent l'un de l'autre, ils se rapprochent aussi des manettes qu'ils rencontrent plus tôt, et ferment les soupapes d'introduction de vapeur à un instant plus rapproché du commencement de la course du piston; l'introduction de vapeur dure moins longtemps et sa détente est prolongée; le contraire a lieu lorsqu'ils s'éloignent l'un de l'autre; ils s'éloignent des manettes, ferment plus tard les soupapes qui laissent entrer la vapeur dans le cylindre pendant un temps plus long, et diminuent la durée de la détente; ainsi, au moyen de ces taquets mobiles, on peut détendre la vapeur dans le cylindre depuis moitié de la course du piston, en passant par tous les degrés intermédiaires, jusqu'à celui où l'on arrêterait la

machine en fermant les soupapes d'introduction de vapeur aussitôt qu'elles s'ouvriraient.

De nouvelles expériences ont été faites sur la force de vaporisation des chaudières de la machine à vapeur de 100 chevaux d'Abainville; ces expériences, faites en juin 1839, ont duré 42 heures.

Un réservoir en tôle, dont la capacité est de 7,905 litres, a été rempli deux fois; il a fallu la première fois 1,168 coups de pompe, et la seconde 1,145 pour le remplir; la différence est minime, et l'on peut admettre qu'un coup de piston donne 6<sup>lit</sup> 835 d'eau.

Après avoir le niveau de l'eau dans les chaudières, et pour avoir la quantité d'eau vaporisée, on a compté tous les coups de piston pendant l'alimentation; on en a trouvé 6,451, ce qui donne  $6,451 \times \frac{1,6810}{5,513} = 44^m094$  d'eau pendant 42 heures; à la fin de l'expérience, les flotteurs étaient de 15 millim. plus bas qu'au commencement; cet abaissement correspond à peu près à 210 litres, ce qui porte la quantité d'eau vaporisée par les deux chaudières pendant 42 heures à 44,300 litres.

On a brûlé pendant ce temps dans les deux fours à réchauffer 9,500 kil. de houille; la force de vaporisation est donc de  $\frac{44,5}{9,5} = 4$  kil.66 de vapeur par 1 kil. de houille.

FIN.



# TABLE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LE SECOND VOLUME.

	Pages		Pages
MANUFACTURE DE SOIE. . . . .	1	<i>Charpente.</i> . . . . .	123
FILATURES DE LIN. . . . .	7	Manière de construire les arêtes d'un	
<i>Tissage.</i> . . . . .	16	dôme sphérique ayant huit arêtes. . . . .	133
CORDERIES ET FABRICATION DE CORDES.	21	Moyen de trouver les arêtes de la	
<i>Moulins à scies.</i> . . . . .	40	voûte d'une niche, quand leurs	
<i>Moulins à tan.</i> . . . . .	44	plans sont verticaux et passent	
<i>Moulins à huile.</i> . . . . .	46	par le centre d'une sphère. . . . .	135
Description de la fig. 458. . . . .	<i>id.</i>	Moyen de trouver le rayon de cour-	
Description de la fig. 459. . . . .	<i>id.</i>	bure des arêtes d'une niche sphé-	
Élévation et mécanisme des meules.	47	rique, dans le cas où leurs plans	
Plan des meules supérieures et du		se coupent tous suivant une ligne	
châssis avec lesquelles tournent.	48	verticale, qui divise l'arête fron-	
Meule inférieure vue d'en haut. . . . .	<i>id.</i>	tales en deux parties égales. . . . .	<i>id.</i>
Châssis à plons, vu de profil. . . . .	49	<i>Manière de mesurer les ouvrages</i>	
<i>Moulin à couleur et à indigo.</i> . . . .	52	<i>de charpente.</i> . . . . .	136
POTERIE. . . . .	54	<i>De la menuiserie.</i> . . . . .	137
HORLOGERIE. . . . .	75	<i>Des portes.</i> . . . . .	140
<i>Horloges.</i> . . . . .	<i>id.</i>	Manière d'attacher deux battants	
Horloge de M. Ferguson, indiquant		pour qu'ils puissent être à une	
les mouvements apparents journa-		certaine distance l'un de l'autre	
liers du soleil et de la lune, la hau-	81	quand ils sont ouverts. . . . .	142
teur des marées, etc. . . . .	81	Manière de faire un joint suivant les	
Montres. . . . .	88	règles pour un volet de fenêtre ou	
Tables indiquant le nombre de tours		autre ouverture battante. . . . .	<i>id.</i>
de la fusée et des dents de la roue		Manière de former les joints de sty-	
de rencontre avec les battements		le, pour être attachés ensemble	
par heure, et le nombre de secondes		quand la charnière du gond est	
que met la 4 <sup>e</sup> roue à faire sa		placée du côté opposé à la can-	
révolution, pour régler facilement		nelure. . . . .	<i>id.</i>
les montres par les vibrations des		<i>Escaliers.</i> . . . . .	144
pendules. . . . .	92	Trouver l'épaisseur parallèle de la	
<i>Chronomètres.</i> . . . . .	94	planche. . . . .	148
Échappement. . . . .	102	<i>De la plâtrerie.</i> . . . . .	151
Échappement à chevilles. . . . .	105	<i>Toitures en ardoises.</i> . . . . .	162
<i>Des pendules.</i> . . . . .	108	Mesure des ouvrages du plâtrier et	
BÂTIMENTS. . . . .	112	du couvreur en ardoises. . . . .	166
<i>Des mortiers.</i> . . . . .	113	<i>Plomberie.</i> . . . . .	167
<i>Briques.</i> . . . . .	114	<i>Des vitriers.</i> . . . . .	178
<i>De la maçonnerie.</i> . . . . .	117	PEINTURE EN BÂTIMENT. . . . .	173
Définitions des principales parties		Mesurage de l'ouvrage de peinture. . . . .	178
des bâtiments. . . . .	118	DES CHEMINS DE FER ET DES MACHINES	
Emploi des briques dans la construc-		LOCOMOTIVES. . . . .	<i>id.</i>
tion. . . . .	121	APPENDICE OU SUPPLÉMENT. . . . .	203
		GÉOMÉTRIE . . . . .	<i>id.</i>

	Pages		Pages
<i>Définitions.</i> . . . . .	203	tes, servant à donner l'éclat et l'ef-	
PROBLÈME GÉOMÉTRIQUES. . . . .	210	fet du diamant. . . . .	246
MESURES DES SUPERFICIES. . . . .	217	Colorer le clinquant. . . . .	247
MÉTHODE pour trouver la surface et		Couleur de rubis. . . . .	<i>id.</i>
le volume des solides. . . . .	225	Grenat. . . . .	<i>id.</i>
RECETTES UTILES. . . . .	234	Améthyste. . . . .	<i>id.</i>
<i>Composition des métaux.</i> . . . . .	<i>id.</i>	Bleu. . . . .	248
Métal fusible. . . . .	<i>id.</i>	Algue-marine. . . . .	<i>id.</i>
Métal de Bath. . . . .	235	Jaune. . . . .	<i>id.</i>
Similor. . . . .	<i>id.</i>	Vert. . . . .	<i>id.</i>
Métal du prince Robert. . . . .	<i>id.</i>	Autres couleurs. . . . .	<i>id.</i>
Métal de cloche. . . . .	236	<i>Manière de dorer, argenter et éta-</i>	
Tutania, ou métal blanc anglais. . . . .	<i>id.</i>	<i>mer.</i> . . . .	249
Tutania allemand (métal blanc). . . . .	237	Poudre d'or pour dorer. . . . .	<i>id.</i>
Tutania espagnol (métal blanc). . . . .	<i>id.</i>	Couvrir des lames de cuivre, etc.,	
Engestrum tutania. . . . .	<i>id.</i>	avec de l'or ou plaqué d'or. . . . .	<i>id.</i>
Métal de la reine. . . . .	238	Dorer en couleur. . . . .	250
Métal blanc. . . . .	<i>id.</i>	Dorure grecque. . . . .	<i>id.</i>
Métal blanc dur commun. . . . .	<i>id.</i>	Faire dissoudre de l'or dans l'eau	
Tombac ou similor. . . . .	<i>id.</i>	régale. . . . .	<i>id.</i>
Similor rouge. . . . .	<i>id.</i>	Dorer le fer ou l'acier avec une so-	
Similor blanc. . . . .	239	lution d'or. . . . .	<i>id.</i>
Métal à canon. . . . .	<i>id.</i>	Dorer en faisant dissoudre l'or dans	
Cuivre blanchi. . . . .	<i>id.</i>	de l'eau-forte. . . . .	251
Miroirs de télescopes. . . . .	<i>id.</i>	Amalgame d'or. . . . .	<i>id.</i>
Métal de Kustitien pour étamage. . . . .	<i>id.</i>	Dorer par amalgame. . . . .	<i>id.</i>
Métal pour les clefs de flûtes. . . . .	240	Dorer sur verre et sur porcelaine. . . . .	252
Caractères d'imprimerie. . . . .	<i>id.</i>	Manière de dorer le cuir. . . . .	<i>id.</i>
Petits caractères et planches stéréo-		Caractères en or, dessins, etc., sur	
types. . . . .	<i>id.</i>	papier ou sur parchemin. . . . .	<i>id.</i>
Alliage métallique pour prendre l'em-		Manière de dorer les tranches de	
preinte des gravures sur cuivre. . . . .	241	papier. . . . .	<i>id.</i>
Étain commun. . . . .	<i>id.</i>	Manière de dorer la soie, le satin,	
Étain de première qualité. . . . .	<i>id.</i>	l'ivoire, etc., au moyen du gaz	
Étain dur. . . . .	242	hydrogène. . . . .	254
Soudure commune. . . . .	<i>id.</i>	Dorure du bois au moyen de l'huile.	
Soudure douce. . . . .	<i>id.</i>	Dorure par le brunissoir. . . . .	255
Soudure pour les joints d'acier. . . . .	<i>id.</i>	Dorure au moyen de l'amalgame. . . . .	<i>id.</i>
Soudure pour les bijoutiers. . . . .	<i>id.</i>	Dorure sur acier. . . . .	256
Soudure d'argent pour le plaqué. . . . .	<i>id.</i>	Rehausser la couleur de l'or jaune.	
Soudure d'or. . . . .	243	Rehausser la couleur de l'or vert. . . . .	<i>id.</i>
Soudure de bronze pour le fer. . . . .	<i>id.</i>	Rehausser ou vivifier la couleur de	
Bronze. . . . .	<i>id.</i>	l'or rouge. . . . .	257
Composition des anciennes statues. . . . .	<i>id.</i>	Séparer l'or du cuivre et de l'argent	
Platine de Mock. . . . .	<i>id.</i>	doré. . . . .	<i>id.</i>
Alliage ductile de l'or avec le pla-		Manière d'argenter au moyen du feu.	
tine. . . . .	244	Argenter de la dorure par amalgame.	
Or de bague. . . . .	<i>id.</i>	Manière d'argenter à froid. . . . .	258
Or de 45 à 50 francs les 28 grammes.		Manière d'argenter les lingots de cui-	
Or de Manheim ou similor. . . . .	<i>id.</i>	vre. . . . .	<i>id.</i>
Dorure. . . . .	<i>id.</i>	Manière de séparer l'argent du cuivre	
Pour la bijouterie commune. . . . .	245	plaqué. . . . .	<i>id.</i>
Métal jauné à tremper. . . . .	<i>id.</i>	Plaquer le fer. . . . .	258
Imitation d'argent. . . . .	245	Étamer le cuivre et le laitou. . . . .	259
<i>Manière de préparer le clinquant.</i>	<i>id.</i>	Étamer le fer, les vaisseaux en cuivre.	
Préparer du cuivre pour le clinquant.	246	Manière de préparer l'arbuste d'ar-	
Blanchir le clinquant. . . . .	<i>id.</i>	gent. . . . .	<i>id.</i>
Clinquant pour les cristaux, les pa-			

TABLE DES MATIÈRES.

355

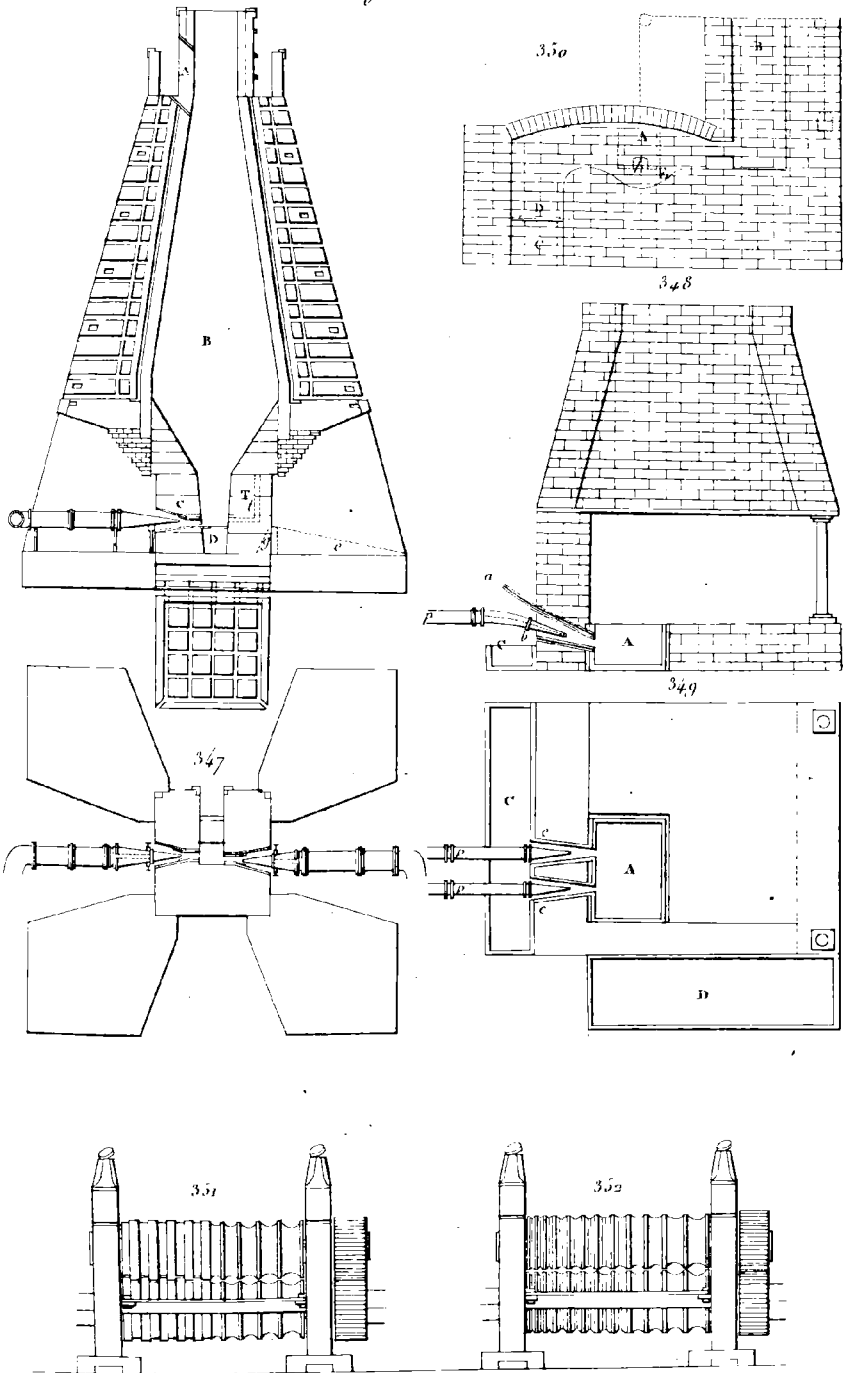
	Pages		Pages
Préparer l'arbre d'étain. . . . .	259	Vernis de mastic composé. . . . .	277
Préparation de l'arbre de plomb. . .	260	Vernis de mastic camphré pour la	
Moiré sur les métaux ou fer-blanc		peinture. . . . .	278
moiré. . . . .	<i>id.</i>	Composition de la crème de peintre. .	<i>id.</i>
La feuille de plomb chinoise. . . . .	261	Vernis de sandaraque. . . . .	279
Étamer les glaces. . . . .	<i>id.</i>	Vernis de sandaraque composé. . . .	<i>id.</i>
Métal fusible pour argenter les glo-		Vernis de sandaraque camphré, pour	
bes de verre. . . . .	<i>id.</i>	cartons, toilettes, etc. . . . .	<i>id.</i>
Laquer. . . . .	262	Vernis de sandaraque spiritueux	
Laque pour les instruments de phy-		pour les boiseries et les articles	
sique. . . . .	<i>id.</i>	d'ameublement, tels que balustres	
Laque couleur d'or pour les boîtes de		et rampes d'intérieur. . . . .	280
montres de cuivre, les clefs de		Vernis coloré pour les violons et au-	
montres, etc. . . . .	263	tres instruments à cordes, comme	
Laque d'une qualité moins siccativ.	<i>id.</i>	aussi pour le bois de prunier, d'a-	
Faire un laque de diverses teintes.	264	cajou, et pour le bois de rose. . .	281
Bronzer des figures en plâtre. . . .	<i>id.</i>	Vernis gras d'une couleur d'or. . .	<i>id.</i>
Brunir le canon d'une arme à feu. .	265	Térébenthine grasse ou vernis d'or,	
Vernis. . . . .	<i>id.</i>	employé comme mordant sur l'or	
Faire du vernis copal blanc. . . . .	<i>id.</i>	et sur les couleurs rembrunies. . .	282
Noir. . . . .	<i>id.</i>	Vernis de tourneur pour le buis. . .	<i>id.</i>
Noir de lampe fait de sarment brûlé		Manière de vernir les toilettes. . . .	283
et de noyaux de pêches. . . . .	<i>id.</i>	Vernis gallipot. . . . .	<i>id.</i>
Jaune. . . . .	<i>id.</i>	Vernis gallipot pour les couleurs	
Bleu. . . . .	<i>id.</i>	qu'on broie. . . . .	<i>id.</i>
Vert. . . . .	266	Vernis mordant pour la dorure. . . .	284
Rouge. . . . .	<i>id.</i>	Autres mordants. . . . .	<i>id.</i>
Pourpre. . . . .	<i>id.</i>	Peintures pour les charpentes et au-	
Rouge de brique. . . . .	<i>id.</i>	tres bois de mauvaise qualité. . . .	285
Couleur chamois. . . . .	<i>id.</i>	Vernis noir pour la vieille paille ou	
Violet. . . . .	<i>id.</i>	pour les chapeaux de paille. . . .	<i>id.</i>
Gris de perle. . . . .	<i>id.</i>	Faire pour les dessins colorés un	
Gris de lin. . . . .	<i>id.</i>	vernir qui leur donne l'apparence	
Faire des vernis pour les violons. .	<i>id.</i>	de la peinture à l'huile. . . . .	<i>id.</i>
Dissoudre la gomme élastique, etc.	267	Faire pour le buis une sorte de ver-	
Manière de faire le vernis dit <i>caout-</i>		nis qui résiste à l'action de l'eau	
<i>chouc</i> . . . . .	<i>id.</i>	bouillante. . . . .	<i>id.</i>
Faire un vernis pour la soie, etc. . .	268	Vernir les dessins et le cartonnage.	286
Faire un vernis flexible pour les pa-		Vernis pour les harpes et les tympa-	
rapluies ou pour les ombrelles. . .	<i>id.</i>	panons. . . . .	<i>id.</i>
Vernis dont les Indiens se servent		Vernir le verre. . . . .	<i>id.</i>
pour leurs boucliers. . . . .	269	Vernir les ballons. . . . .	<i>id.</i>
Rendre siccativ l'huile de pavot. . .	270	Procédé pour vernir des ballons qui	
Rendre siccativ l'huile grasse. . . .	<i>id.</i>	doivent contenir de l'air raréfié. . .	287
Huile résineuse siccativ. . . . .	271	Peindre des toiles à voiles de ma-	
Vernis de copal gras. . . . .	272	nière à ce qu'elles soient flexibles,	
Vernis pour les boîtes de montres		durables et imperméables. . . . .	<i>id.</i>
qui imitent l'écaille. . . . .	<i>id.</i>	Compositions et couleurs propres à	
Faire un vernis copal sans couleur.	273	rendre la toile et les autres étoffes	
Vernis de copal couleur d'or. . . . .	<i>id.</i>	imperméables. . . . .	288
Vernis de copal camphré. . . . .	274	Manière de rendre la toile plus	
Vernis de copal éthéré. . . . .	<i>id.</i>	épaisse pour les paravents et pour	
Vernis de copal et de térébenthine.	275	les fonds de lits sanglés. . . . .	289
Autre vernis de copal. . . . .	276	Toile ordinaire cirée ou vernie. . .	289
Vernis d'ambre gras. . . . .	<i>id.</i>	Faire de la pâte liquide avec l'huile	
Vernis d'ambre avec l'essence de té-		siccativ. . . . .	<i>id.</i>
rébenthine. . . . .	<i>id.</i>	Préparation des toiles fines vernis.	290
Ambre gras ou vernis de copal. . .	277	Préparation du taffetas ciré. . . . .	291

	Pages		Pages
Préparer le vernis. . . . .	292	Séparation au moyen de l'acide ni-	
Manière de polir le vernis. . . . .	<i>id.</i>	trique. . . . .	305
Composition pour diminuer le frotte-		Séparer par cémentation. . . . .	306
ment. . . . .	<i>id.</i>	Séparation par la voie sèche. . . . .	307
Fondant noir. . . . .	<i>id.</i>	Nouvelle méthode de séparer et de	
<i>Manière d'essayer les matières mé-</i>		manufacturer. . . . .	308
<i>talliques.</i> . . . .	<i>id.</i>	<b>APPENDICE A LA NOUVELLE</b>	
Essai par la voie sèche. . . . .	<i>id.</i>	<b>TRADUCTION.</b> . . . .	309
Poids d'essai. . . . .	<i>id.</i>	<b>CHAPITRE I. — DES CHEMINS DE FER ET</b>	
Grillage du minerai. . . . .	293	<b>DES MACHINES LOCOMOTIVES.</b> . . . .	<i>id.</i>
Addition pour faciliter la fusion. . . . .	<i>id.</i>	§ 1. — DES CHEMINS DE FER. . . . .	<i>id.</i>
Composition du fondant blanc. . . . .	<i>id.</i>	<i>Des tracés.</i> . . . .	310
Fondant noir. . . . .	<i>id.</i>	<i>Largeur de la voie.</i> . . . .	<i>id.</i>
Autre fondant. . . . .	<i>id.</i>	<i>Superstructure.</i> . . . .	312
Autre fondant. . . . .	<i>id.</i>	Assiette de la voie. . . . .	<i>id.</i>
Essai des minerais métalliques au		Supports discontinus. . . . .	<i>id.</i>
moyen des acides. . . . .	294	Supports continus. . . . .	313
Essai des minerais de fer. . . . .	<i>id.</i>	<i>Rails, chairs ou coussinets, etc.</i> . . . .	314
Essai du minerai de fer par la voie		<i>Changement de voie.</i> . . . .	317
humide. . . . .	295	<i>Des plans inclinés.</i> . . . .	318
Minerai de zinc. . . . .	<i>id.</i>	§ 2. — DES MACHINES LOCOMOTIVES. . . . .	319
Essai par la voie humide. . . . .	296	<i>Concours de Liverpool.</i> . . . .	320
Minerai d'étain. . . . .	<i>id.</i>	<i>Description de la fusée.</i> . . . .	321
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	<i>Machine locomotive de Stephen-</i>	
Minerai de plomb. . . . .	<i>id.</i>	<i>son.</i> . . . .	<i>id.</i>
Essai par la voie humide. . . . .	297	De la chaudière . . . . .	322
Essai des minerais de cuivre. . . . .	<i>id.</i>	Distribution de la vapeur, tiroirs,	
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	cylindres, etc. . . . .	326
Minerai de bismuth. . . . .	298	Pompes alimentaires. . . . .	333
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	Roues de la machine. . . . .	334
Minerai d'antimoine. . . . .	<i>id.</i>	Batis extérieur et entre-toises inté-	
Essai par la voie humide de l'anti-		rieures. . . . .	335
moine arsenié. . . . .	<i>id.</i>	<i>Tender ou allège.</i> . . . .	337
Minerai de manganèse. . . . .	<i>id.</i>	<b>CHAPITRE II. — MACHINE A VAPEUR</b>	
Essai par la voie humide. . . . .	299	<b>FIXE.</b> . . . .	<i>id.</i>
Minerai d'arsenic. . . . .	<i>id.</i>	<i>Description de la machine à va-</i>	
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	<i>peur de 100 chevaux et de sa</i>	
Minerai de nickel. . . . .	<i>id.</i>	<i>chaufferie.</i> . . . .	338
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	Consommation en houille des fours à	
Minerai de cobalt. . . . .	300	réchauffer et à puddler, d'après la	
Essai par la voie humide. . . . .	<i>id.</i>	fabrication de divers échantillons	
Minerai de mercure. . . . .	<i>id.</i>	de fer. . . . .	<i>id.</i>
Minerai de mercure sulfureux. . . . .	<i>id.</i>	Force développée par le combustible. . . . .	339
Essai du cinabre par la voie humide. . . . .	301	<i>Description de la chaufferie et des</i>	
Minerai d'argent. . . . .	<i>id.</i>	<i>chaudières à vapeur.</i> . . . .	342
Procédé au moyen de la coupelle. . . . .	<i>id.</i>	Fours à réchauffer. . . . .	<i>id.</i>
Essai par la voie humide. . . . .	302	Chaudières. . . . .	343
Éprouver le titre de l'argent. . . . .	<i>id.</i>	Chaufferie. . . . .	344
Essai double d'argent. . . . .	303	Observations sur la marche de la ma-	
Essayer les métaux plaqués. . . . .	<i>id.</i>	chine. . . . .	<i>id.</i>
Minerais et terres contenant de l'or. . . . .	304	Description de la machine. . . . .	346
Essai par la voie humide pour sépa-		Distribution de la machine à vapeur. . . . .	348
rer l'or mêlé aux pyrites martiées. . . . .	<i>id.</i>	Marche de l'appareil. . . . .	350
Procédé employé pour séparer l'or		Fermeture des soupapes. . . . .	<i>id.</i>
et l'argent . . . . .	305	Ouverture des soupapes. . . . .	<i>id.</i>

HAUT FOURNEAU A FER

346

Fig. 346. à 352.



GROS MINEUR À FORGE

Pl. 47.

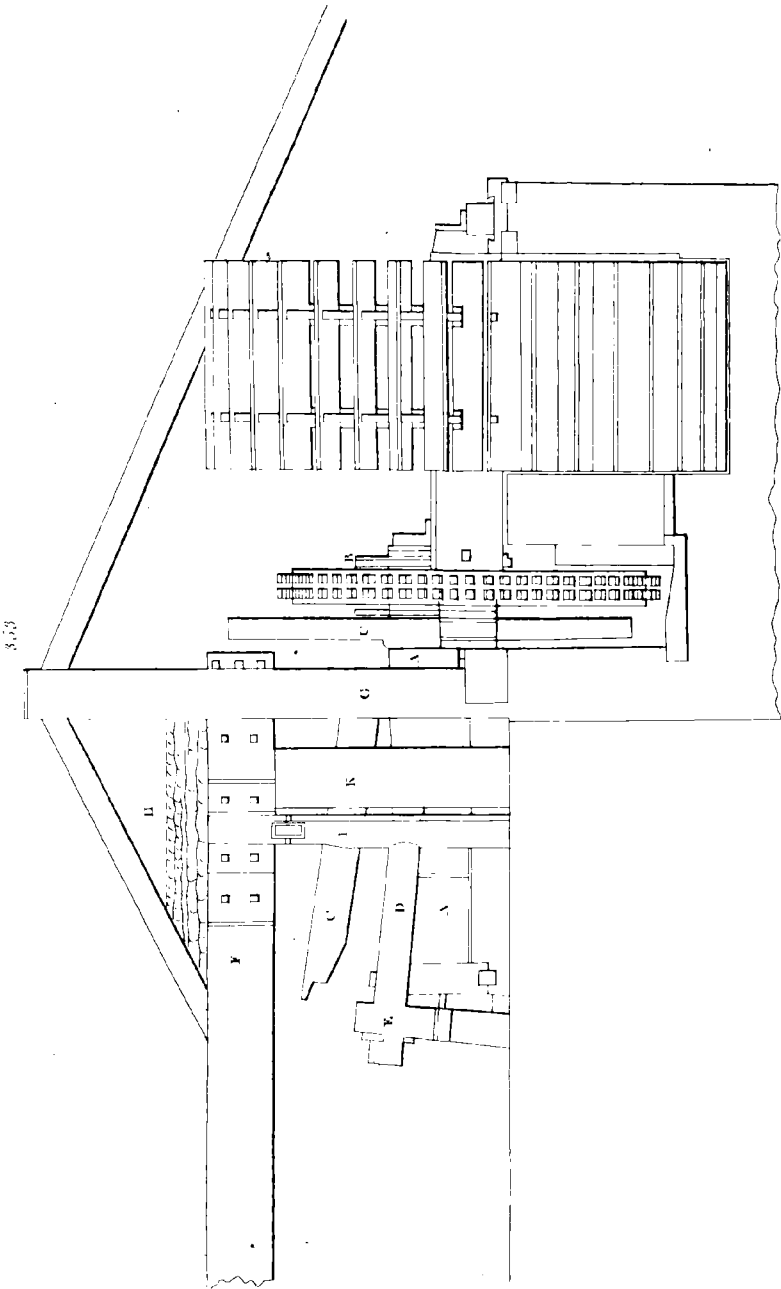


Fig. 354 à 356.

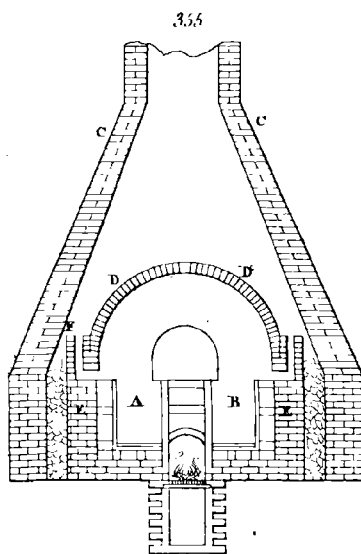
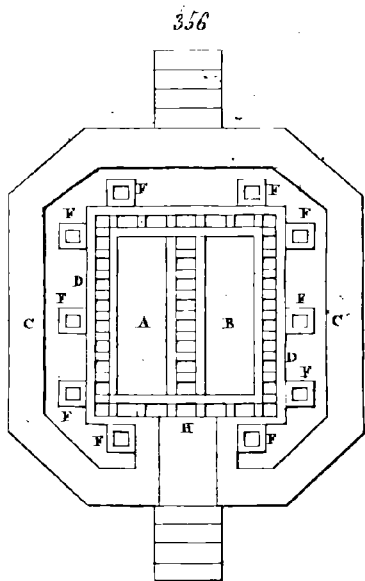
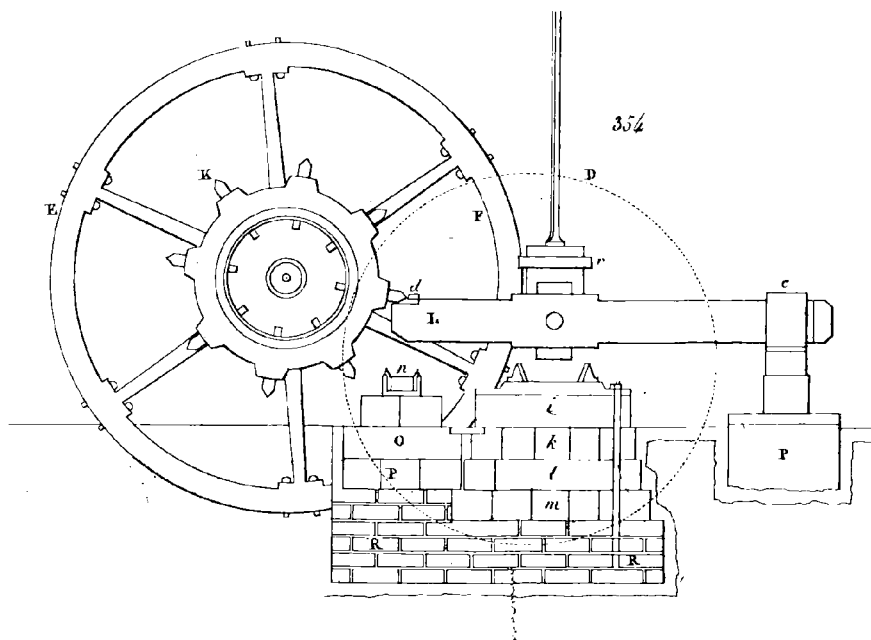


Fig. 367 à 362

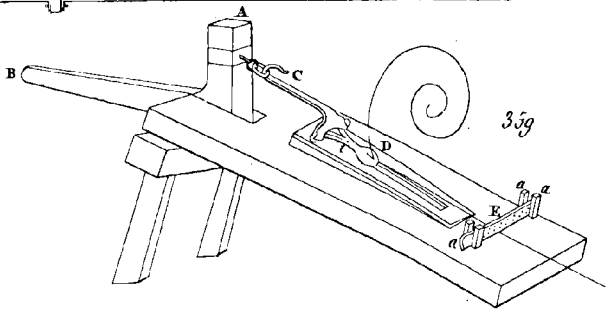
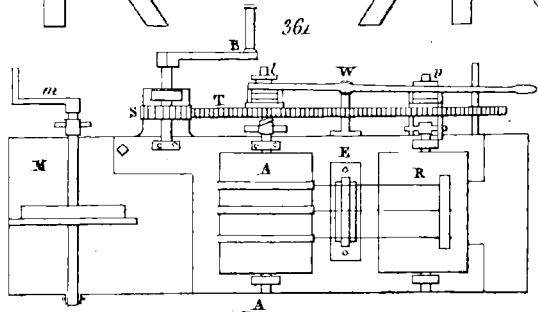
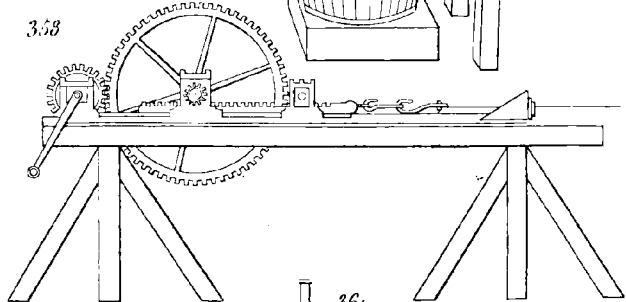
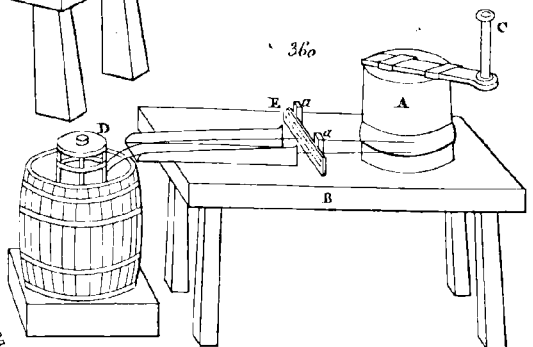
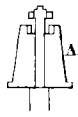
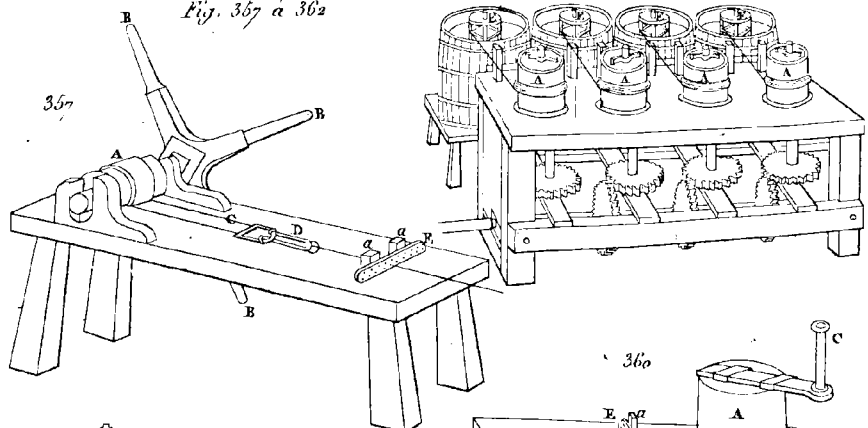
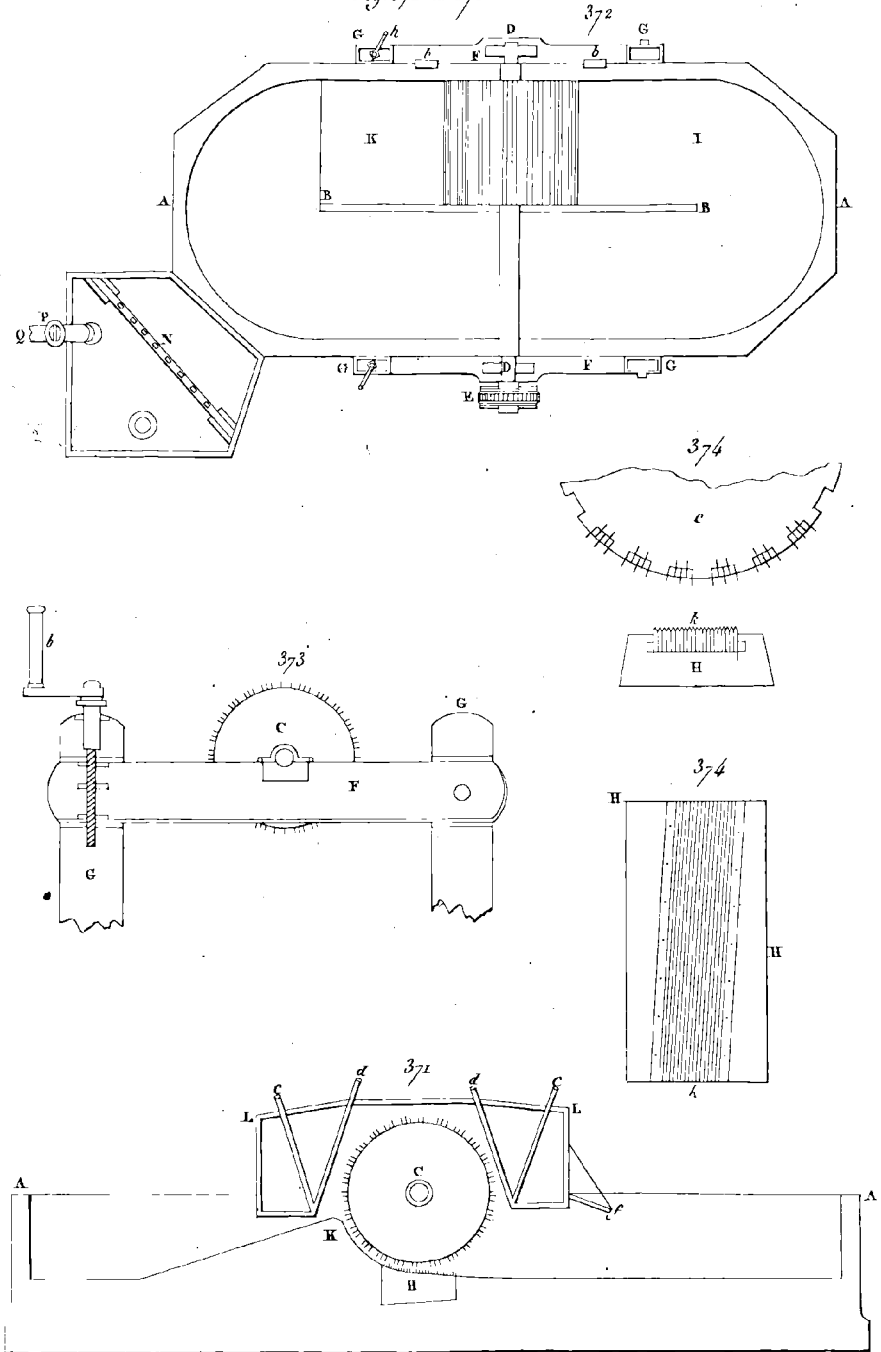




Fig. 371 à 375.



MANUFACTURE DE PAPIER

Fig. 376 à 380. et 384 à 386.

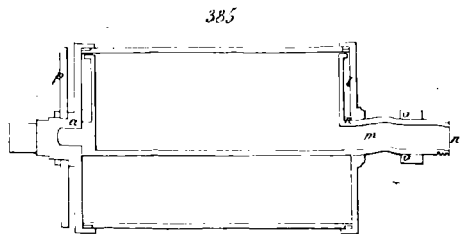
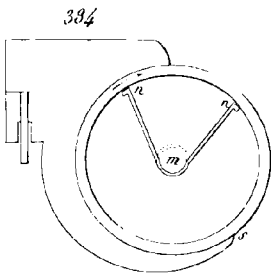
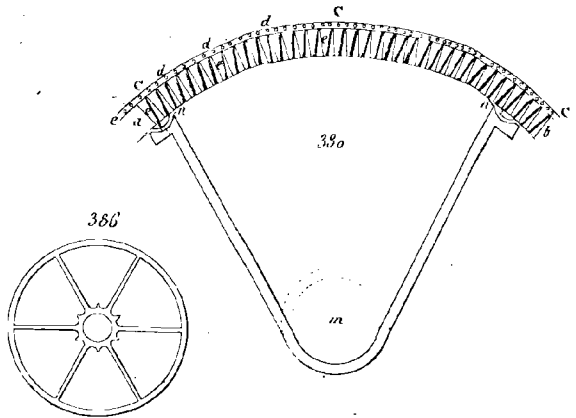
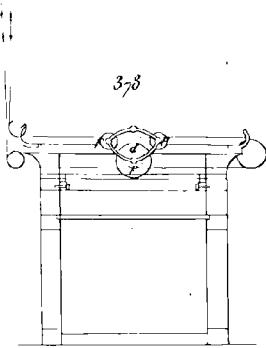
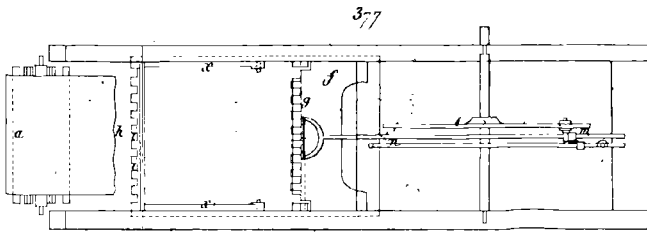
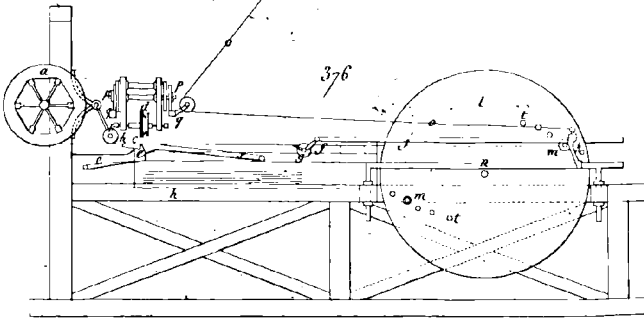
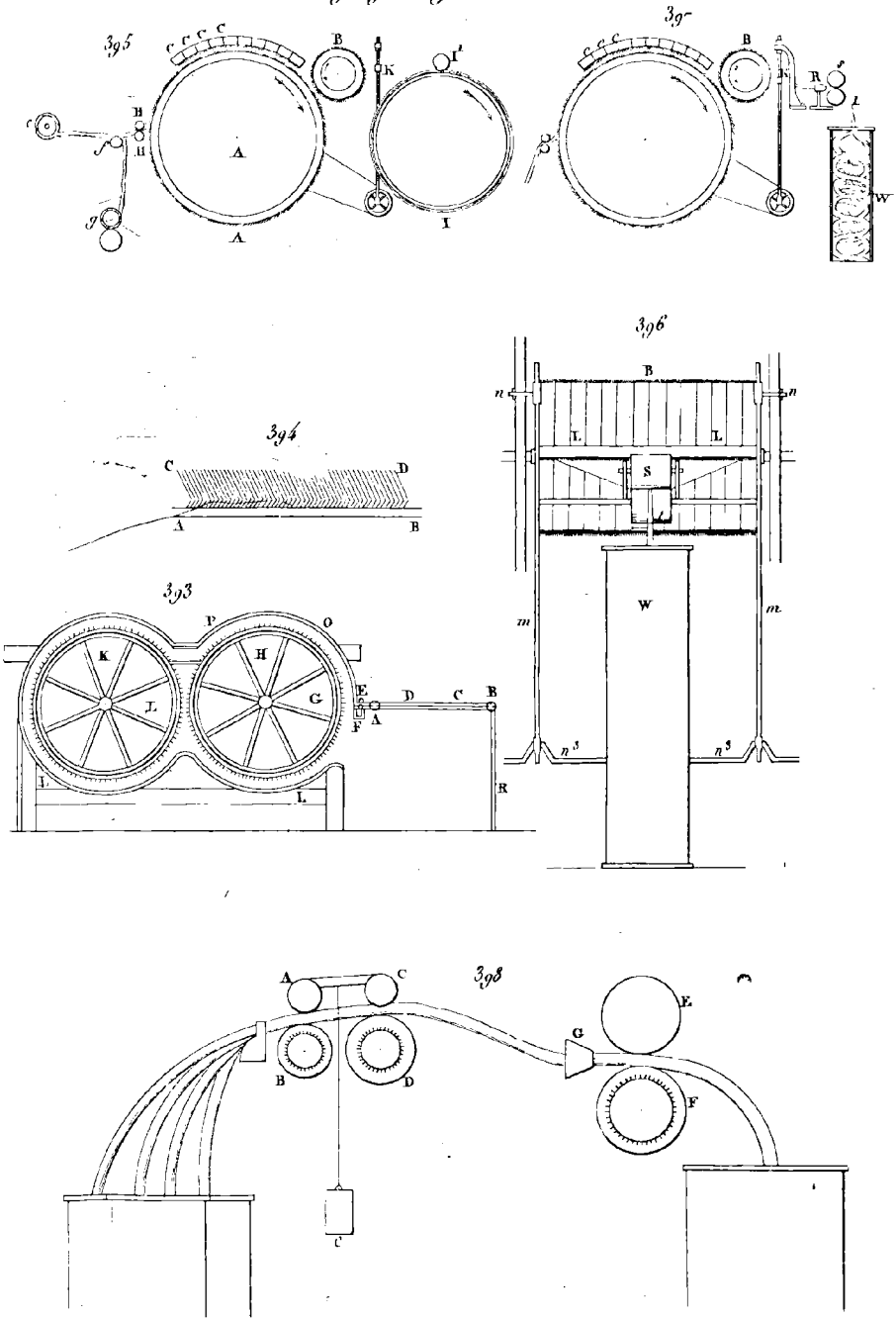
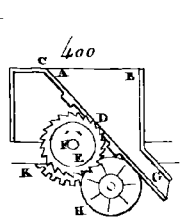
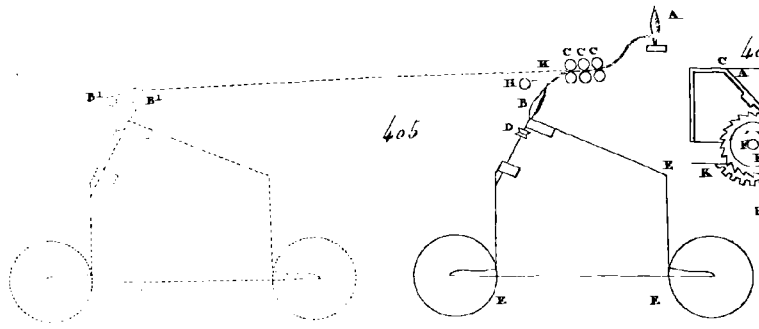
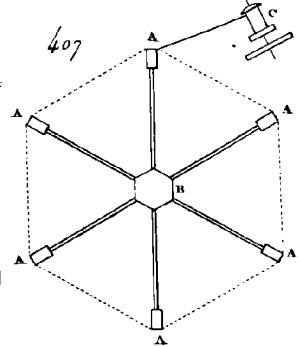
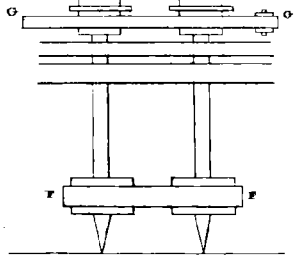
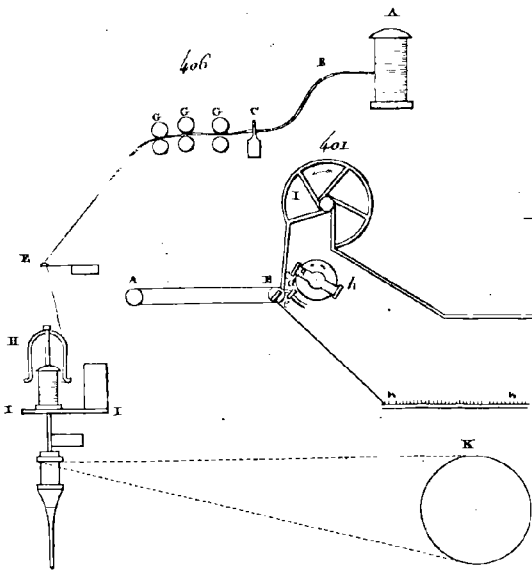
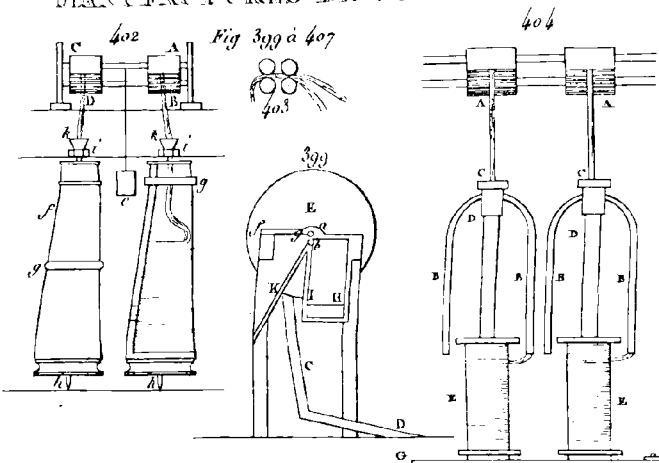




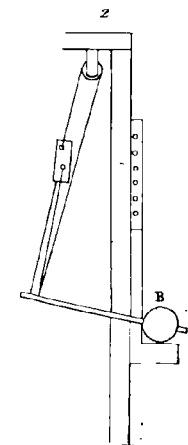
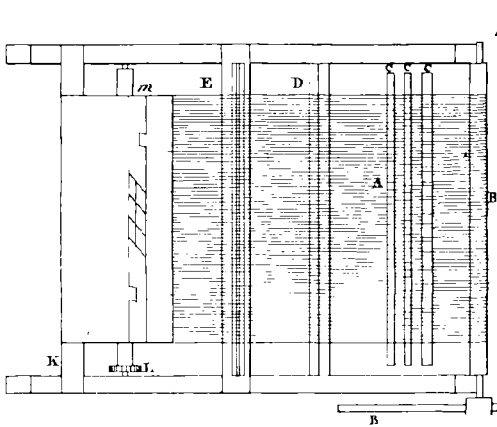
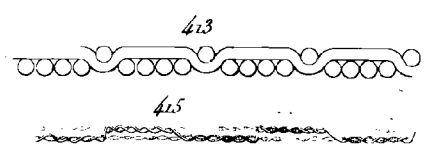
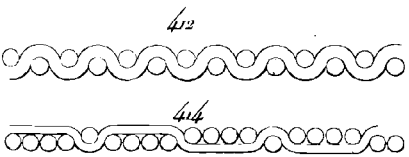
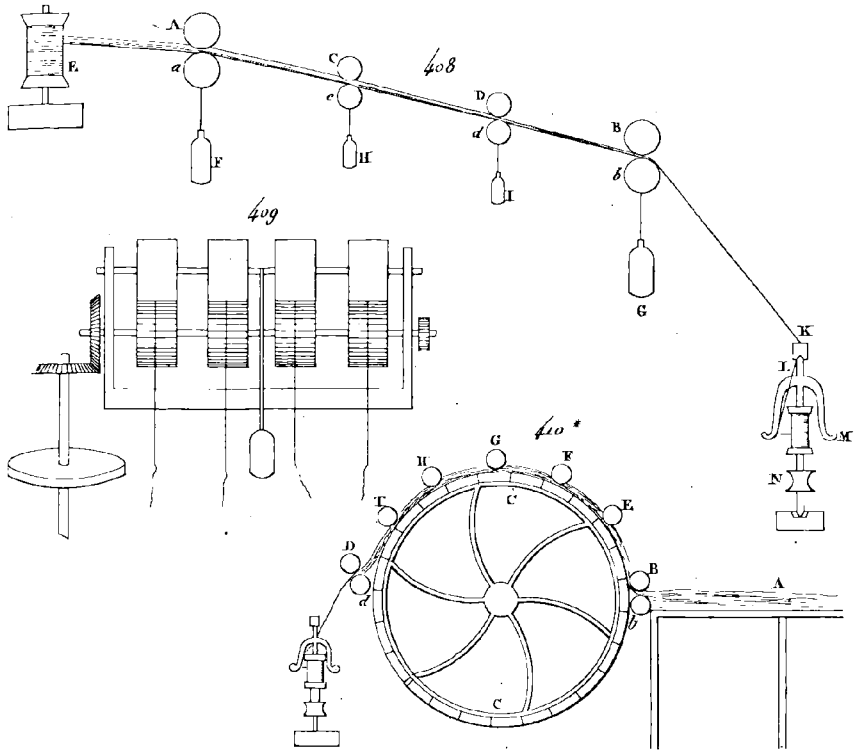
Fig 393 à 398.



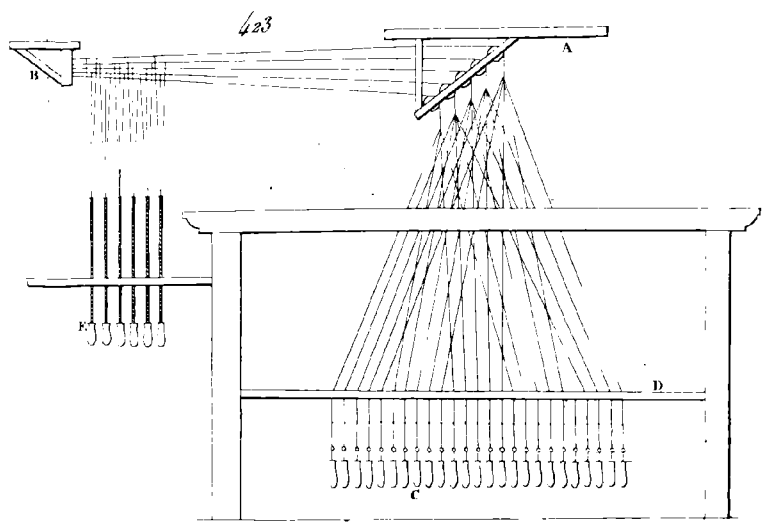
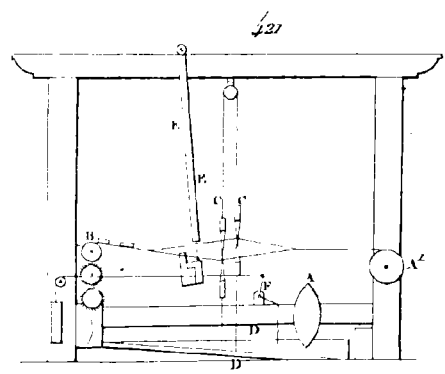
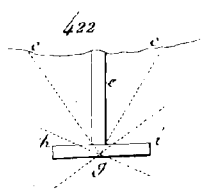
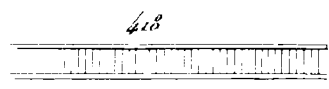
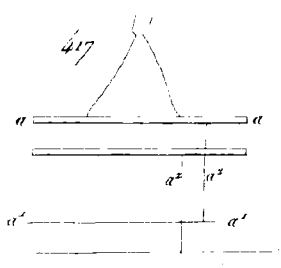
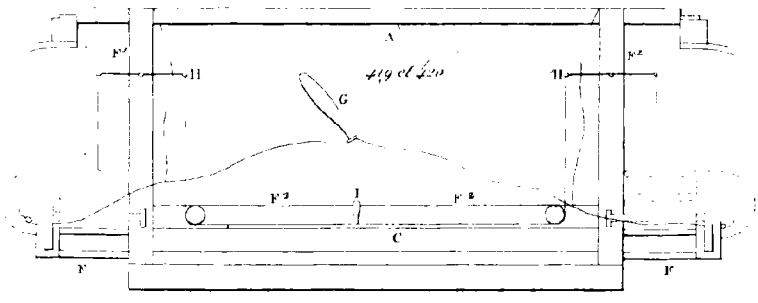


TESSAGE

Fig. 408 à 416.



METIERS A TISSER.  
 Fig. 417 à 420.



FILATURE DE SOIE.

Fig. 424 à 430.

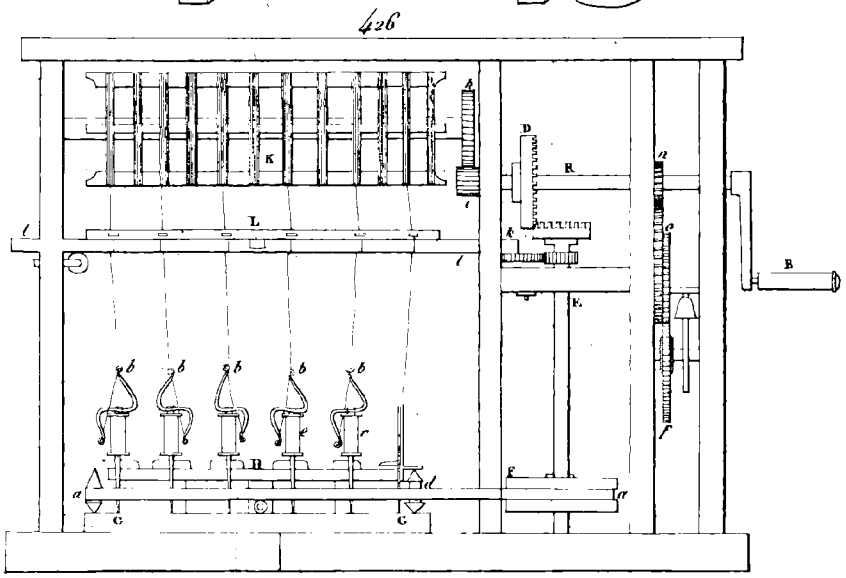
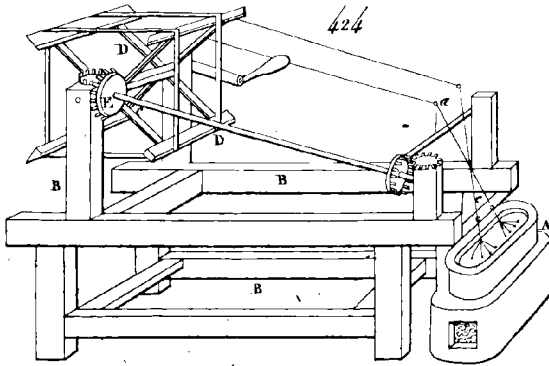
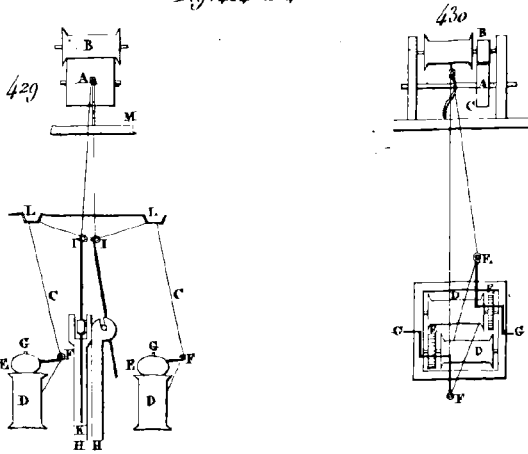
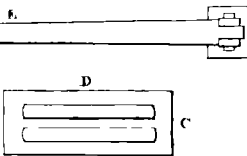
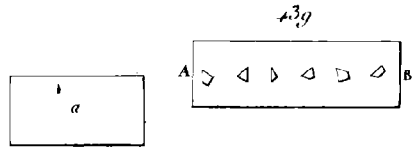
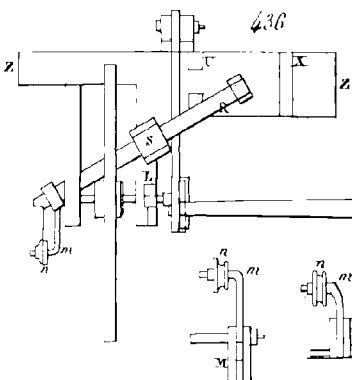
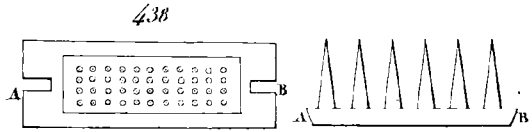
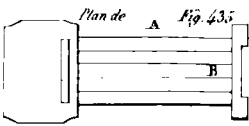
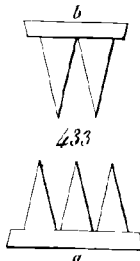
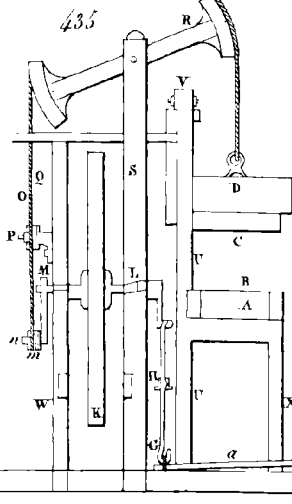
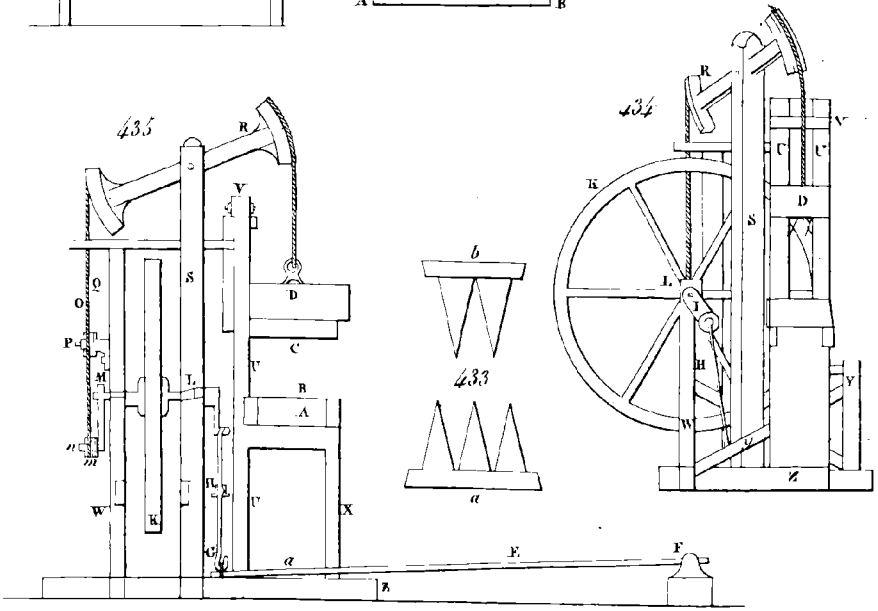
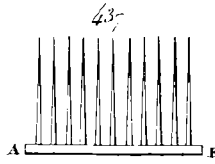
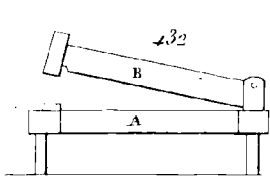




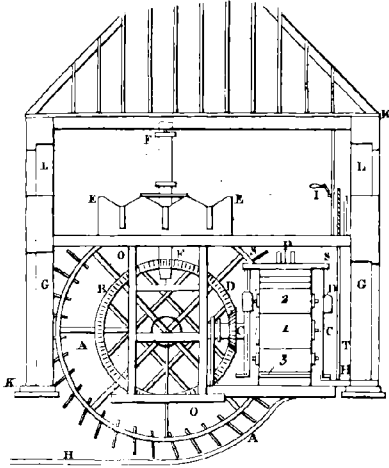
Fig. 432 à 439.



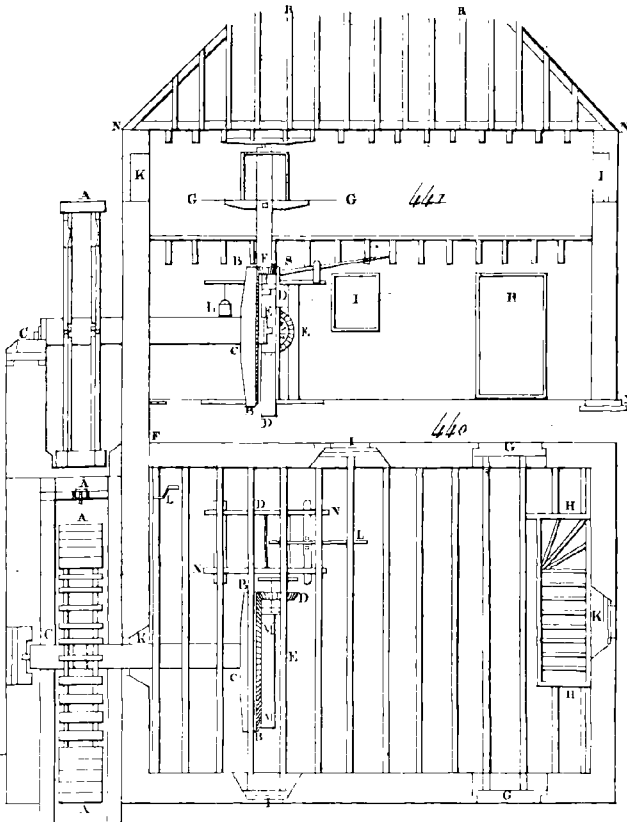
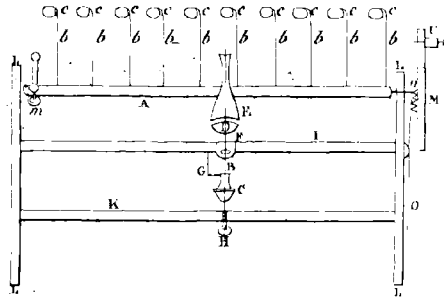
MOULIN A ECRASER LE LIN

Fig. 440 à 443.

440

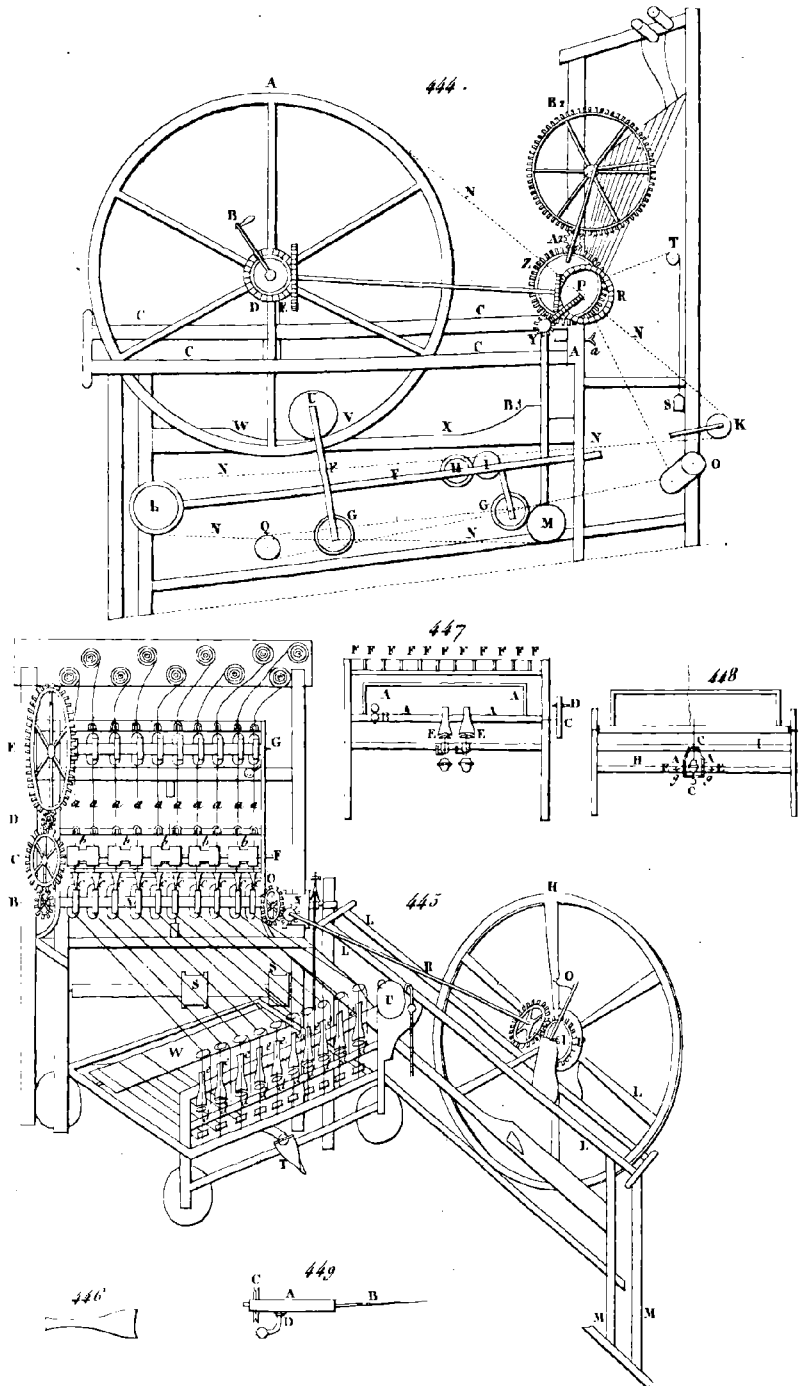


443

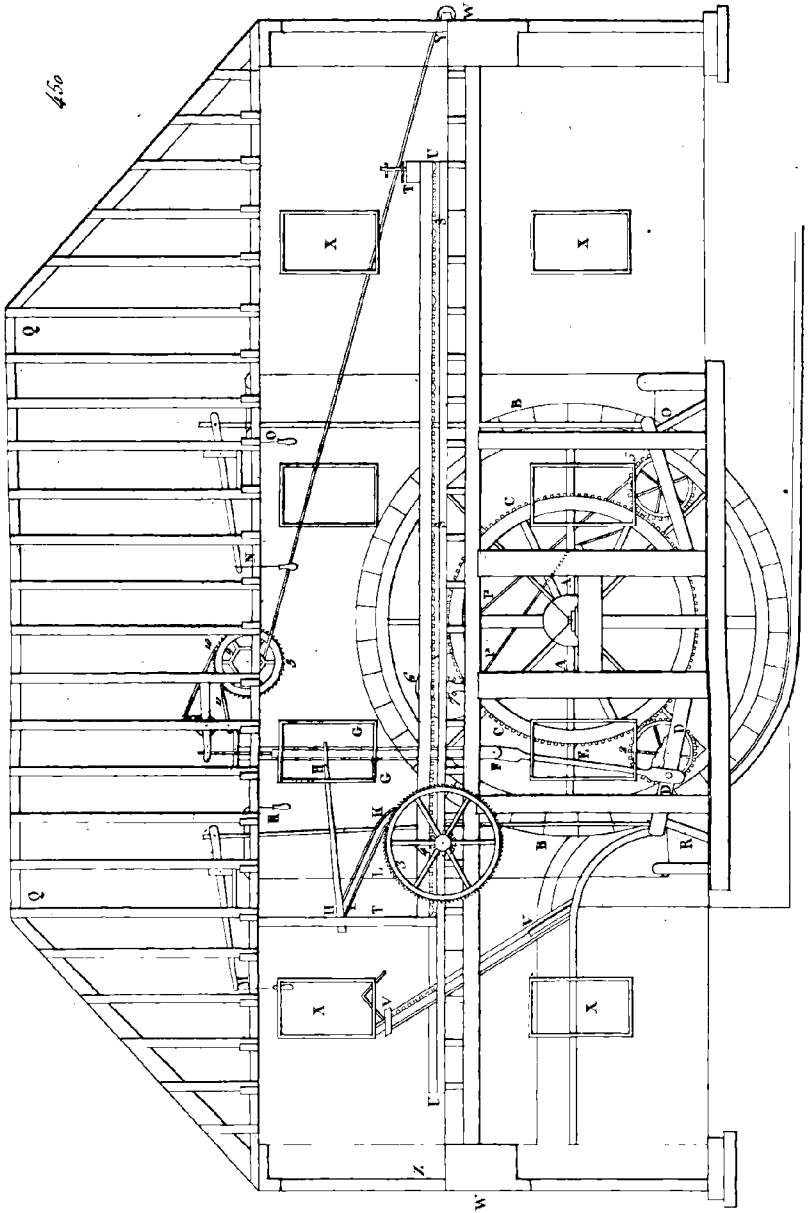


MACHINE A FILER

de 444 à 449.

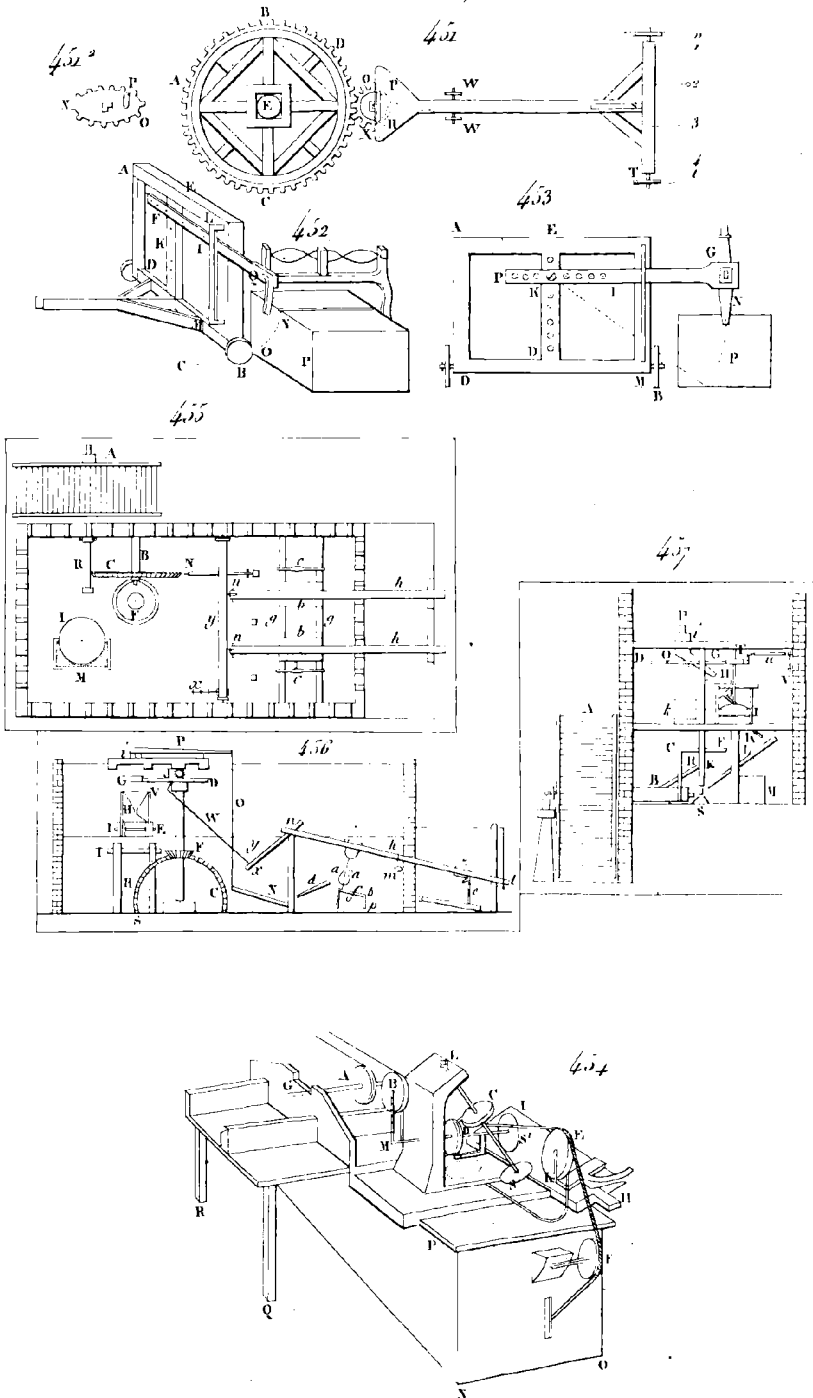


MOULIN A SCIE



MOULINS A SCIE ET A FAIRE LE TAN

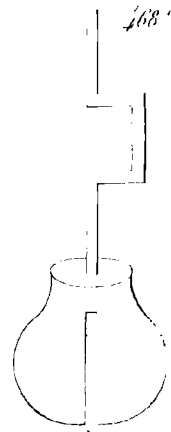
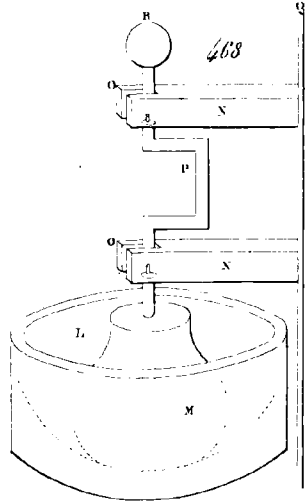
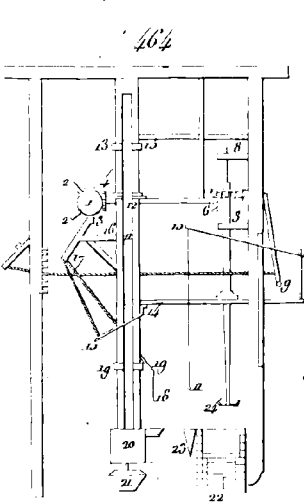
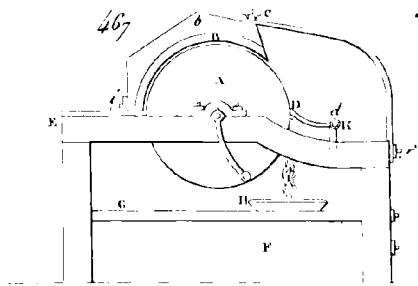
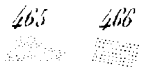
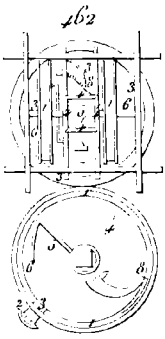
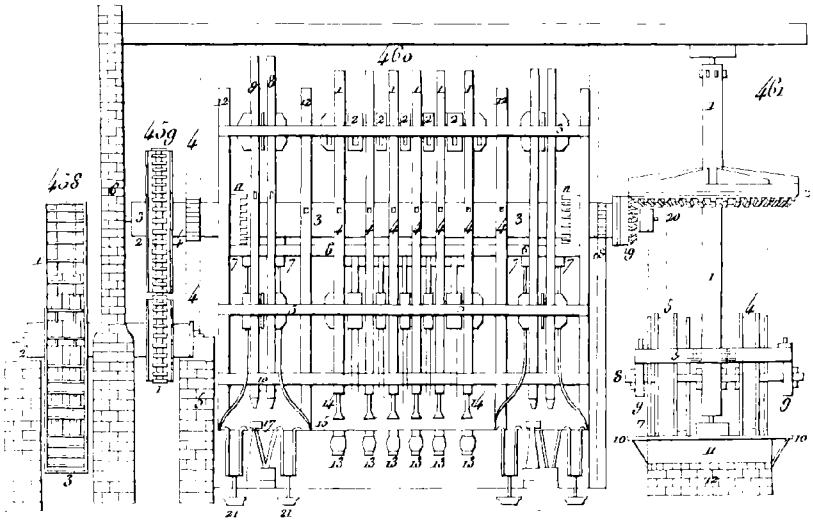
Fig. 451 à 457.



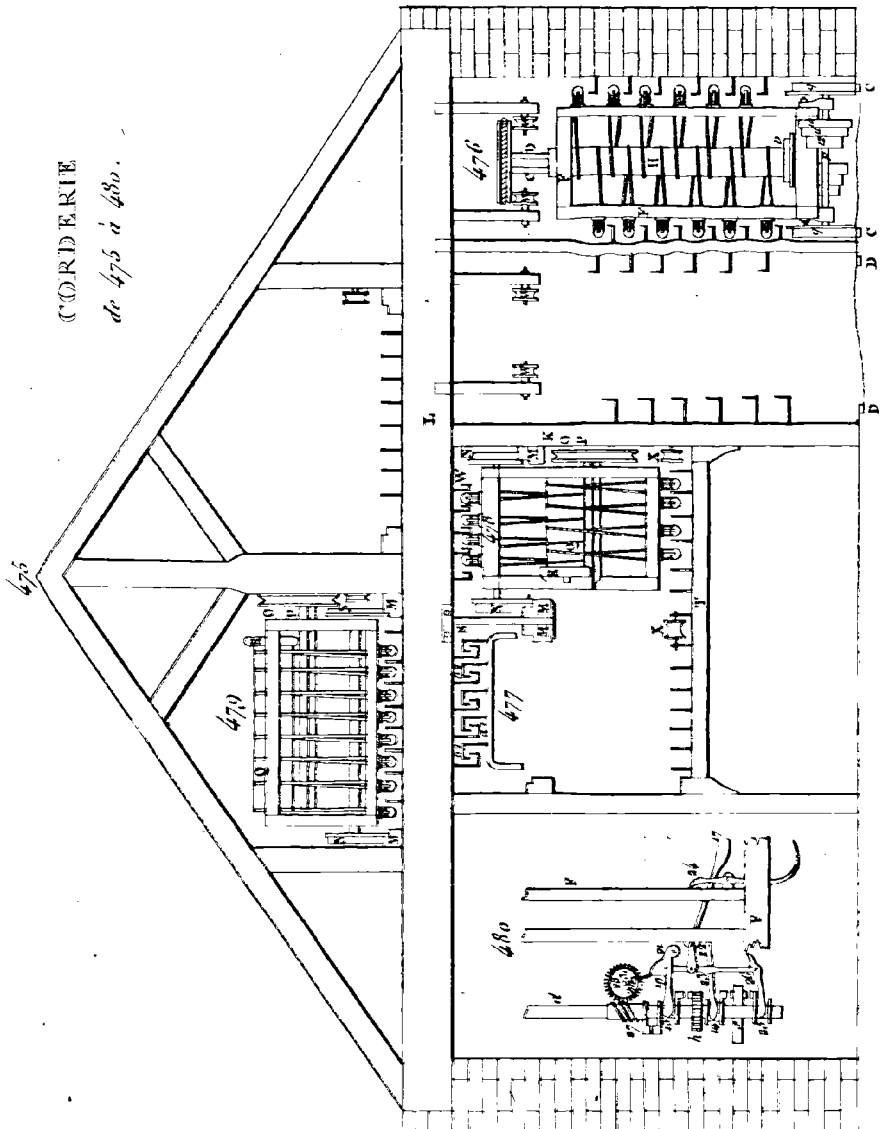
MOULES A TITRE A COULEUR ET A INDIGO

Pl. 66 57, 68

Fig. 458 à 468. \*

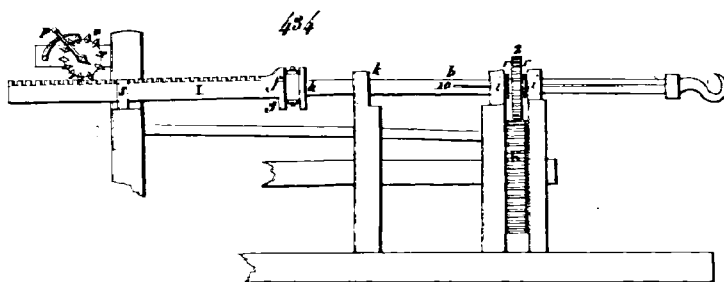
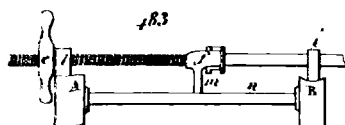
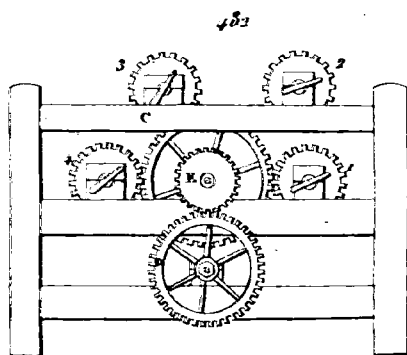
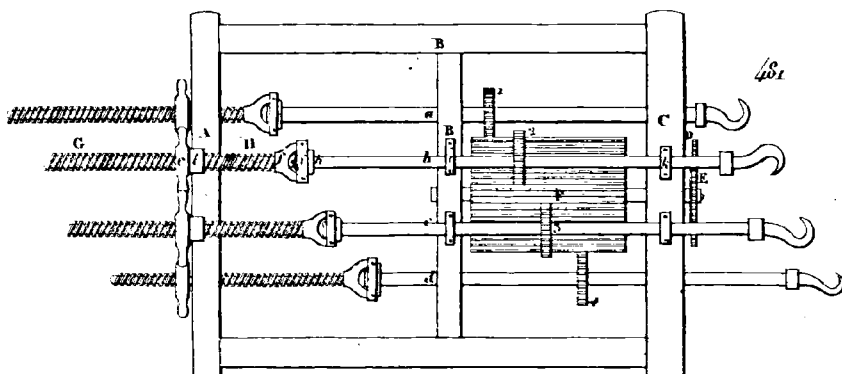


CORDERIE  
de 475 à 480.



MANUFACTURE DE CORDES  
de 481 à 484

Pl. 70.

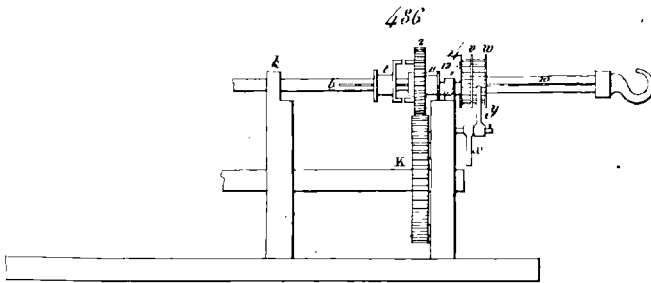
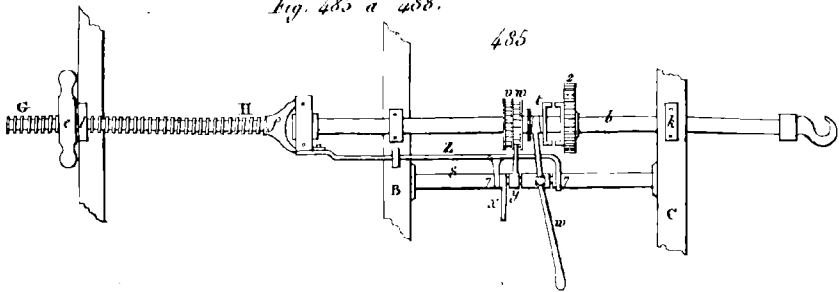




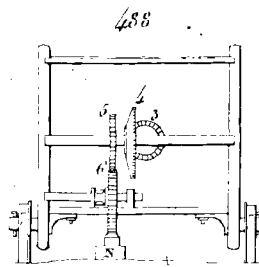
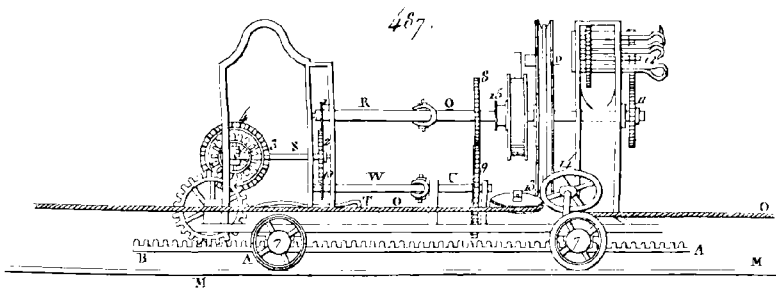
MANUFACTURE DE CORDES

Pl. 71.

Fig. 485 à 488.

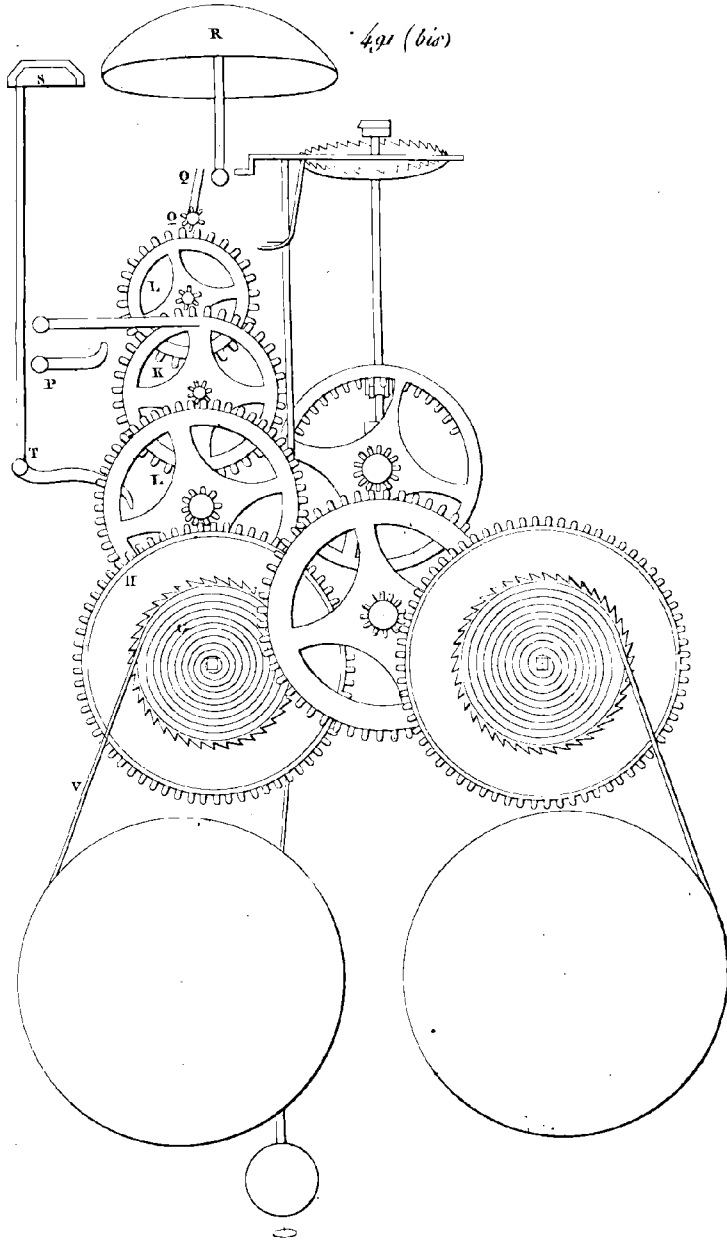


MOUVEMENT DU TRAINAU EN AVANT ET EN ARRIER.



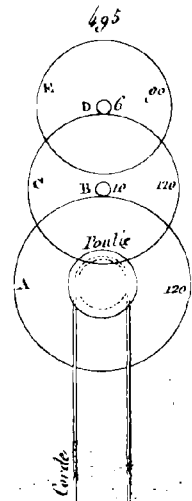
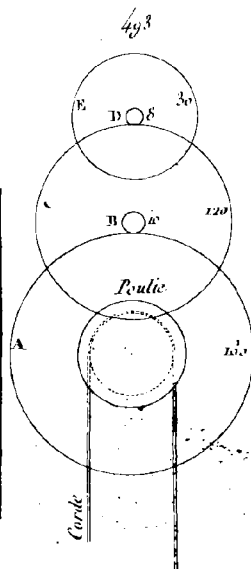
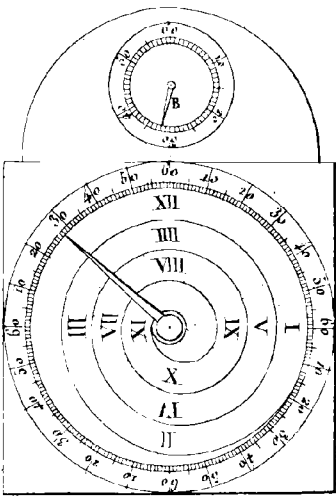
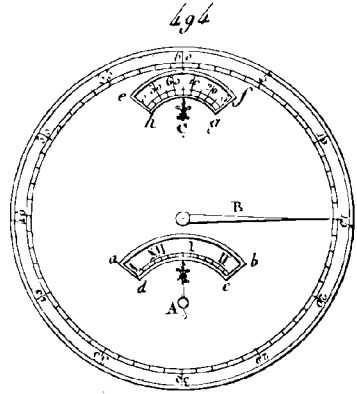
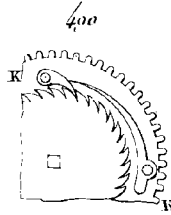
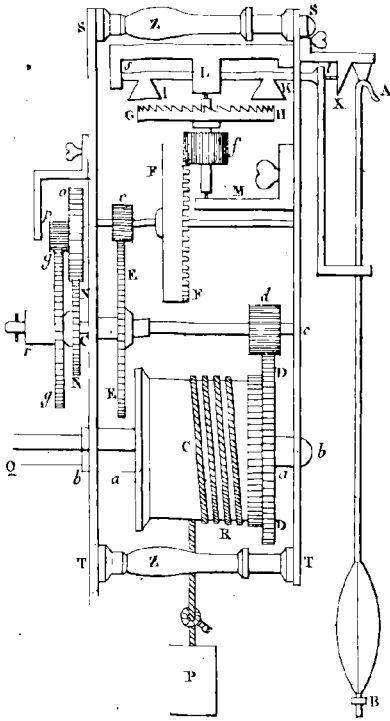
MOUVEMENT D'HORLOGE

Pl. 72.



492

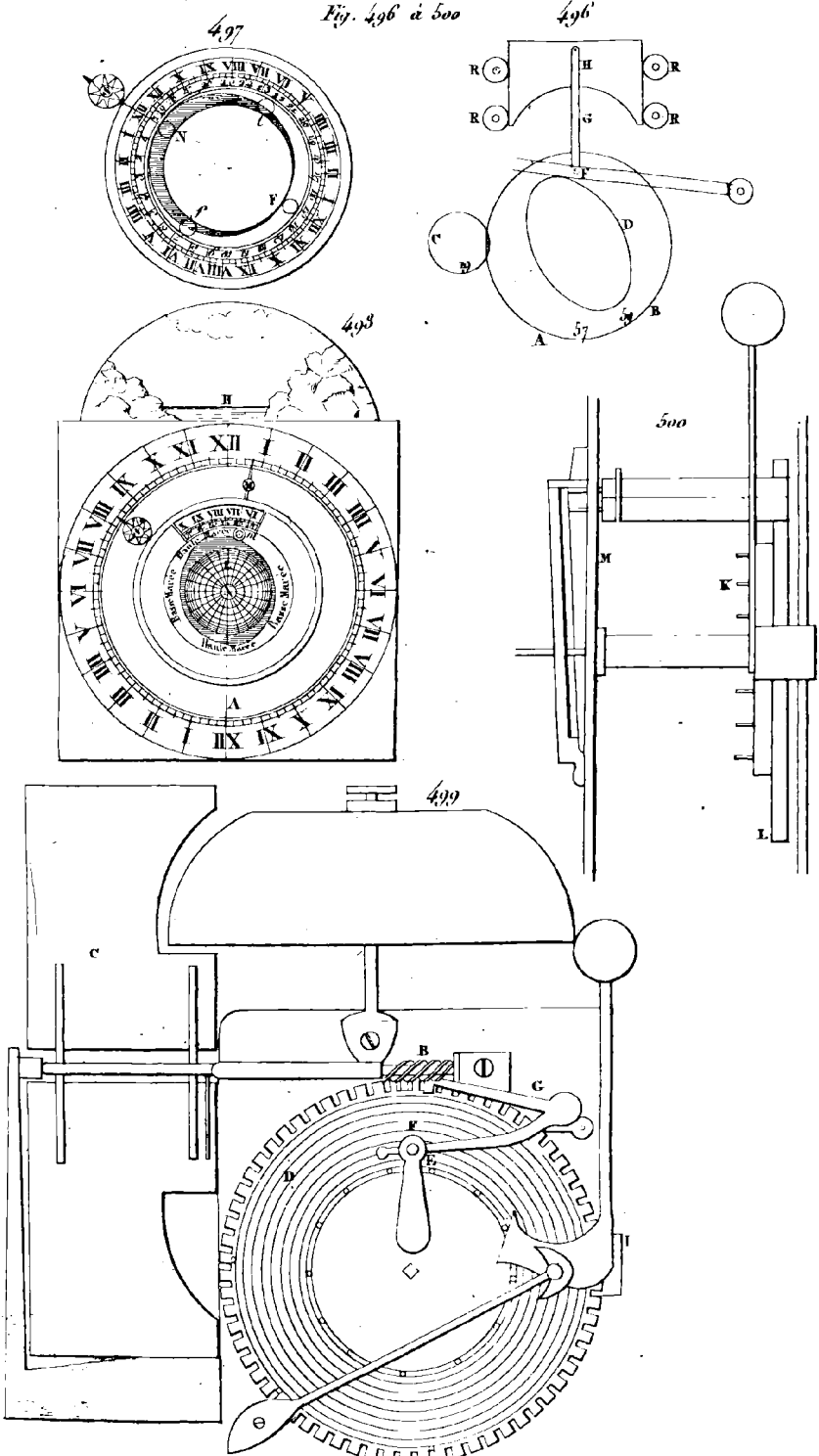
Fig. 490 à 495.



HORLOGES

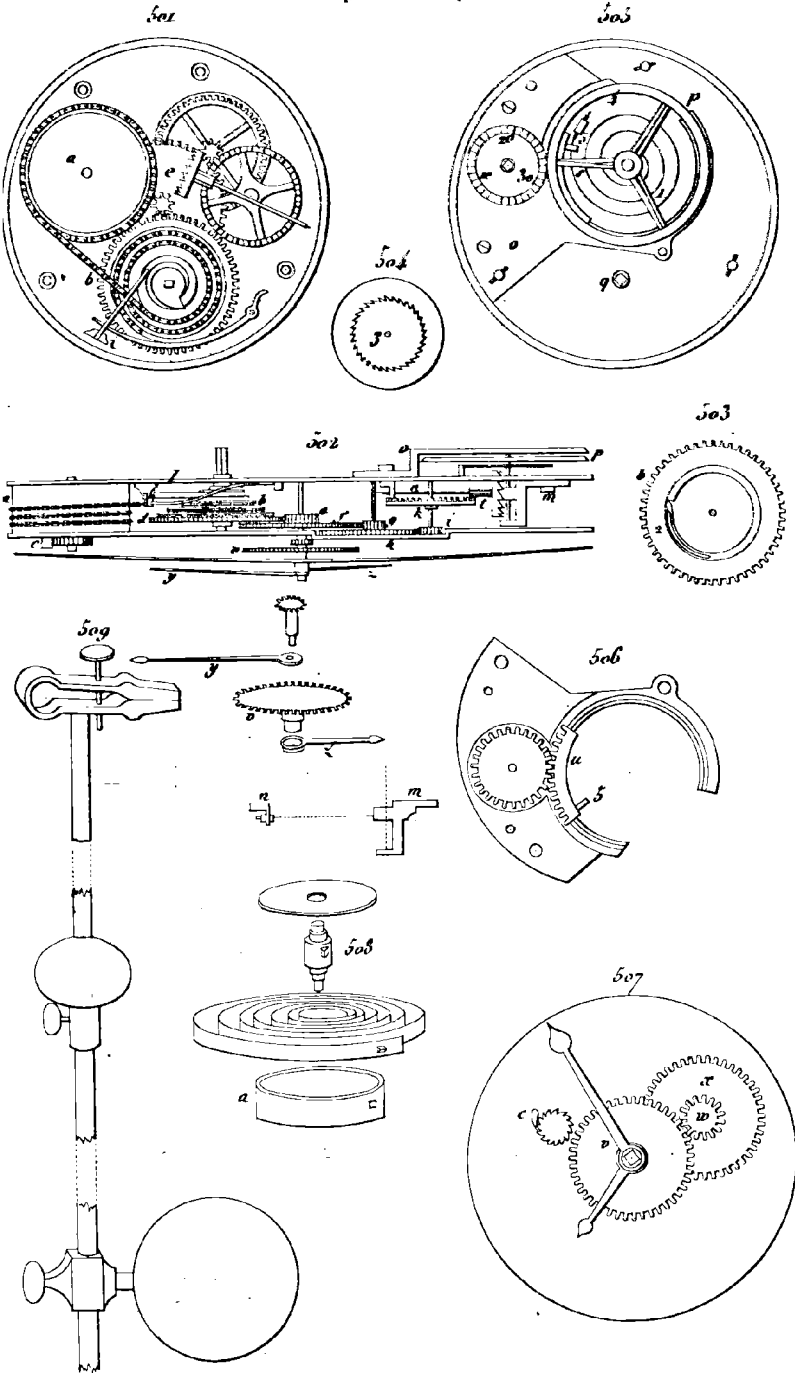
Pl. 74.

Fig. 496 à 500



MONTRES

Fig. 501 à 509.



CHRONOMETRE DE EARNSHAW

Pl. 76.

Fig. 510 à 522.

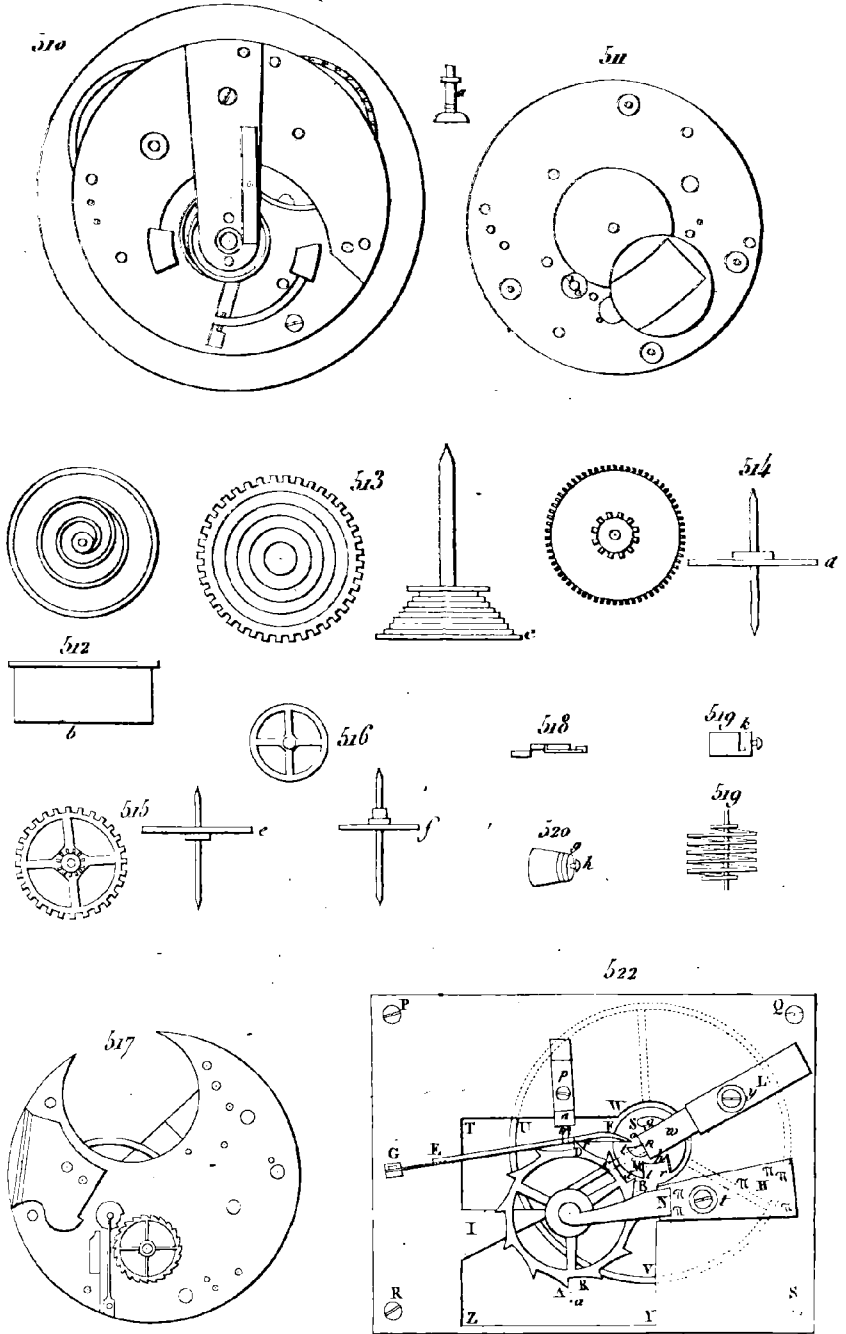
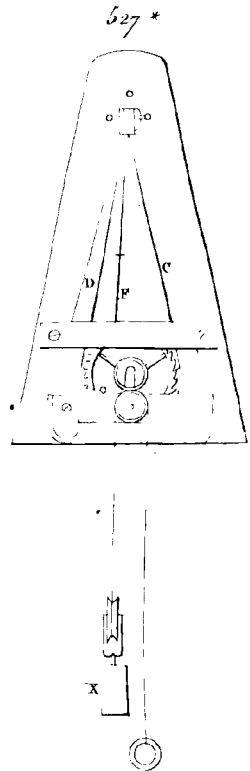
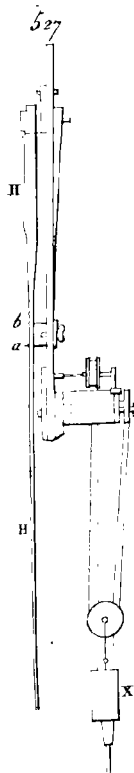
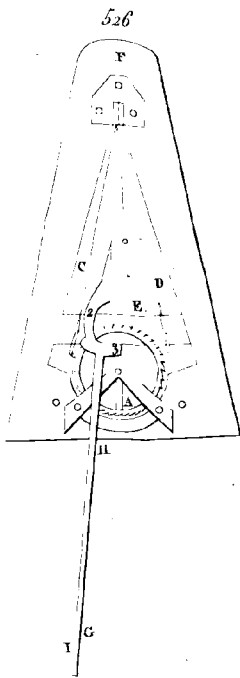
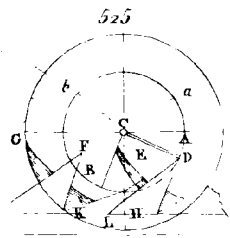
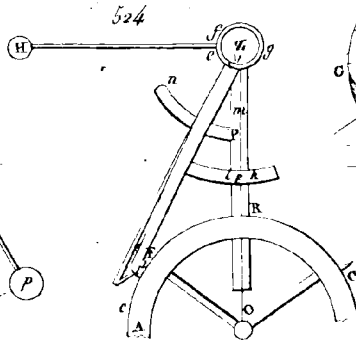
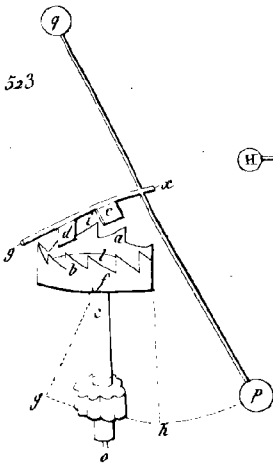
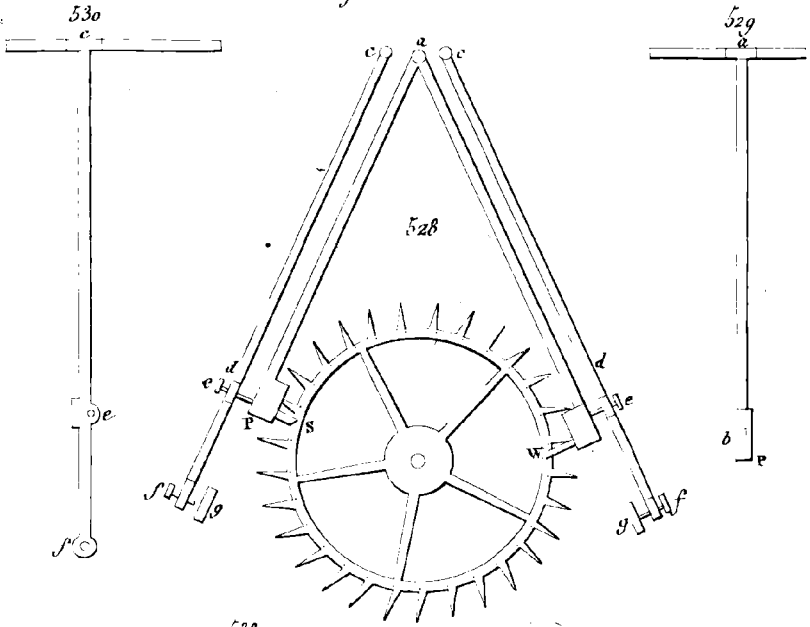


Fig. 523. à 527.\*

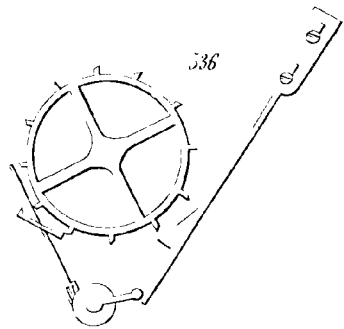
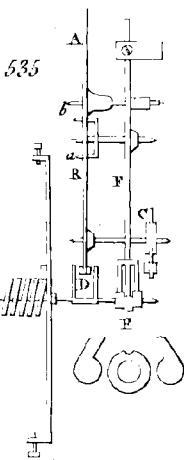
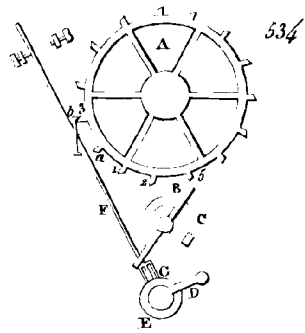
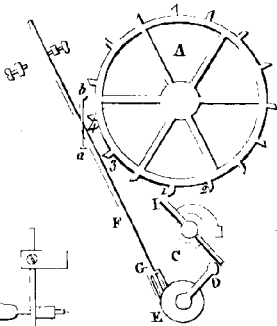


ECHAPPEMENS

Fig. 528 à 536.



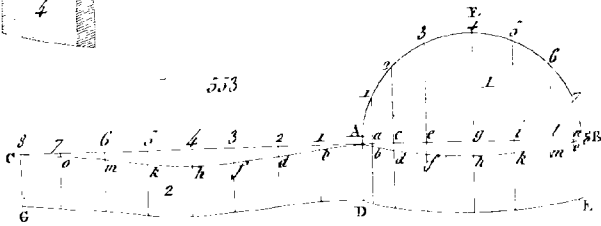
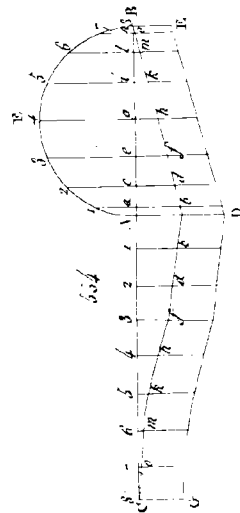
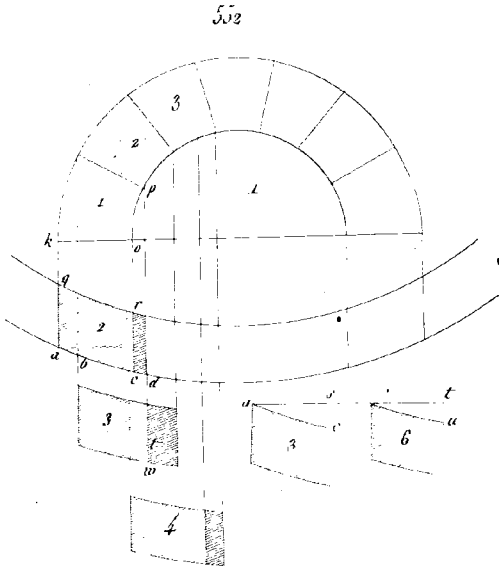
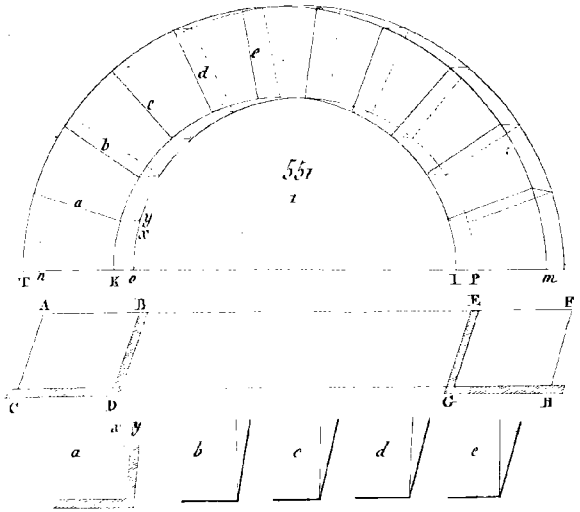
533





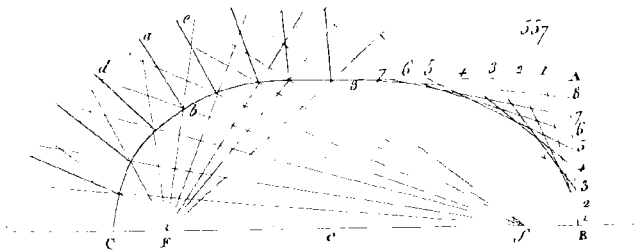
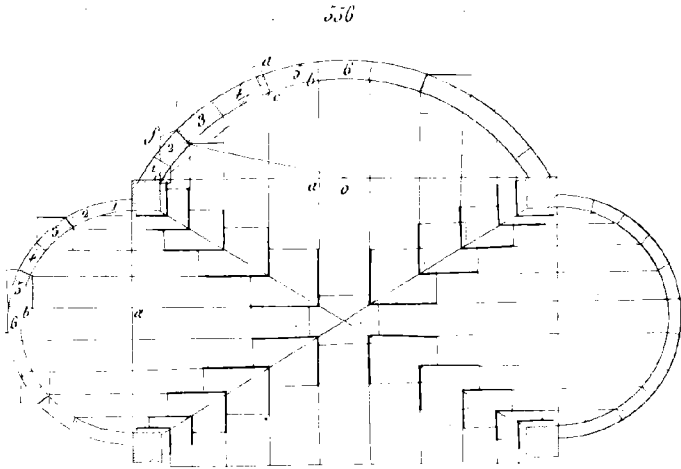
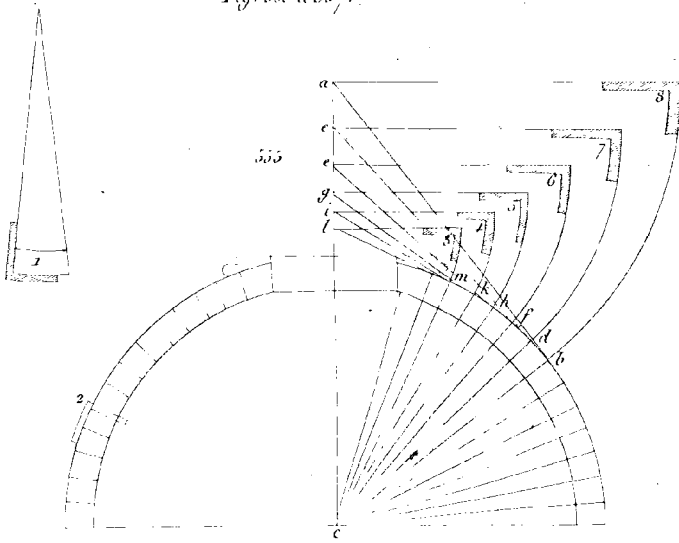
BATIMENT  
Fig. 551 à 554.

Pl. 78.



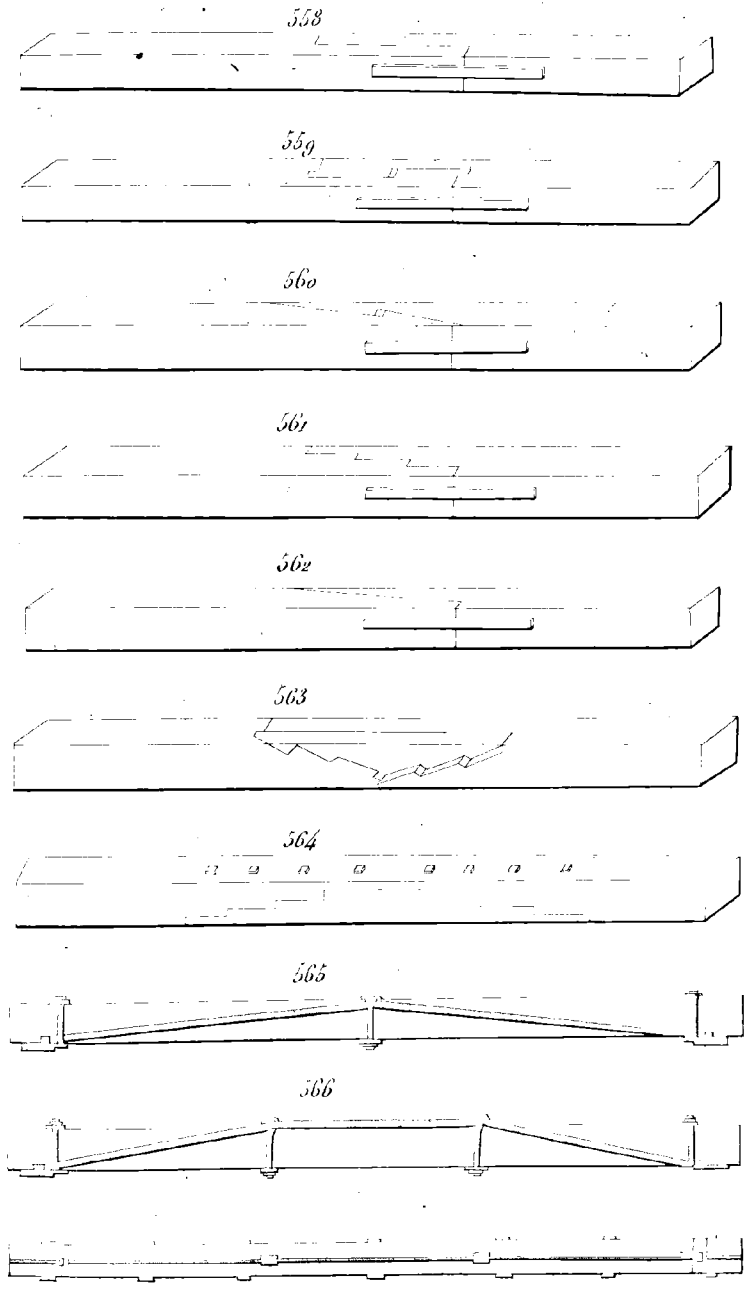
BATIMENT

Fig. 555 à 557.



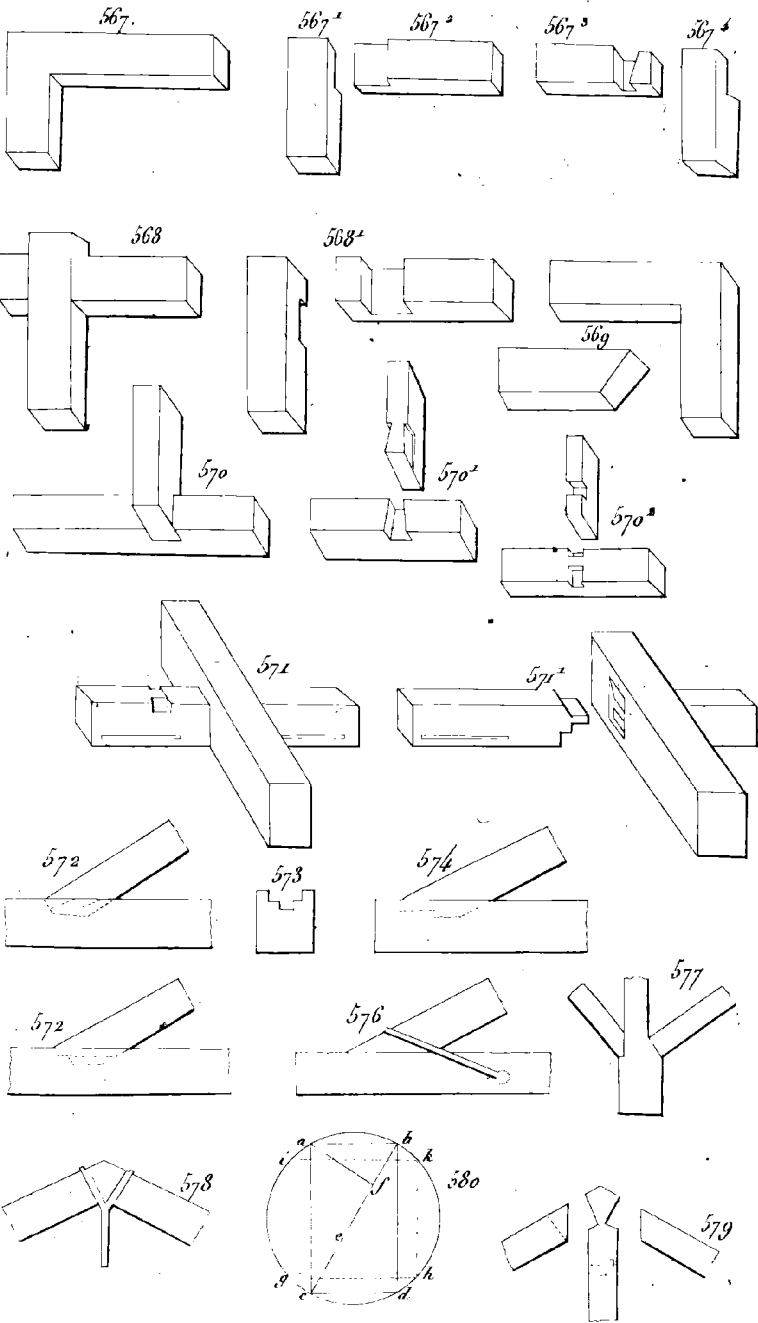
BATIMENT.

Fig. 558 à 566.



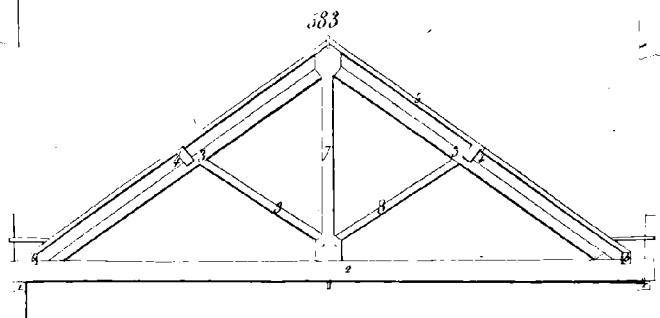
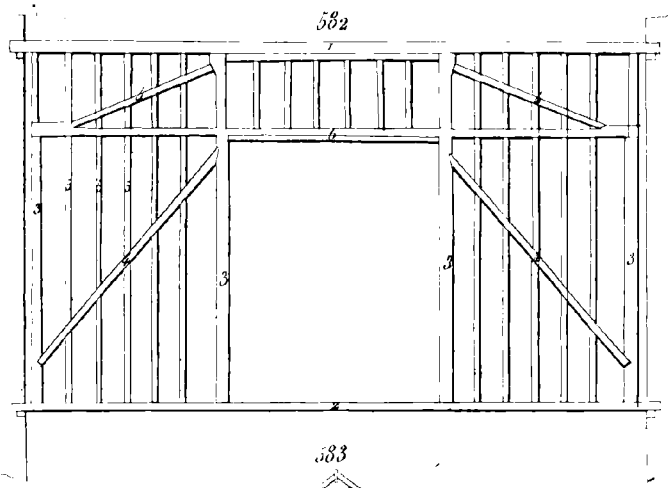
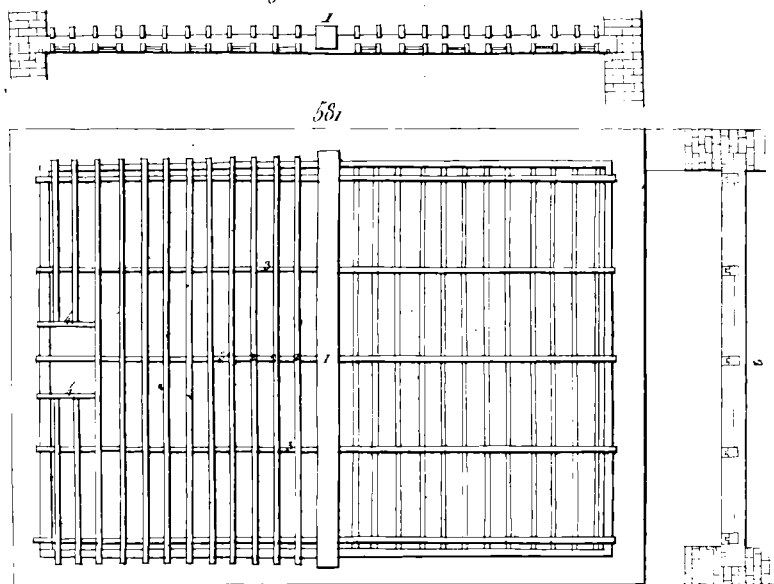
BATIMENT

Fig. 567 à 580.



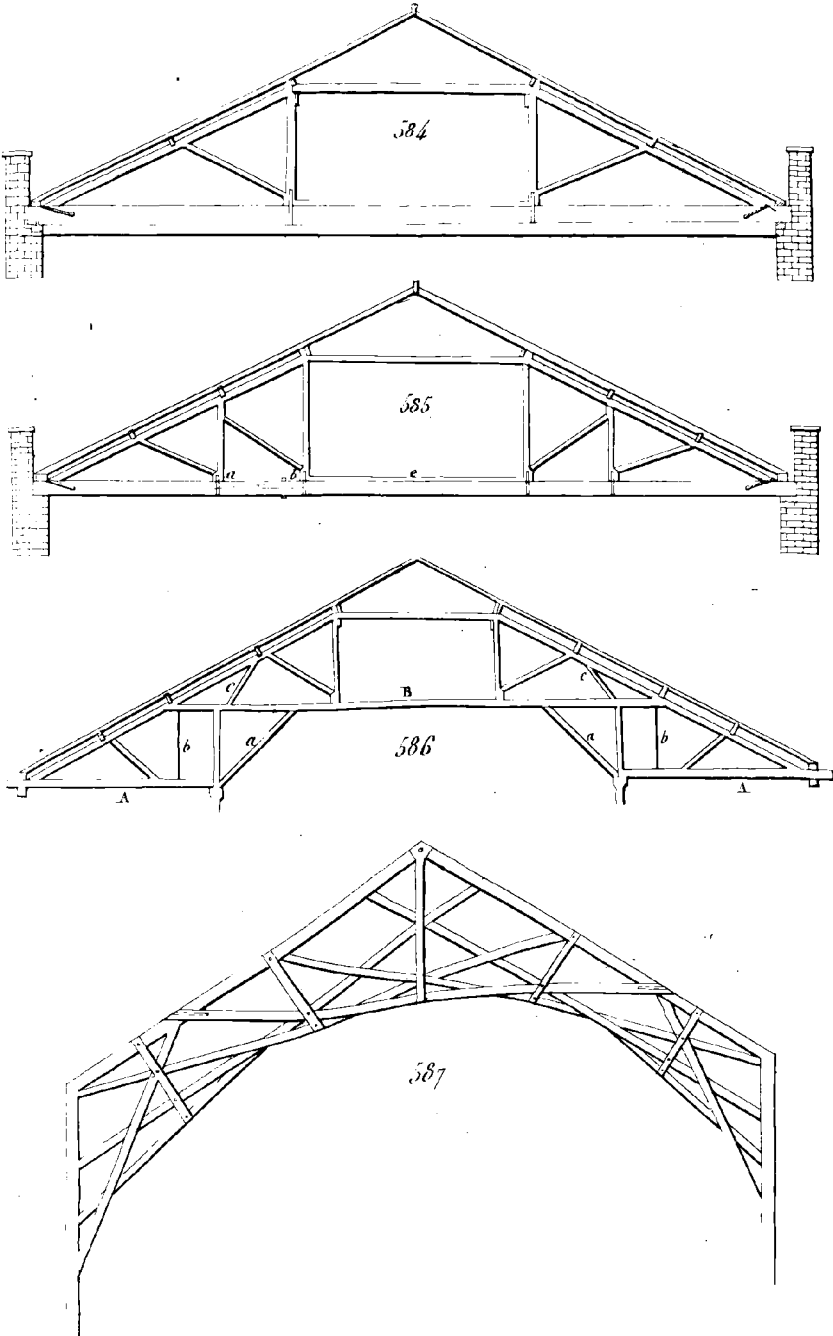
BATIMENT

Fig. 581 à 583.



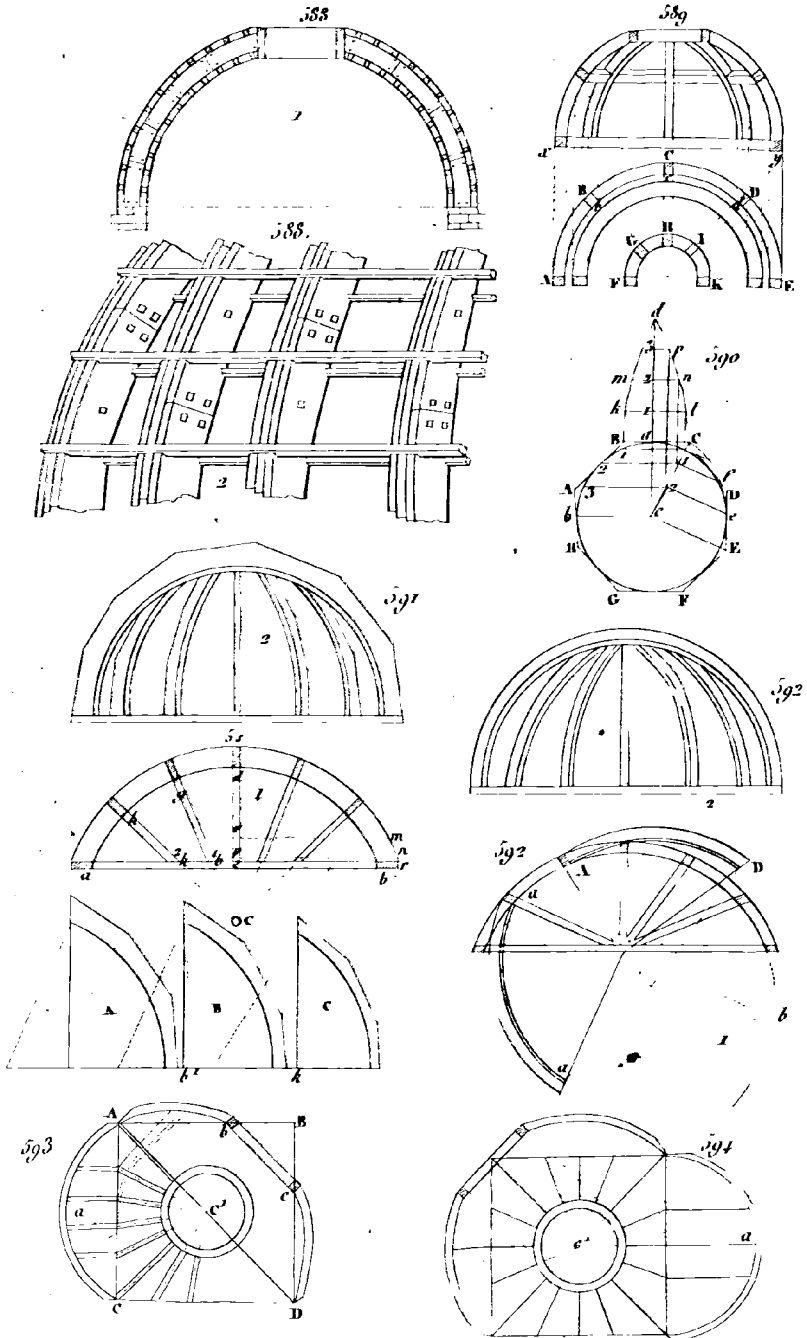
BATIMENT

Fig. 584 à 587 .-



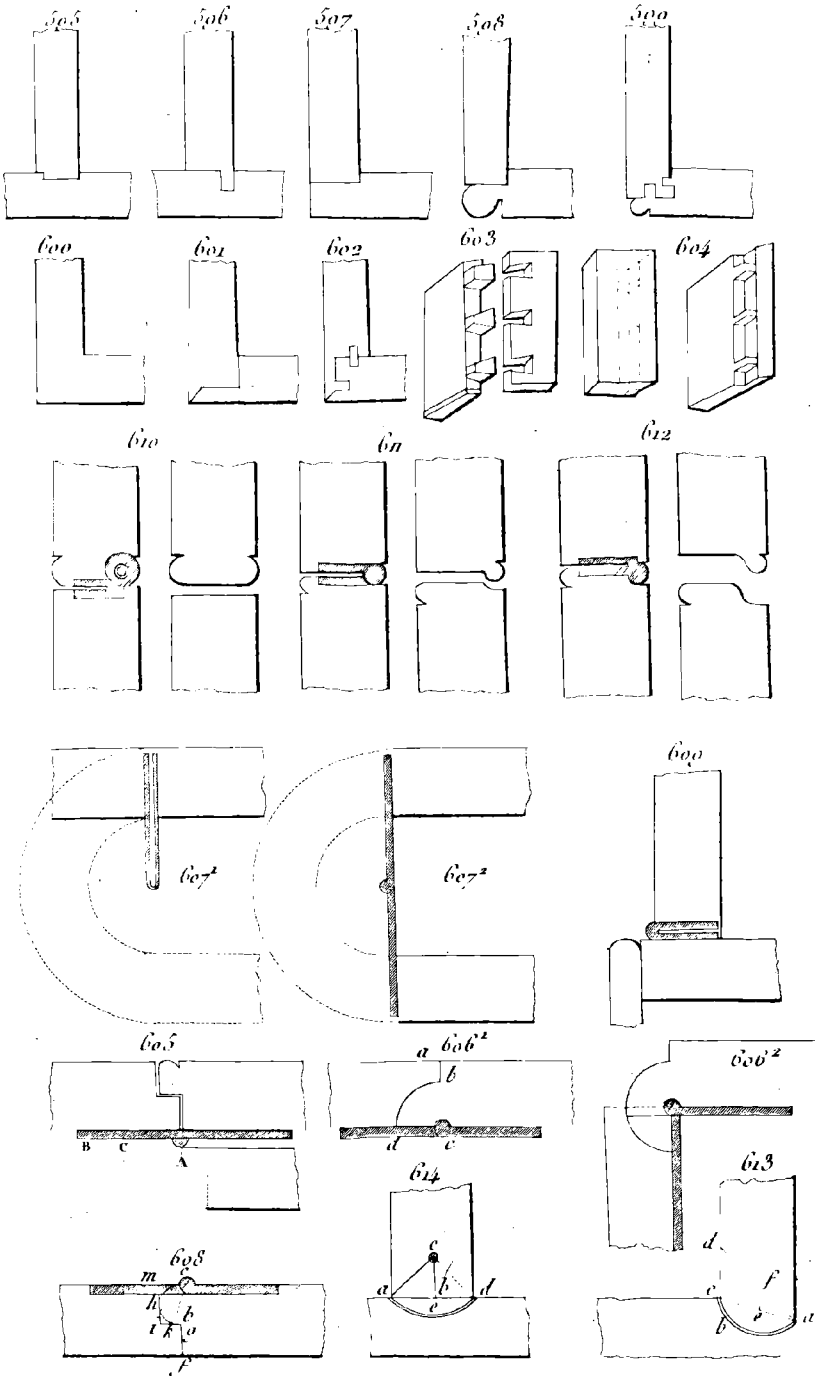
BÂTIMENT

Fig. 588 à 594.



BATTIMENT

Fig. 595 à 614

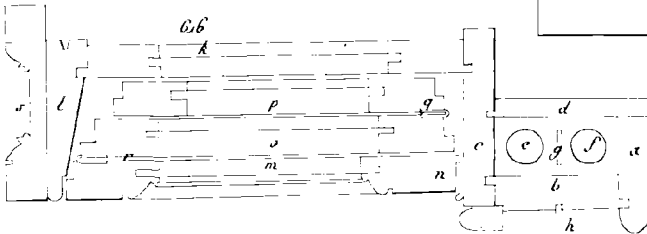
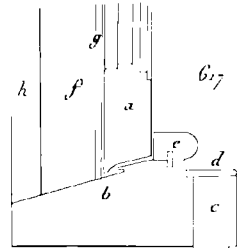
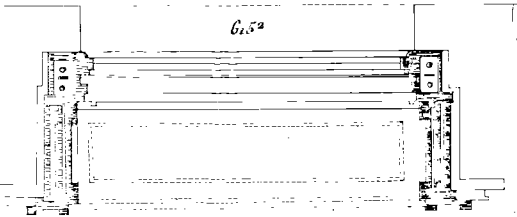
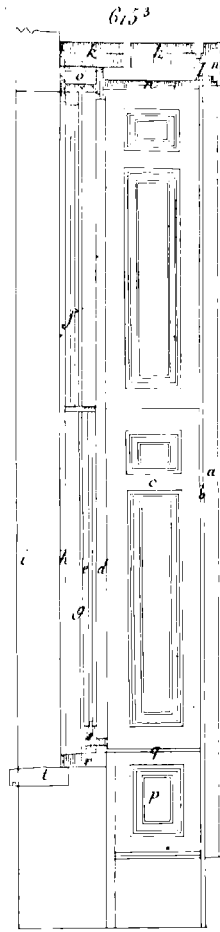
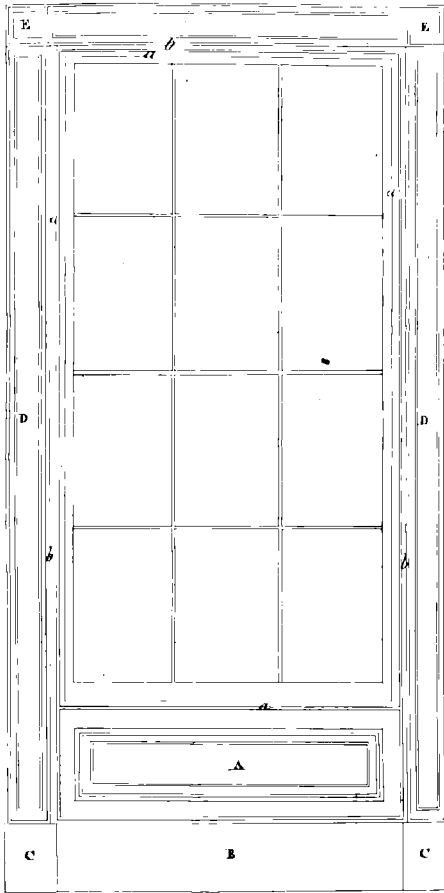




BÂTIMENT

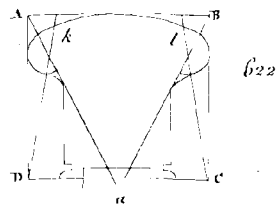
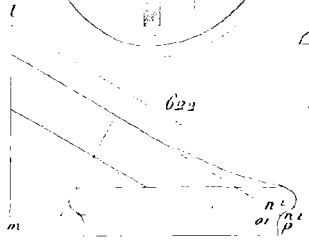
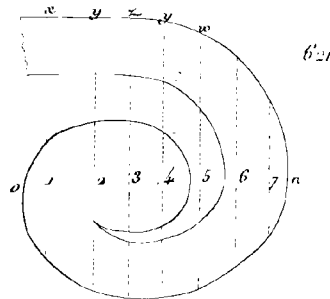
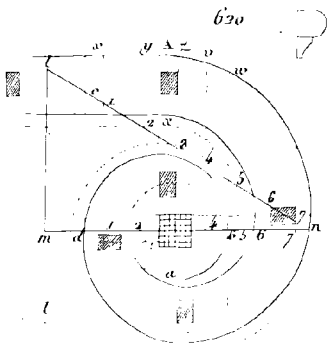
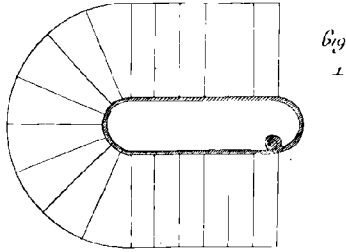
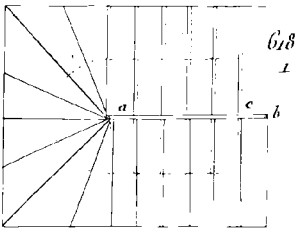
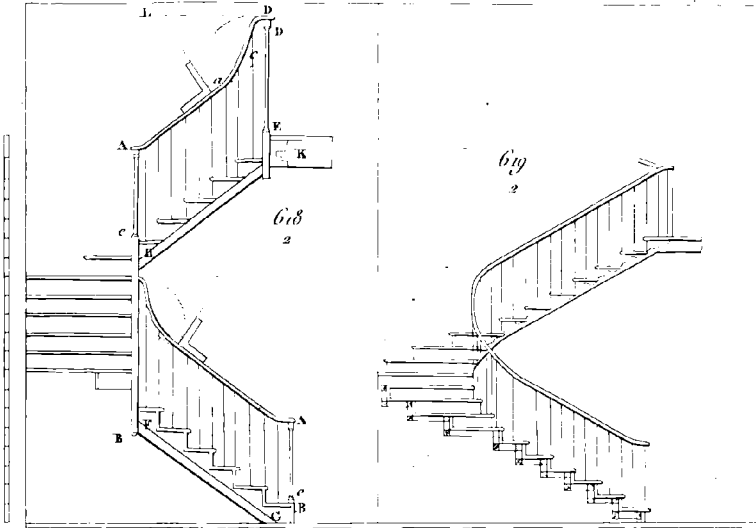
1000.

615<sup>1</sup> Fig. 615 à 617.



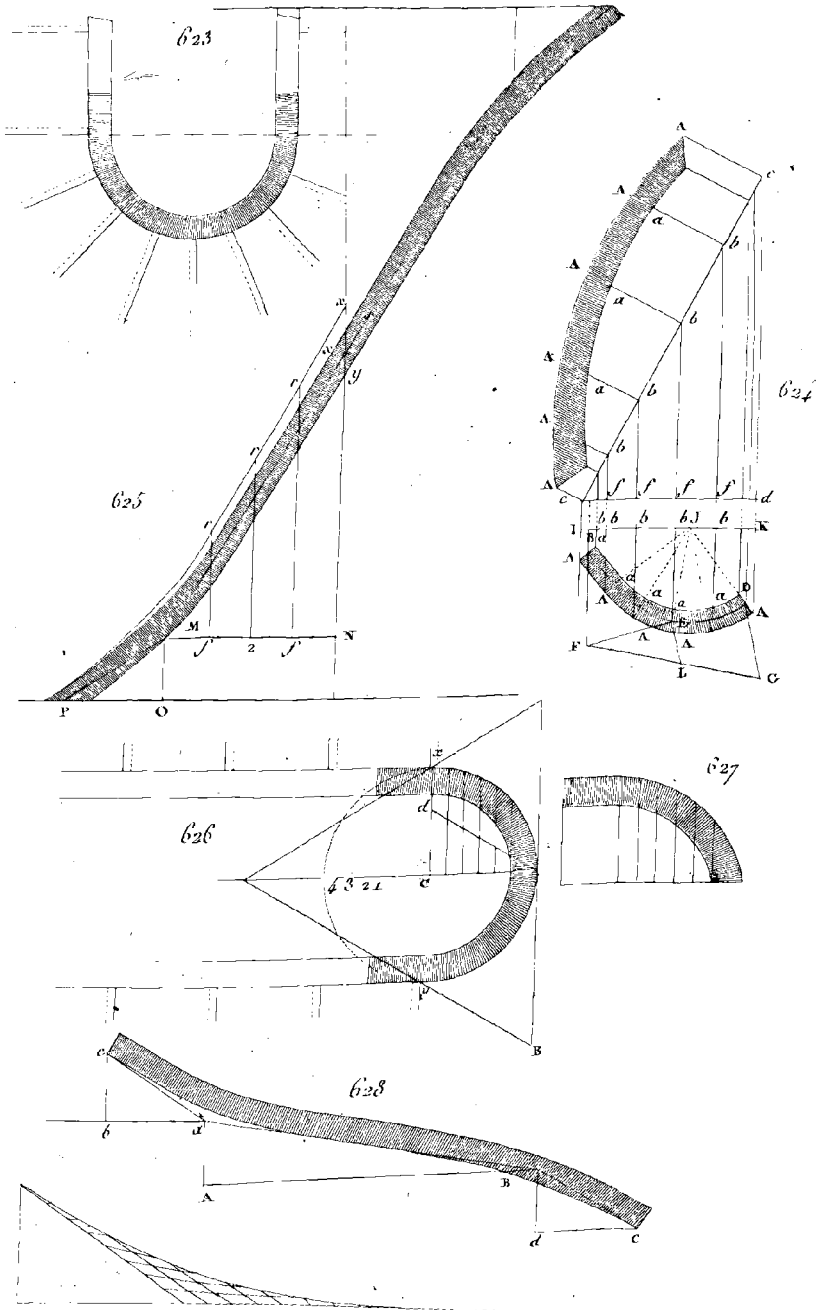
BATIMENT

Fig. 618 à 622.



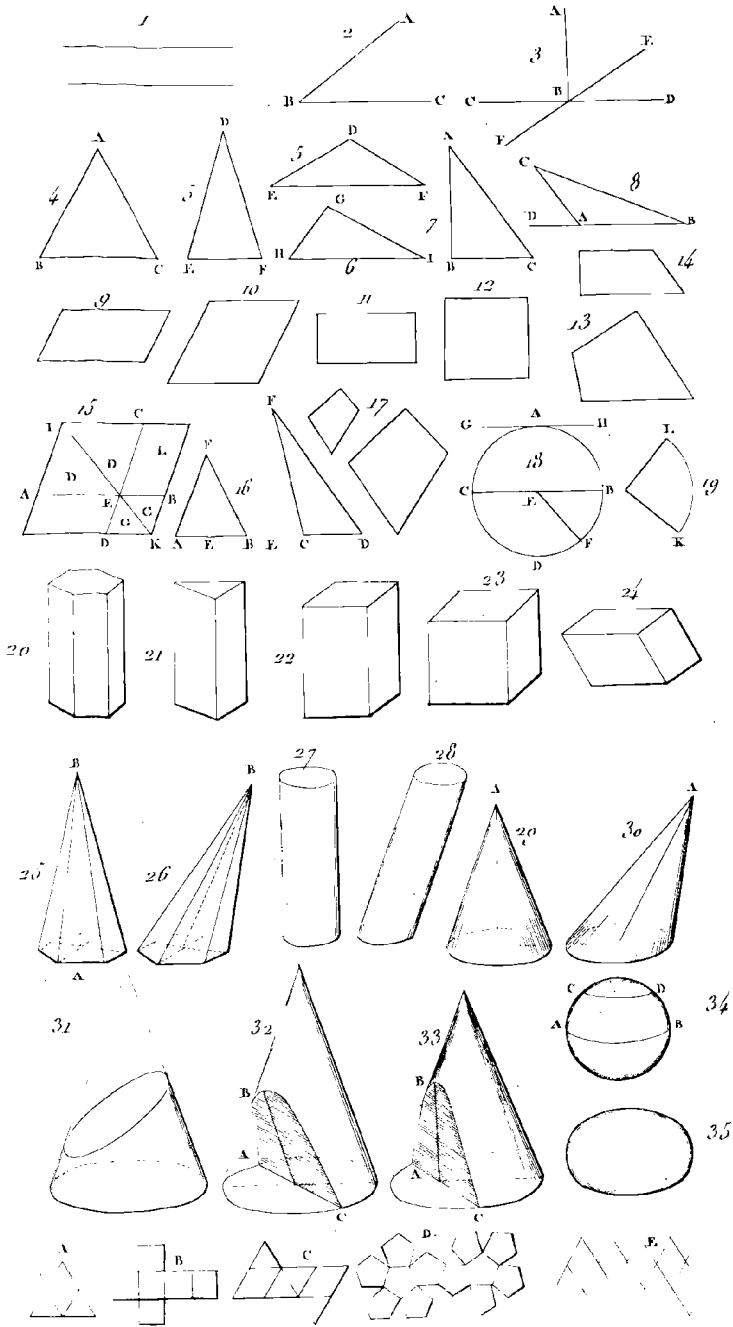
BATTIMENT

Fig. 623 à 628.



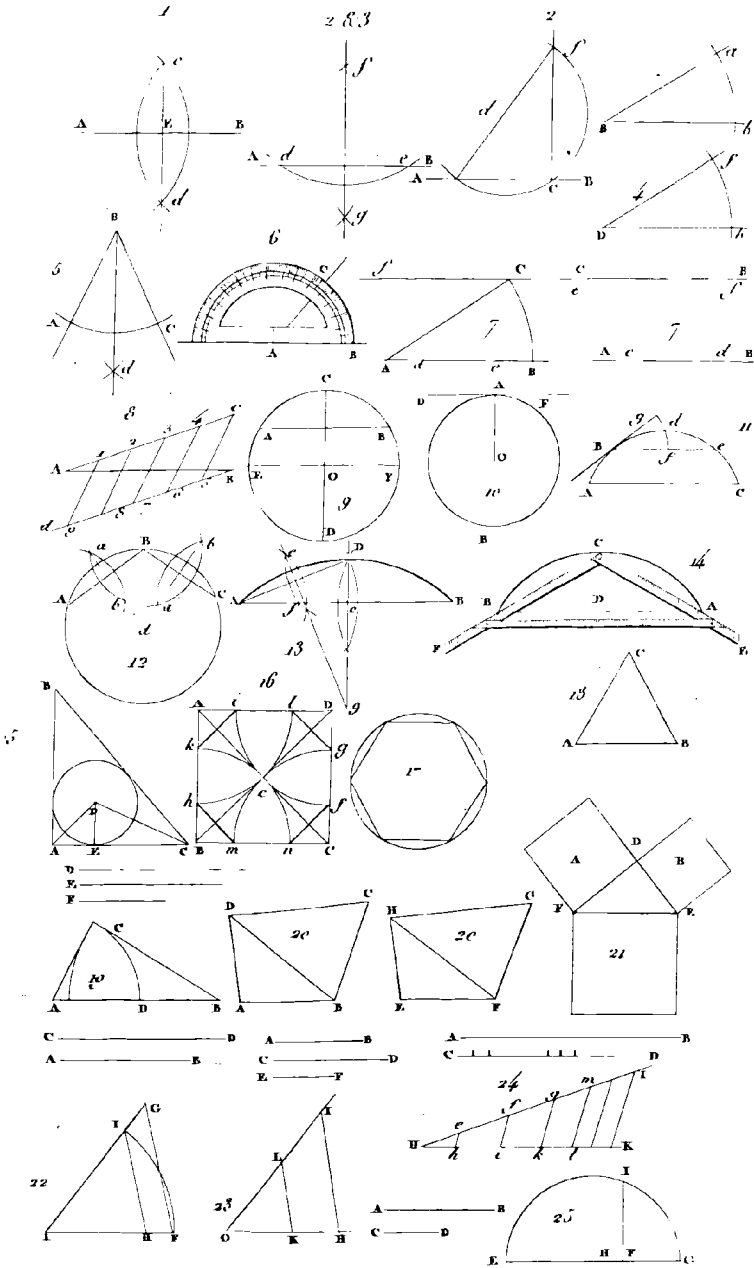
# GEOMETRIE

## Problèmes



# GEOMETRIE

## Problèmes



# GEOMETRIE

## Problèmes.

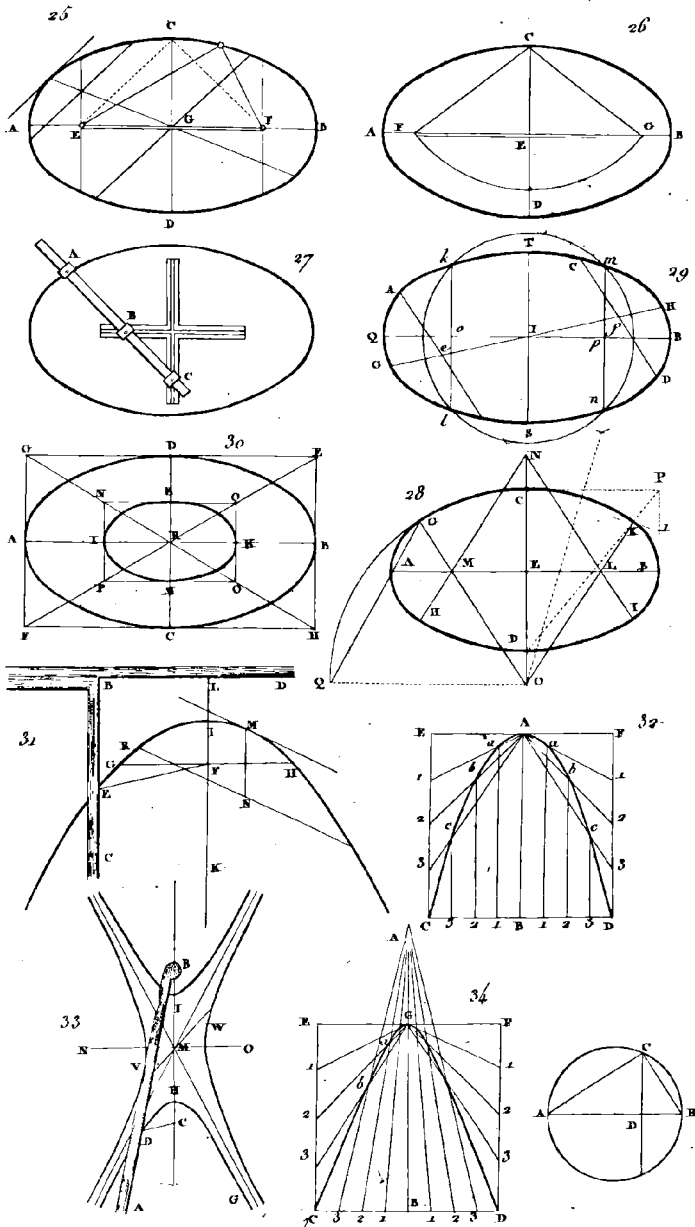
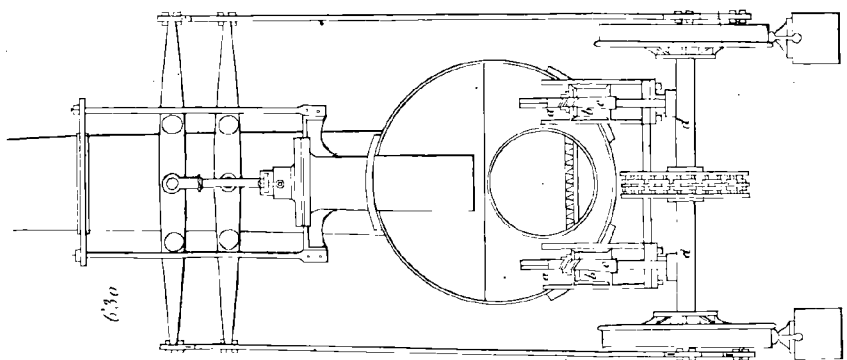
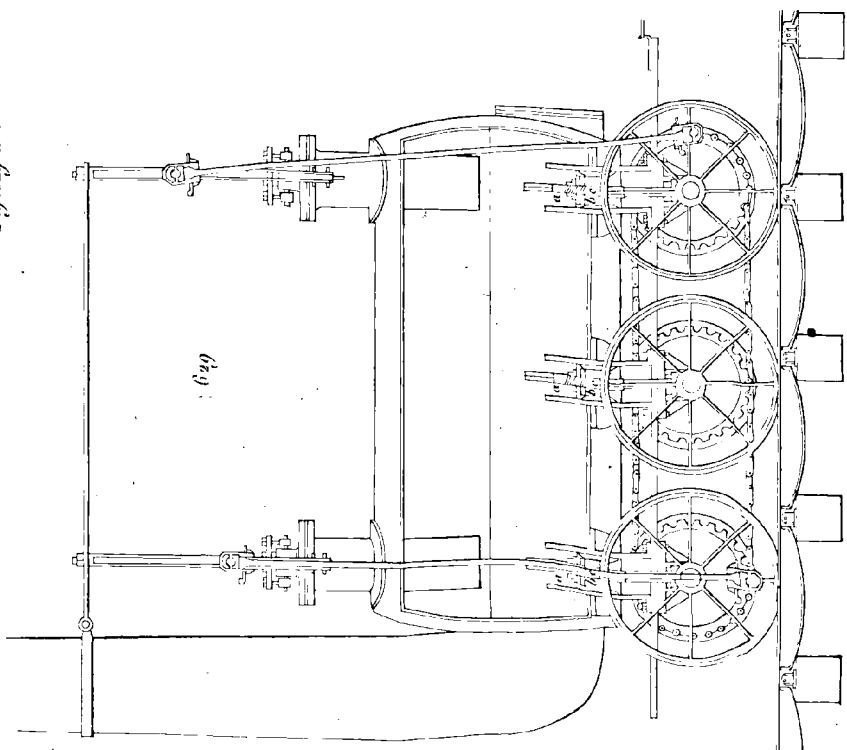




Fig. 629 et 630

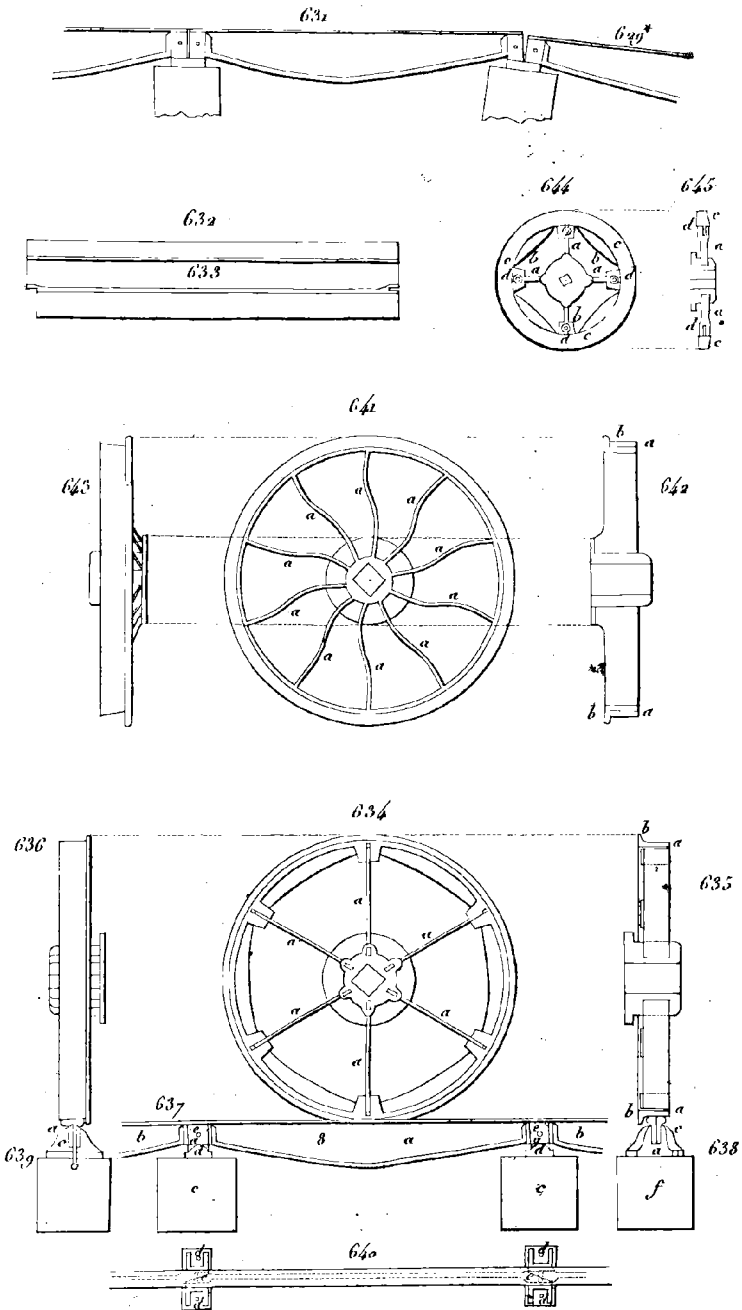




CHEMINS DE FER

Pl. 94.

Fig. 629\* à 645.



BOULANGERIES. — LA BOUTURE DES TROUS CILINDRIQUES.  
*Fig. 646 à 652.*

