

LA REVUE  
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE  
DE L'ANNÉE

---

Courbevoie. — Imprimerie E. BERNARD et C<sup>ie</sup>, 14, rue de la Station,  
Bureaux : 29, quai des Grands-Augustins. Paris,

---



LA REVUE  
SCIENTIFIQUE  
ET  
INDUSTRIELLE  
DE L'ANNEE

PAR J.-L. BRETON

---

ANNÉE 1899

---

Ouvrage Illustré de 1.016 figures



PARIS

E. BERNARD ET C<sup>ie</sup>, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

29, Quai des Grands-Augustins, 29

1900



# PRÉFACE

---

Le grand succès obtenu par notre premier volume a démontré amplement que notre Revue annuelle est venue combler une lacune qui existait dans les publications scientifiques.

Tel était notre but. Nous disions, en effet, dans la préface de notre premier volume, et nous tenons à rappeler ici, que notre publication tient le milieu entre le livre unique paru une fois pour toutes et la revue mensuelle ou hebdomadaire.

Le livre spécialement consacré à l'étude d'une question qu'il traite à fond mais exclusivement, nécessite pour l'amateur qui veut se tenir au courant du mouvement scientifique et posséder un nombre de documents suffisamment étendu la constitution d'une très coûteuse bibliothèque.

Le journal ou la revue périodique, qui envisagent de multiples questions, ne peuvent forcément, par suite même de leur mode de publication, consacrer de longues et complètes études à l'une quelconque de ces questions et on ne peut y exposer complètement un sujet que dans une série d'articles dispersés au hasard sans aucune suite parmi une multitude de livraisons, ce qui en rend très pénibles l'étude et la recherche.

Notre ouvrage, au contraire, possédera, comme une revue, l'avantage d'envisager un grand nombre de questions qui y seront, comme dans un livre, condensées et classées en chapitres séparés pour en permettre une étude méthodique et complète ; paraissant chaque année à périodes fixes, il viendra tenir au courant ses lecteurs d'une manière complète des principaux événements scientifiques et industriels.

Voulant être avant tout une œuvre de vulgarisation scientifique pouvant être lue et comprise par tous ceux qui s'intéressent au remarquable mouvement scientifique et industriel qui caractérise notre époque, notre ouvrage ne contiendra pas de longs exposés théoriques et s'étendra tout particulièrement sur le côté pratique de chaque question.

Éclairé par l'expérience nous tacherons d'ailleurs d'améliorer chaque année notre

\*

publication. C'est ainsi que nous avons reconnu l'inconvénient de placer en tête de l'ouvrage la partie consacrée à la plus importante découverte de l'année comme nous l'avons fait dans ce volume pour la télégraphie sans fil.

Les nouvelles découvertes, qui n'ont pas encore été mises au point par de longues et patientes études d'une multitude de savants, sont, en effet, celles qui progressent le plus rapidement, chaque jour leur apporte de nouveaux progrès et leur fait faire de nouveaux pas en avant; aussi, pour peu que la publication de l'étude qui leur est consacrée soit quelque peu ajournée, cette étude est forcément incomplète lorsqu'elle paraît.

C'est ainsi que notre partie concernant la télégraphie sans fil était très complète au moment de son impression; mais elle a légèrement vieilli pendant les quelques mois qui séparèrent sa rédaction de la publication de l'ouvrage durant l'impression du reste du volume. Pendant cette période de nouvelles expériences ont été faites, notamment en France par M. Ducretet, les appareils ont été améliorés et les distances franchies par les ondes électriques ont pu être considérablement accrues. Sans insister sur ce point, ce que nous ne pouvons faire en une rapide préface, nous tenions à signaler ces progrès importants à nos lecteurs. Nous aurons d'ailleurs l'occasion d'y revenir en un prochain volume.

Disons pour terminer que nous avons rencontré, pour notre œuvre de vulgarisation, un précieux concours près des savants, inventeurs et constructeurs qui, pour la plupart, ont mis le plus grand empressement et la plus aimable complaisance à nous fournir les documents nécessaires à la description de leurs appareils. Nous devons également remercier chaleureusement M. H. de Graffigny qui, avec la grande expérience que lui donne la rédaction de ses nombreux ouvrages de vulgarisation scientifique, nous a été d'un grand recours dans la recherche de ces documents.

J.-L. B.

LA REVUE  
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE DE L'ANNÉE

PAR J.-L. BRETON

---

Année 1900

---

Comportera les cinq parties suivantes :

PREMIÈRE PARTIE. — Les machines-outils à travailler le bois.

DEUXIÈME PARTIE. — Les machines à écrire.

TROISIÈME PARTIE. — Les machines à imprimer.

QUATRIÈME PARTIE. — Les appareils d'hygiène (filtration, stérilisation, désinfection).

CINQUIÈME PARTIE. — Les appareils d'éclairage, de chauffage et de cuisine.

---



# PREMIÈRE PARTIE

---

## LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

---

### CHAPITRE PREMIER

**PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.** — Les remarquables expériences effectuées en Angleterre par un jeune savant italien, M. Marconi, avec l'aide d'un autre savant anglais, M. Preece, constituent certainement l'un des principaux événements scientifiques de ces derniers temps.

Ces expériences consistèrent en la transmission de messages télégraphiques entre deux points de l'espace non réunis par un lien matériel ou un fil de substance quelconque.

Le brillant succès de ces essais, qui permirent de pousser jusqu'à près de 15 kilomètres la distance des deux postes transmetteur et récepteur, attira vivement l'attention de toutes les personnes qui s'intéressent aux questions scientifiques. Ils furent commentés par la presse du monde entier qui, comme toujours, ne se fit pas faute d'exagérer ridiculement les résultats obtenus comme si les faits acquis n'étaient pas par eux-mêmes assez importants.

Ce n'était pas d'ailleurs les premiers essais qui étaient faits dans cette voie, et depuis plusieurs années la télégraphie sans fils est un des problèmes scientifiques dont la solution se trouve cherchée par de nombreux savants.

Nous allons essayer de faire l'exposé de ces différentes recherches aussi clairement que nous le permettra l'état actuel encore peu avancé de cette si intéressante question.

Le problème à résoudre est le suivant : envoyer à travers l'espace à l'aide d'un appareil transmetteur des signaux qui puissent être recueillis à la plus grande distance possible par un appareil récepteur approprié sans que ces deux appareils soient réunis par un lien quelconque.

Il est inutile d'insister sur l'importance pratique d'une telle invention qui permettrait entre autres, si elle se trouvait complètement réalisée, de supprimer, tout au moins partiellement, l'énorme toile d'araignée formée par la multitude des conducteurs télégraphiques et téléphoniques qui sillonnent le monde entier et dont le nombre augmente chaque jour.

Mais disons de suite que si l'on semble être sur la bonne voie ce résultat est encore bien loin d'être atteint.

On sait que l'on suppose l'univers rempli par un milieu homogène et élastique d'essence inconnue que l'on nomme éther et qui transmet l'énergie sous toutes ses formes à travers l'espace ; cette propagation de l'énergie s'effectue sous forme d'ondes d'amplitudes et de fréquences diverses.

C'est ainsi que se propagent à travers l'espace le son, la lumière, la chaleur, l'électricité. C'est en recevant les ondes lumineuses que notre œil nous donne la sensation de la lumière ; notre oreille est sensible aux ondes sonores et nous fait, par suite, percevoir les sons ; les ondes électro-

magnétiques et électriques n'influent pas sur nos sens mais agissent comme nous le verrons plus loin sur des appareils appropriés qui en dévoilent l'existence.

Ce sont ces mouvements ondulatoires, d'origines diverses, transmis par un appareil et reçus par un autre qui peuvent permettre d'échanger à travers l'espace des signaux.

Pour être complet, et surtout pour rendre bien tangible le mécanisme de la télégraphie sans fil, nous diviserons les différents essais tentés pour résoudre ce problème en quatre classes suivant que la solution en était demandée aux ondes sonores, aux ondes lumineuses, aux ondes électro-magnétiques ou aux ondes électriques.

En effet, nous cherchons, surtout à rendre compréhensible pour tous cette intéressante question; or tout le monde saisissant immédiatement le mécanisme de transmission à travers l'espace de signaux par les ondes sonores ou lumineuses que perçoivent nos organes, on en déduira facilement, par analogie, le mécanisme de transmission par des ondes de nature différente n'agissant pas sur nos sens mais pouvant agir sur des appareils spéciaux.

Nous allons donc passer rapidement en revue ces différentes tentatives.

## CHAPITRE DEUXIÈME

**TRANSMISSION PAR ONDES SONORES.** — Il est évident que l'on peut se servir et que l'on s'est bien souvent servi de sons puissants pour transmettre des signaux; il est inutile d'insister sur ce point, aussi nous bornerons-nous à citer dans cette première classe un procédé de télégraphie par ondes sonores proposé par Edison pour permettre aux navires de communiquer entre eux.

Nous trouvons la description de ce procédé dans un numéro de 1887 de « The Electrical World ».

On sait que les sons se transmettent dans l'eau avec une facilité beaucoup plus grande que dans l'air; c'est ainsi que l'on prétend que des plongeurs ont perçu le bruit fait par la machine d'un navire qui se trouvait distant de 27 kilomètres; c'est sur ce fait qu'est basé le procédé en question.

Les navires qui doivent entrer en communication, sont munis d'un transmetteur formé par un sifflet à vapeur dont le son est transmis dans l'eau par une disposition particulière et d'un récepteur constitué par une sorte de cornet acoustique de grande dimension dont la grande ouverture est placée sur la coque du navire au-dessous de la ligne de flottaison. Le sifflet de chaque navire produit les signaux qui sont reçus par le cornet acoustique de l'autre navire.

Nous ne savons si ce dispositif a été pratiquement essayé, s'il a donné d'assez bons résultats et si la distance à partir de laquelle les signaux pouvaient être perçus était assez grande.

Quoiqu'il en soit, la multiplicité des sons de toutes espèces qui sont sans cesse produits par une foule de causes et qui apportent forcément des confusions dans les communications et surtout la vitesse de propagation, relativement très faible des ondes sonores (340 mètres par seconde dans l'air et 1.435 mètres par seconde dans l'eau), ne permet pas de supposer que l'on puisse jamais arriver à une solution satisfaisante de la télégraphie sans fil au moyen des ondes sonores. Il fallait donc diriger les recherches d'un autre côté et choisir des ondes de plus grande vitesse de propagation.



## CHAPITRE TROISIÈME

**TRANSMISSION PAR ONDES LUMINEUSES.** — Les ondes lumineuses se transmettent avec une rapidité bien supérieure à celle des ondes sonores (300.000 kilomètres par seconde); cette simple remarque suffit à expliquer les meilleurs résultats qu'elles donnèrent pour la transmission des signaux.

La télégraphie optique n'est certes pas nouvelle, et il faut remonter à la plus haute antiquité pour en trouver les premiers embryons. Les peuplades primitives ont utilisé, et encore de nos jours les tribus les plus sauvages emploient, comme signaux, de grands feux allumés la nuit sur les hauteurs.

Pour l'histoire de cette question, nous empruntons quelques renseignements à une très intéressante étude de M. Mareschal sur la télégraphie sans fil conducteur publiée dans *La Nature*, il y a déjà de nombreuses années, bien avant les expériences de MM. Marconi et Preece.

Eschyle, 450 ans avant l'ère chrétienne, indique, dans sa tragédie « Agamemnon », que Clytemnestre apprend la prise de Troie par une véritable dépêche transmise par un télégraphe optique : « C'est Vulcain par ses feux allumés sur l'Ida; de fanal en fanal, la flamme messagère a volé jusqu'ici. »

D'après Polybe, Æneas inventa, 300 ans avant notre ère, un système de télégraphe sans fil réellement des plus ingénieux et consistant en deux vases de dimensions identiques, possédant une tubulure de même ouverture et placés aux deux points que l'on désirait mettre en communication; des flotteurs semblables surmontés de tiges portant des lettres ou des signes conventionnels correspondants surnageaient sur le liquide contenu dans les deux vases.

Pour transmettre une dépêche de l'un des postes, on y découvrait une torche au même instant où l'on ouvrait la tubulure du vase qui s'y trouvait; cette tubulure était refermée en même temps que l'on masquait la source lumineuse lorsque le signe marqué sur la tige du flotteur et correspondant au signal à envoyer arrivait en face d'un index spécial. Au poste récepteur l'on ouvrait la tubulure du vase au moment où l'on apercevait la lueur de la torche et on la fermait aussitôt que la torche étant masquée cette lueur disparaissait; il est facile de comprendre qu'à ce moment, l'écoulement du liquide étant le même dans les deux vases, l'index indiquait sur la tige du flotteur le même signe qu'au poste transmetteur. Il suffisait alors de remplir les deux vases et de recommencer la même série d'opérations. Comme on le voit, cette première tentative de télégraphe était comme le télégraphe Hughes, si employé aujourd'hui, basée sur le synchronisme.

Polybe lui-même imagine un système de signaux reposant sur la disposition des différentes lettres de l'alphabet dans un damier comme les chiffres d'une table de Pythagore; des signaux faits avec des torches indiquaient les colonnes verticale et horizontale au croisement desquelles se trouvait la lettre que l'on voulait transmettre.

Il est inutile d'insister sur les nombreux appareils qui furent proposés par la suite et sur les applications auxquelles ils donnèrent lieu; il suffit de dire que leur nombre est très grand.

\* \* \*

Arrivons donc de suite au télégraphe présenté par Chappe à l'Assemblée Nationale en 1792 et qui reçut, comme tout le monde le sait, une vaste utilisation qui ne prit fin que par l'invention du télégraphe électrique. Cet appareil est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire en

détail; il était constitué par une série de tiges articulées dont les dispositions spéciales formaient des signes conventionnels; contrairement à la plupart des autres systèmes, il ne pouvait fonctionner que le jour. Les tentatives faites par Chappe pour rendre possible les communications de nuit, en munissant les leviers de lampes, ne donnèrent lieu qu'à de rares applications pratiques.

Chappe avait d'abord essayé un système de télégraphe basé sur le synchronisme et constitué par deux roues identiques, revêtues de signes à leur circonférence et animées d'un mouvement synchrone; un signal optique fait à l'un des postes, au moment où un index indiquait le signe que l'on voulait transmettre, permettait à l'autre poste de faire sur sa roue la lecture du signe correspondant; mais la difficulté était d'obtenir une concordance parfaite dans la rotation des deux disques.

Après la découverte et l'extension considérable du télégraphe électrique, les recherches de télégraphie optique, activement poursuivies auparavant, subirent un sensible ralentissement; mais elles ne tardèrent pas à être reprises par de nombreux chercheurs qui s'étaient rendu compte que dans bien des cas, l'établissement d'un fil de ligne devenait impossible et qu'il était, par suite, encore utile de réaliser un système de télégraphie sans fil, suffisamment pratique.

\* \* \*

Nous ne pouvons, certes, citer les innombrables appareils reposant sur la transmission par les ondes lumineuses qui furent créés pour aboutir à ce résultat; nous nous contenterons donc de parler des plus intéressants et des plus originaux.

M. Leseurre songea le premier à utiliser en télégraphie optique un système de signaux analogue à celui utilisé dans le télégraphe électrique Morse, c'est-à-dire basé sur des combinaisons de signaux longs et brefs indiquant chaque lettre de l'alphabet. L'appareil qu'il proposait, pour effectuer ces signaux, était constitué par deux miroirs permettant d'envoyer les rayons solaires dans la direction voulue; le déplacement de l'un de ces miroirs permettait d'interrompre à volonté l'émission des rayons pour effectuer les signaux.

Ce fut surtout pendant le siège de Paris que l'on se rendit compte des services que pouvait rendre un bon système de télégraphie sans fil.

MM. Laussedat, Lissajous, Hioux, Maurat, Cornu, Brion et Malot furent constitués en commission pour l'étude de ce système et purent établir des communications parfaites entre les forts de Nogent et du mont Valérien distants d'environ 20 kilomètres. Mais c'est vainement que MM. Lissajous et Hioux partirent en ballon pour essayer d'établir des communications télégraphiques entre Paris assiégé et la province.

Après la guerre, cette commission continue de fonctionner et réalise avec l'aide du colonel Mangin des appareils de télégraphie optique puissants, mais non portatifs, qui sont placés à poste fixe dans quelques forts.

Enfin, en 1873, le colonel Laussedat fait construire, par la maison Ducretet, un appareil portatif qui, légèrement modifié par le colonel Mangin, fut adopté par l'armée et n'a guère subi depuis que des transformations de détail.

Dans son ensemble, cet appareil est simplement constitué par une caisse de tôle contenant une lampe au pétrole dont le rayonnement est concentré dans une direction par un réflecteur et une lentille à échelon de Fresnel; un écran mû par un manipulateur permet de masquer à volonté la source lumineuse. Une lunette fixée sur le côté de la boîte permet d'observer les signaux du poste correspondant.

Lorsque l'état de l'atmosphère le permet, ces appareils portatifs peuvent transmettre la nuit des signaux jusqu'à 50 kilomètres; des appareils fixes plus puissants permettent d'atteindre 100 kilomètres et même, dans certains cas exceptionnels, lorsque l'atmosphère est très pure, 150 kilomètres comme on a pu y parvenir en Algérie entre Négrine et l'Oued-Souf.

Cette distance peut encore être accrue par l'emploi de source lumineuse plus puissante comme l'arc électrique. C'est ainsi qu'en Algérie, où l'air est en général très peu chargé de vapeur d'eau, les généraux Perrier et Ibanez ont pu correspondre, pendant la nuit, à près de 300 kilomètres.

En 1887, M. Drouin fit construire un ingénieux système de télégraphe optique basé sur les phénomènes de polarisation. Le transmetteur est constitué par une source lumineuse projetant ses rayons au travers d'un polariseur supporté par un cadran mobile portant sur son pourtour les lettres de l'alphabet; le récepteur est constitué par un cadran semblable muni d'un analyseur. Lorsque le polariseur et l'analyseur se trouvent dans la position voulue pour éteindre les rayons lumineux qui les traversent, des index indiquent la même lettre sur les deux cadrans; si l'on change cette lettre indiquée par l'index au poste transmetteur en tournant le disque qui porte le polariseur, il sera nécessaire de faire tourner d'un angle semblable le disque portant l'analyseur pour obtenir à nouveau l'extinction des rayons lumineux; ce mouvement ramène donc en face de l'index la même lettre qu'au poste transmetteur. On peut ainsi indiquer successivement les différentes lettres d'un mot et d'une phrase. Ce système est ingénieux mais peu pratique parce que la distance de transmission se trouve considérablement réduite.

Il est évident que, pour qu'une communication puisse être établie avec tous les appareils précédemment décrits, il est indispensable qu'aucun obstacle ne sépare les postes transmetteur et récepteur, c'est pour remédier à cet inconvénient que M. Léard, en 1873, proposa d'éclairer par une source lumineuse intense et intermittente soit les nuages, soit un ballon placé à la hauteur voulue pour être aperçu de l'autre poste; il put ainsi mettre en communication Alger et Fort-National distants d'une centaine de kilomètres et séparés par une montagne. Ces expériences furent renouvelées en 1885 avec une légère et ingénieuse variante: le ballon captif contenait une puissante lampe à incandescence qui l'éclairait par transparence; le manipulateur qui permettait d'allumer et d'éteindre à volonté la lampe en question était naturellement disposé sur le sol et relié à la lampe par deux conducteurs contenus dans le fil d'attache.

**Appareils enregistreurs de télégraphie optique.** — Un des inconvénients de tous les appareils décrits ci-dessus réside, dans ce fait, que tous émettent des signaux fugitifs qui ne peuvent être inscrits mécaniquement; c'est là un inconvénient qui peut souvent, par suite de l'inattention ou de la fatigue des opérateurs causer de graves erreurs.

Les dépêches transmises et reçues ne laissent aucune trace matérielle enregistrée automatiquement; un télégramme mal transmis ou mal enregistré laisse donc subsister une erreur sans qu'il soit possible de la corriger et de vérifier son origine. Il y avait donc une importance capitale, surtout dans les opérations militaires, à trouver un appareil enregistrant automatiquement au départ et à l'arrivée les télégrammes transmis.

Plusieurs systèmes que nous allons rapidement examiner ont été proposés pour arriver à ce but:

M. Ducretet eut l'idée d'adjoindre à chaque poste de télégraphe optique un appareil Morse ordinaire; le manipulateur qui masquait et démasquait la source lumineuse agissait en même temps sur un contact électrique qui mettait en mouvement l'appareil Morse lequel enregistrerait ainsi les télégrammes transmis.

Dans ce dispositif, l'appareil Morse supplémentaire, qui peut naturellement être placé sur le support même du télégraphe optique ou à distance, est relié à ce dernier par des conducteurs de longueur appropriée.

Une autre disposition équivalente consistait à placer un électro-aimant sous le levier du manipulateur commandant l'écran du télégraphe optique; cet électro était alimenté, et par suite le levier attiré et l'écran déplacé, en même temps que l'électro-aimant d'un appareil enregistreur Morse par le jeu d'un manipulateur Morse ordinaire.

Depuis, M. Ducretet simplifia beaucoup cette disposition dans un nouvel appareil construit en 1887; il supprima, en effet, l'intervention du courant électrique nécessaire dans l'appareil primitif pour actionner le Morse et qui constituait une complication regrettable, surtout pour les appareils transportables; il remplaça la communication électrique entre l'appareil optique et le Morse par une communication purement mécanique et entièrement automatique.

Cet appareil est représenté en coupe verticale longitudinale par la figure 1, en coupe verticale transversale par la figure 2 et en coupe horizontale par la figure 3. La pédale manipulatrice *p*

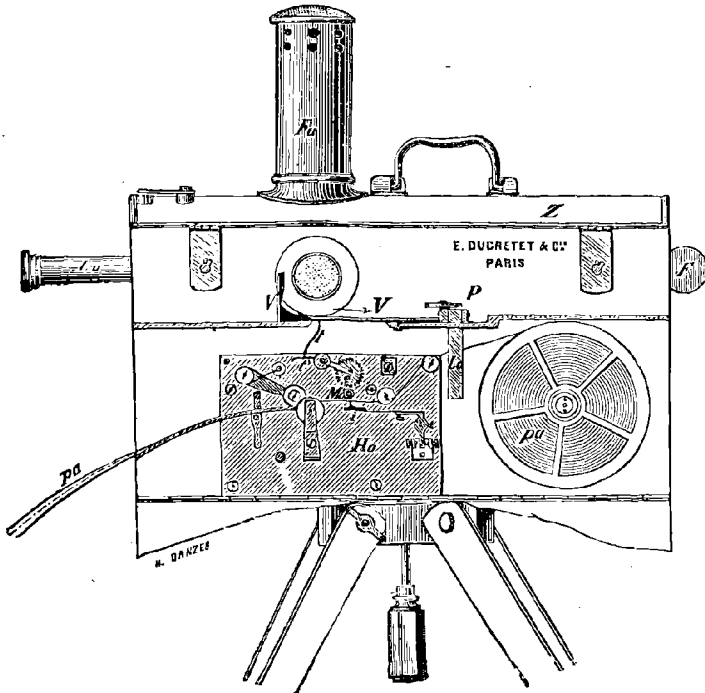


Fig. 1. — Coupe verticale longitudinale de l'appareil enregistreur de télégraphie optique de M. Ducretet.

agit, par l'intermédiaire d'une tige articulée, sur un système de leviers combinés pour produire automatiquement le déclenchement du mouvement d'horlogerie qui entraîne le ruban de papier; en même temps, elle produit le démasquage de la source lumineuse et l'impression du signal bref ou long.

Tous ces organes sont solidaires; ils sont commandés automatiquement d'un seul coup par le jeu d'une seule pièce en forme de verrou *V* produisant la mise en marche ou l'arrêt.

Au repos, l'appareil est toujours dans la position du feu fixe, c'est-à-dire que sa source lumineuse se trouve démasquée; le verrou *V* est alors poussé à fond, enrayant le mouvement d'horlogerie *Ho*, ainsi que la pédale manipulatrice *p*; de plus, par l'action de la tige *t* sur *t'*, le tampon encreur du Morse se trouve éloigné de la molette imprimeur.

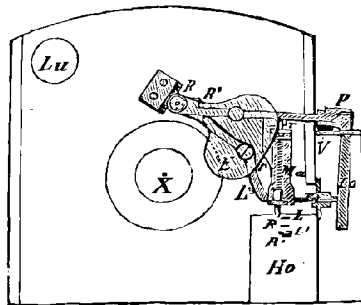


Fig. 2. — Coupe verticale transversale de l'appareil enregistreur de télégraphie optique de M. Ducretet.

Pour transmettre un télégramme après le signal convenu, on tire le verrou *V* et, comme pour l'arrêt, ce seul mouvement provoque automatiquement la mise en marche de tout l'appareil; il actionne l'écran *E* qui ferme l'ouverture *X* et intercepte par suite l'émission des rayons lumineux; en même temps, le mouvement d'horlogerie se trouve débrayé et

laisse défilé la bande de papier; enfin, la pédale  $p$  est rendue libre et le tampon encreur se met en contact avec la mollette  $Mo$ .

Tous les signaux, brefs ou longs, communiqués à la pédale manipulatrice  $p$  et par suite à l'écran  $E$ , sont alors imprimés sur la bande de papier destinée à les recevoir. Une fois le télégramme complètement transmis, on pousse à nouveau le verrou  $V$  et tout rentre dans la position du repos.

Aux deux postes, transmetteur et récepteur, tout se réduit donc à un seul mouvement pour l'arrêt et la mise en marche. Tout le mécanisme se trouve renfermé et seul le ruban de papier dans sa partie imprimée est visible et donne exactement les signaux transmis, ce qui constitue un contrôle des plus importants.

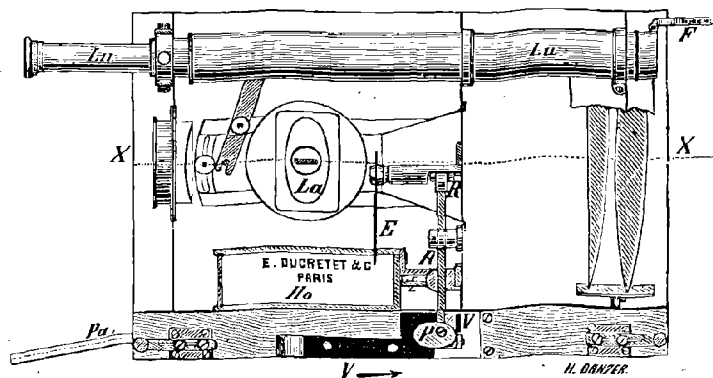


Fig. 3. Coupe horizontale de l'appareil enregistreur de télégraphie optique de M. Ducretet

Avec cet appareil, l'inscription ne s'effectue évidemment qu'au poste transmetteur; pour l'inscrire également au poste récepteur, là où cette inscription présente le maximum d'utilité, il faut que ce poste récepteur répète les signaux reçus qui sont alors observés par le poste transmetteur. Cette répétition constitue un excellent moyen de contrôle et la perte de temps qu'elle entraîne est largement compensée par la sécurité qui en résulte.

\* \* \*

On a pourtant cherché à effectuer au poste récepteur l'enregistrement entièrement automatique des signaux transmis par le poste transmetteur afin d'obtenir une sécurité encore plus grande; l'œil humain, sujet à des erreurs provenant parfois de la fatigue et du surmenage, ne peut, en effet, jamais atteindre la sûreté d'un mécanisme purement automatique et ne nécessitant pas son intermédiaire.

Les systèmes proposés reposent sur l'action des rayons lumineux soit sur une préparation sensible, soit sur le sélénium, soit enfin sur un radiomètre. Disons toutefois que par suite du peu d'intensité du rayonnement qui diminue naturellement avec la distance, aucun résultat réellement pratique n'a pu encore être obtenu.

M. Gillet proposa l'emploi d'un morceau de sélénium; ce sélénium, mauvais conducteur de l'électricité dans l'obscurité, devient plus conducteur sous l'influence de rayons lumineux; M. Gillet proposa donc de placer au poste récepteur un morceau de sélénium qui, sous l'influence des radiations lumineuses émises par le poste transmetteur, devenait conducteur et laissait passer un courant électrique qui actionnait un Morse. La difficulté résidait dans l'obtention d'un courant assez puissant pour actionner le Morse; pour y remédier, l'inventeur essaya l'emploi d'un relais très sensible formé d'un galvanomètre dont l'aiguille, en venant buter contre un contact, fermait un courant électrique assez puissant pour agir sur l'enregistreur; l'aiguille du galvanomètre-relais laissée libre déviait bien sous l'influence du faible courant qui traversait le sélénium; mais, pour rompre le contact ainsi obtenu, il fallait employer un ressort antagoniste dont l'action ne pouvait plus être surmontée et qui, par suite, immobilisait l'aiguille.

La même difficulté se rencontre dans l'emploi du radiomètre; des expériences faites par M. Mareschal à ce sujet, il résulte qu'une première déviation pouvant effectuer un contact électrique s'obtient assez facilement avec un radiomètre à palette libre; mais l'action de la force antagoniste nécessaire pour rompre ce premier contact est trop grande pour être vaincue par l'influence des faibles radiations émises par le poste transmetteur et parvenant au poste récepteur.

Ces deux moyens ne peuvent donc servir, tout au plus jusqu'ici, qu'à donner un premier signal en actionnant par exemple, une sonnerie électrique; encore faut-il pour cela que la distance des deux postes soit assez faible et la source lumineuse assez intense.

Reste l'enregistrement photographique. M. Mareschal fit construire pour l'employer, un appareil constitué par une chambre noire portant une lentille qui concentrait en un point les rayons lumineux émis par le poste transmetteur; en ce point, se déroulait un ruban de papier sensible entraîné par un mouvement d'horlogerie; au développement, ce ruban révélait les impressions lumineuses reçues.

Avec cet appareil, M. Mareschal ne put, à l'aide d'une lampe au pétrole, pousser la distance d'enregistrement à plus de 6 kilomètres. Ce simple résultat montre combien actuellement l'enregistrement automatique des signaux diminue la distance pratique de transmission.

\* \* \*

Nous ne pouvons terminer ce rapide exposé des appareils de transmission par ondes lumineuses sans rappeler le photophone de Graham Bell composé d'un miroir vibrant sous l'influence d'ondes sonores et reflétant par suite dans une direction déterminée une quantité variable d'ondes lumineuses qui, agissant sur un morceau de sélénium placé au foyer d'un miroir parabolique, augmentent plus ou moins sa conductibilité; un courant électrique traversant le sélénium agit sur un récepteur téléphonique dont il fait vibrer la plaque d'une façon identique au miroir transmetteur; les sons reçus par ce miroir sont ainsi reproduits, de telle sorte, que sans fil et par l'intermédiaire des ondes lumineuses, on peut établir des communications téléphoniques.

Il est toutefois bon de dire que la distance qui peut ainsi être franchie, est très faible, ce qui fait que le photophone est plutôt un curieux appareil de laboratoire qu'un instrument pratiquement utilisable.

\* \* \*

En résumé, on voit que la télégraphie sans fil par ondes lumineuses a déjà rendu, et rendra encore dans certaines circonstances, de très grands services.

Elle possède toutefois de sérieux inconvénients, dont le plus grand est d'être très sensible à l'état atmosphérique; même un faible brouillard rend toute communication matériellement impossible.

Il fallait donc chercher mieux, et la substitution des ondes électriques aux ondes lumineuses, semble être la voie qui conduira à la meilleure solution du problème. Toutefois, avant de parler de la transmission des signaux télégraphiques par les ondes électro-magnétiques et électriques examinons un nouveau système proposé récemment par M. K. Zickler et reposant sur certaines propriétés des rayons ultra-violet. Quoique ce procédé utilise des radiations invisibles, il doit naturellement rentrer dans notre chapitre traitant des transmissions par ondes lumineuses. Ces rayons ultra-violet sont, en effet, analogues aux rayons lumineux, il ne s'en distinguent que par une longueur d'onde différente, d'où il résulte des propriétés particulières.

**Transmission par les rayons ultra-violets.** — Les différents systèmes de télégraphie optique que nous venons d'examiner présentent un grand inconvénient surtout au point de vue militaire; les signaux étant en effet visibles peuvent être facilement interceptés et traduits par l'ennemi; ils ne permettent pas, en un mot, de conserver le secret absolu de la correspondance. C'est dans le but de remédier à ce grave inconvénient que M. K. Zickler a imaginé le procédé suivant utilisant les radiations invisibles ultra-violettes.

Les rayons lumineux et surtout les rayons ultra-violets possèdent, comme l'a démontré Hertz, la propriété de faciliter les décharges électriques. Si l'on éloigne les branches d'un excitateur relié à une bobine de Ruhmkorff à tel point que les décharges ne se produisent plus et si l'on projette ensuite sur cet excitateur et sur la ligne de décharge un faisceau de radiations riches en rayons ultra-violets, les étincelles jailliront à nouveau. On conçoit donc que l'on puisse établir des communications en envoyant d'un poste transmetteur des faisceaux de rayons ultra-violets, interrompus de manière à reproduire les signaux de l'alphabet Morse; ces rayons peuvent, en effet, déterminer des décharges électriques pouvant être perçues et enregistrées dans un appareil convenablement construit, disposé à la station réceptrice. Il est indispensable cependant, dans le but de rendre secrète la communication, que l'apparition et la disparition des rayons ultra-violets ne soient accompagnées d'aucune émission ou disparition de rayons lumineux visibles. Le professeur Zickler a résolu ce problème de la manière suivante :

L'appareil de la station expéditrice est constitué par une lampe à arc à point fixe L (fig. 4) disposée dans une chambre G; il est en effet indispensable d'employer comme source lumineuse l'arc électrique qui est très riche en rayons ultra-violets. Les rayons lumineux dirigés vers la station réceptrice par l'ouverture O peuvent être concentrés dans cette direction, soit par une lentille, soit par un réflecteur, soit, enfin, par l'une et l'autre (comme le montre la figure 4). Il est toutefois absolument nécessaire que les lentilles soient faites en quartz et non en verre, cette dernière substance absorbant fortement les rayons ultra-violets. L'appareil est muni d'un écran mobile V composé de plusieurs lames de verre transparentes pour les rayons visibles mais absorbant, comme nous venons de le voir, les rayons ultra-violets. Il est, par suite, évident qu'en manœuvrant l'écran pour intercepter les radiations ultra-violettes, on produira des signaux qui ne seront pas visibles pour l'œil, le faisceau lumineux ne subissant aucun changement d'intensité appréciable.

L'appareil de la station réceptrice consiste en une boîte *r* en verre (fig. 5 et 6), hermétiquement close et possédant une fenêtre obturée par une lame de quartz *p*. Deux électrodes métalliques *e*<sub>1</sub> et *e*<sub>2</sub>, recouvertes d'une couche de platine, traversent les parois de la boîte; une de ces électrodes a la forme d'une sphère de quelques millimètres de diamètre et l'autre celle d'un disque plat, incliné à 45° sur l'axe de la boîte, de telle sorte qu'il est facile de diriger sur lui tout le faisceau de rayons qui traversent la fenêtre en quartz *p*; la distance entre les électrodes est de

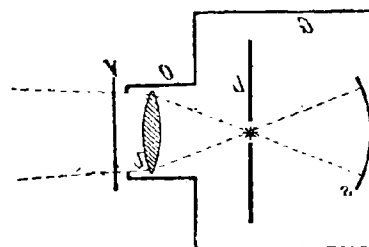


Fig. 4. — Appareil transmetteur de M. Zickler.

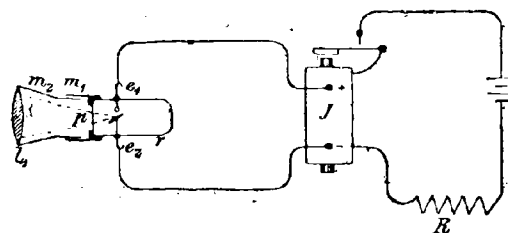


Fig. 5. — Schéma de l'appareil récepteur de M. Zickler

10 millimètres. Pour renforcer le faisceau de rayons qui tombent sur la fenêtre  $p$ , on dispose devant cette dernière une lentille  $l$ , également en quartz et qui se déplace le long de l'axe de l'appareil à l'aide d'une crémaillère agissant sur les tubes  $m_1$  et  $m_2$ . Les électrodes  $e_1$  et  $e_2$  sont reliées avec l'enroulement secondaire de la petite bobine de Ruhmkorff J, de manière que  $e_1$  sert d'anode et  $e_2$  de cathode. Dans le circuit primaire de la bobine, qui ne doit pas donner des étincelles de plus de 1 à 2 centimètres, se trouve intercalée la résistance R pour régler l'intensité du courant primaire. Cette résistance doit être réglée de manière que la tension entre les électrodes soit un peu plus faible que le potentiel nécessaire à la décharge.

Dès que les rayons ultra-violetts frapperont les électrodes de l'appareil, les étincelles jailliront entre elles. Ces étincelles rendent ainsi visibles les signaux du poste transmetteur; elles répandent dans l'espace entourant l'appareil récepteur de faibles ondes électriques que l'on peut enregistrer à l'aide d'un radioconducteur Branly (1) actionnant une sonnerie ou un récepteur Morse. Le professeur Zickler emploie également pour enregistrer les signaux un relais spécial directement intercalé dans l'enroulement secondaire de la bobine de Ruhmkorff. On pourrait également percevoir les signaux à l'aide d'un récepteur téléphonique.

M. Zickler a commencé ses expériences avec un petit régulateur de Siemens et Halske, donnant avec 10 ampères et 41 volts un arc de 1,5 à 2 millimètres de longueur, sans réflecteur et sans lentille. Les rayons tombaient sur l'appareil récepteur, placé à 2 mètres de distance du régulateur; cette distance fut ensuite poussée à 10 mètres en plaçant devant le récepteur des

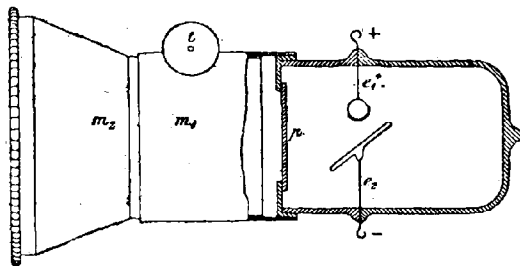


Fig. 6.— Coupe du récepteur de M. Zickler.

rayons (fig. 5 et 6) une lentille de quartz de 4 millimètres de diamètre et 15 centimètres de foyer. Comme il fallait s'y attendre, Zickler constata que le degré de raréfaction de l'air dans l'appareil récepteur exerce une grande influence sur les résultats de l'expérience; il s'arrêta à une pression de 200 millimètres qu'il conserva dans toutes les expériences successives qu'il fit durant l'été de 1898, sur des distances de 100 à 200 mètres.

Comme source de lumière, il employa alors un régulateur relativement grand, donnant, avec 29 ampères et 54 volts, un arc de 10 millimètres de longueur. Ces expériences ont pleinement réussi, quoi qu'elles se firent dans des conditions défavorables; la journée était nuageuse, le baromètre ne marquait que 74 millimètres et l'humidité atteignait 73 %.

Ce n'est qu'à la fin de 1898 que Zickler put employer pour ses expériences un puissant projecteur de Schukkert. Cet appareil était pourvu d'un réflecteur parabolique de 80 centimètres de diamètre et 20 centimètres de foyer; les charbons étaient disposés le long de l'axe du réflecteur afin de diminuer sensiblement la perte de lumière; l'arc était alimenté par un courant de 60 ampères et 47 volts. L'appareil récepteur fut placé à 450 mètres d'une tour très haute sur laquelle fut installé le projecteur; ce récepteur était pourvu d'une lentille de quartz. Les communications furent faites avec une pression à l'intérieur du récepteur de 340 millimètres de mercure.

Le professeur Zickler constata qu'avec une plus grande raréfaction de l'air dans l'appareil

(1) Cet appareil est décrit plus loin dans le chapitre sur la transmission par ondes électriques.



récepteur, la distance entre la station qui transmet et celle qui reçoit les signaux peut être sensiblement augmentée. En effet, avec une pression de 200 millimètres dans le récepteur, il fut possible d'établir la communication à 1,3 kilomètre de distance. Malheureusement, le récepteur employé pour ces expériences subit quelques avaries, ce qui mit fin à ces intéressants essais.

Comme la plupart des appareils précédemment décrits, l'appareil de Zickler, projetant les rayons servant aux signaux dans une direction rigoureusement déterminée, ne peut guère être employé pour la communication entre les navires ou entre un navire et la côte par suite des mouvements continuels de ces navires.

Toutefois, pour de petites distances (quelques kilomètres), le système du professeur Zickler pourrait être, après quelques perfectionnements, utilement employé pour la télégraphie militaire.

En tout cas, il constitue une nouveauté de l'année et, à ce titre, il méritait d'être décrit avec quelques détails.

## CHAPITRE QUATRIÈME

**TRANSMISSION PAR ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES.** — La transmission à travers l'espace sans fil conducteur par les ondes électro-magnétiques repose sur l'utilisation des courants induits dans un conducteur par un courant électrique d'intensité variable parcourant un autre conducteur parallèle au premier.

Si on dispose, en effet, en deux points différents de l'espace, deux fils conducteurs parallèles l'un à l'autre et qu'on lance dans l'un d'eux une série de courants électriques, l'autre se trouve parcouru par une série correspondante de courants induits capables d'agir sur un appareil récepteur; on comprend donc qu'il soit facile de transmettre ainsi des signaux à travers l'espace qui sépare les deux fils sans que ceux-ci soient réunis par un lien matériel spécial.

Ces phénomènes d'induction sont connus depuis les travaux de Faraday, mais leur utilisation pour les communications à travers l'espace ne fut rendue possible que par l'emploi d'un appareil récepteur très sensible, par exemple un récepteur téléphonique, qui permet de percevoir de très faibles courants induits dans le fil récepteur.

M. V.-H. Preece, ingénieur en chef du General Post Office de Londres a particulièrement, depuis plusieurs années, étudié cette intéressante question.

En 1884, on observa que des télégrammes, envoyés à travers des fils isolés placés dans des tubes en fer enterrés dans les rues de Londres, pouvaient être recueillis à l'aide d'un récepteur téléphonique relié aux circuits téléphoniques supportés par des poteaux de bois fixés sur les toits des maisons et situés parallèlement à 24 mètres de distance des premiers.

En 1885, on s'aperçut que les circuits télégraphiques produisaient des perturbations dans les circuits téléphoniques placés parallèlement à 600 mètres puis à 1.600 et même à 2.000 mètres. Des expériences précises faites en 1886 et en 1887 démontrèrent d'une manière indiscutable que ces phénomènes n'étaient pas dus, comme on aurait pu le croire, à des dérivations des courants par la terre, mais bien uniquement aux phénomènes d'induction résultant de l'action des ondes électro-magnétiques.

Le gouvernement autrichien étudia, en 1889, un moyen d'intercepter les dépêches militaires à l'aide d'un fil disposé parallèlement à la ligne télégraphique de Pennemi et dans lequel se trouve

intercalé un récepteur téléphonique; on peut ainsi surprendre les secrets de l'adversaire sans qu'il puisse s'en apercevoir.

Enfin, en 1892, on utilisa pratiquement cette action des ondes électro-magnétiques pour envoyer des dépêches, transmises très distinctement, d'un rivage à l'autre du canal de Bristol à 3.300 mètres de distance.

Au début de l'année 1895, le câble sous-marin entre Oban et l'île de Mull s'étant brisé et la commission ne trouvant pas de bateau pour le réparer, elle décida de rétablir la communication télégraphique au moyen des ondes électro-magnétiques. A cet effet, on établit sur chaque rive, disposé parallèlement l'un à l'autre, un conducteur dont les deux extrémités étaient mises à la terre; dans chacun de ces conducteurs se trouvaient intercalés: une batterie de 100 éléments Leclanché, un interrupteur tournant provoquant 260 interruptions par seconde, un manipulateur Morse ordinaire, ces différents instruments formant l'appareil transmetteur, et enfin, d'autre part, un appareil récepteur constitué par un simple récepteur téléphonique.

Chacun des deux fils, distants de plus de 9 kilomètres, servait tour à tour de fil inducteur pour transmettre les signaux et de fil induit pour les recevoir. Pour télégraphier de l'une des rives il suffisait simplement d'effectuer les signes brefs et longs de l'alphabet Morse à l'aide du manipulateur correspondant; lorsque par le jeu de ce manipulateur, le courant produit par les éléments Leclanché et rendu oscillatoire par l'interrupteur tournant, passait dans l'un des fils, chacune des 260 oscillations provoquait dans l'autre fil un très faible courant induit et l'ensemble de ces courants induits agissant sur le récepteur téléphonique permettait de percevoir nettement les signaux transmis.

Au mois d'août 1896, on tenta, avec moins de succès, d'établir une communication télégraphique entre la côte et bateau-phare North-Sand-Head (Goodwin). Les mouvements du bateau, sous l'influence des marées, rendaient, en effet, difficile l'établissement d'un câble direct entre lui et la côte; on chercha à tourner cette difficulté en disposant au fond de la mer une énorme bobine de fil embrassant tout l'espace dans lequel se déplaçait le bateau-phare, celui-ci possédait, enroulée à sa partie inférieure, une autre bobine; ces deux bobines devaient tour à tour servir d'inducteur et d'induit pour transmettre ou enregistrer les signaux. Toutefois, quoique la distance qui les séparait, environ 400 mètres, fut relativement très faible, quoique la longueur des conducteurs fut d'autre part considérable et malgré l'emploi d'un relais extrêmement sensible construit par MM. Evershed et Vignoles toute communication fut impossible. Cet insuccès s'explique par la présence de l'eau de mer et de la coque métallique du bateau-phare formant écran et absorbant dans l'induction de courants parasites inutilisables toute l'énergie des courants primaires.

M. Whitehead, dans une note présentée à la *Physical Society*, le 11 juin 1897, s'étonne de cet insuccès; une recherche mathématique l'a pourtant amené à évaluer à 54 % la perte par l'eau de mer pour une épaisseur de 10 mètres et à 79 % la perte pour une épaisseur de 20 mètres. Il nous semble, par suite, très explicable que pour une profondeur de 400 mètres, qui, d'après les chiffres indiqués par M. Preece était la distance séparant les deux bobines de North-Sand-Head, la perte soit assez considérable pour rendre difficile la perception des signaux même à l'aide d'un relais très sensible.

Quoiqu'il en soit, il est dès maintenant établi, grâce aux expériences de M. Preece, que l'on peut établir des communications télégraphiques à l'aide d'ondes électro-magnétiques chaque fois qu'il est possible d'établir aux deux postes à réunir deux lignes parallèles de longueur suffisante.

Malheureusement, si les courants induits dans le second fil par les pulsations électriques parcourant le premier sont très intenses lorsque les deux lignes sont rapprochées, ils diminuent rapidement d'intensité au fur et à mesure que croît la distance qui les sépare. Pour que ces courants induits gardent une puissance suffisante pour agir sur les appareils récepteurs, il est par suite indispensable d'augmenter la longueur des fils parallèles à mesure qu'augmente leur éloignement.

Pratiquement, il est actuellement nécessaire de donner aux conducteurs parallèles une longueur à peu près double de la distance qui les sépare ; c'est ainsi que pour transmettre des signaux à une distance de 10 kilomètres il serait nécessaire de disposer à chaque poste un fil d'environ 20 kilomètres de long ; d'où il résulte que ce mode de télégraphie sans fil nécessite l'établissement d'une ligne quatre fois plus longue que celle exigée par les systèmes télégraphiques ordinaires.

On voit par là que, malgré son intérêt, ce procédé n'est guère pratique et ne pouvait supplanter, que dans quelques cas très spéciaux, les systèmes de télégraphie actuellement utilisés et dans lesquels il suffit de réunir les deux postes par un seul fil.

Il est toutefois bon de faire remarquer que d'autres éléments influent sur la facilité de communication par les ondes électro-magnétiques et qu'en modifiant ces éléments on pourrait certainement diminuer dans de très notables proportions les longueurs nécessaires des fils parallèles.

L'intensité du courant primaire joue naturellement un certain rôle ; mais son action est toutefois bien moins importante que celle de la fréquence des oscillations de ce même courant ; l'intensité des courants induits est d'autant plus grande que les interruptions ou variations du courant inducteur sont plus fréquentes.

C'est ainsi que dans l'établissement des communications entre Oban et l'île de Mull dont il a été question plus haut, on reconnut que les courants induits étaient aussi intenses en utilisant comme courant inducteur le courant oscillatoire fourni par les 100 éléments Leclanché et présentant, grâce à l'interrupteur tournant, 260 interruptions par seconde, que lorsque l'on employait le courant produit par un alternateur de deux chevaux et demi, mais de petite fréquence. Il est évident que la quantité d'énergie mise en jeu dans le second cas était considérablement supérieure à celle utilisée dans le premier ; c'était donc uniquement grâce à la fréquence infiniment plus grande des oscillations que la puissance d'induction était néanmoins aussi considérable dans le premier cas.

Ceci n'a d'ailleurs rien qui puisse nous surprendre. Nous avons expliqué assez longuement dans la Revue de l'année 1897, dans la partie concernant les rayons X, au sujet des transformateurs à haute tension pour courants alternatifs, cette influence de la fréquence sur la puissance d'induction et nous y renvoyons nos lecteurs (1).

L'emploi des courants de très grande fréquence, qui possèdent une puissance d'induction considérable comme nous le verrons plus loin dans l'étude de ces courants, permettrait certainement de restreindre au minimum la longueur des fils parallèles ; il y aurait même des expériences très intéressantes à faire à ce sujet.

(1). J.-L. Breton. *La Revue scientifique et industrielle de l'Année*. Année 1897. Page 67.

## CHAPITRE CINQUIÈME

**TRANSMISSION PAR ONDES ELECTRIQUES.** — Lorsque l'électricité parcourt un circuit à l'état cinétique et forme un courant il se produit un champ magnétique dans le milieu environnant et les variations dans ce courant, qui peut naître, cesser, augmenter ou diminuer, forment dans ce champ magnétique des ondes électro-magnétiques. Ce sont ces ondes que nous avons vu utiliser dans le précédent chapitre.

Lorsque, au contraire, l'électricité se trouve emmagasinée à l'état potentiel à la surface d'un corps il se forme dans le milieu environnant un champ électrique et toutes variations dans la charge électrique provoque dans ce champ des ondes électriques dont nous allons maintenant examiner l'emploi pour la télégraphie sans fil.

Il était bon de montrer, au début de ce chapitre, par cette simple définition la différence qui existe entre les ondes électro-magnétiques et les ondes électriques.

La première tentative faite pour utiliser ces ondes électriques à la transmission des signaux est due à Edison ; il disposa, à la partie supérieure d'un grand mât, une grande sphère métallique isolée et reliée à un générateur spécial permettant de lui donner une charge électrique intermittente à très haut potentiel ; un autre mât, placé à une certaine distance, portait une sphère identique reliée à la terre par un fil où se trouvait intercalé un récepteur téléphonique ; chaque charge ou décharge de la première sphère agissait par influence sur la seconde sphère et provoquait dans le récepteur téléphonique des sons facilement perceptibles. Nous ne savons toutefois qu'elle fut la distance maximum de transmission qui put ainsi être atteinte.

Quant aux dernières expériences de MM. Preece et Marconi, dont il fut question au début de cette étude, ainsi que celles de M. Popoff et celles de M. Ducretet que nous décrivons plus loin, elles reposent entièrement sur les oscillations électriques étudiées vers 1887 par Hertz ; il est donc indispensable avant d'en parler d'expliquer ce que sont ces oscillations électriques et d'indiquer les résultats déjà obtenus par Hertz.

**Décharges oscillantes.** — Pour bien faire comprendre le mécanisme des oscillations électriques nous ne croyons pas pouvoir mieux faire que d'emprunter à une conférence de M. Popoff l'intéressant exposé suivant (1).

Considérons une oscillation quelconque non électrique, par exemple celle d'un pendule. Si nous le mettons hors de son état d'équilibre, nous lui communiquons, en le soulevant, une énergie potentielle qui, lorsque le pendule retombe et commence à se mouvoir, se transforme graduellement en énergie cinétique ; lorsque le pendule remonte de l'autre côté l'énergie cinétique se transforme de nouveau en énergie potentielle et ainsi de suite. Quelles sont les circonstances qui favorisent et celles qui tendent à diminuer la durée de ce phénomène ? Il est évident que la quantité d'énergie originelle, c'est-à-dire la hauteur à laquelle fut soulevé le pendule déterminant son élan, ainsi que la masse du pendule jouent ici le rôle principal.

La cause empêchant au contraire la continuation indéfinie du phénomène est l'intervention d'un obstacle s'opposant au mouvement. C'est ordinairement la résistance de l'air et le frottement au point de suspension. Si cet obstacle était trop puissant pour être surmonté le pendule s'arrêterait de

(1) Conférence faite par M. Popoff à l'Institut Electrotechnique de Saint-Petersbourg.

suite et l'énergie cinétique se transformerait immédiatement en énergie calorique au lieu de potentielle; si, par exemple, nous faisons mouvoir le pendule dans l'eau nous n'obtiendrions presque pas d'oscillations par suite du frottement considérable de l'eau.

Afin que les oscillations ne s'interrompent pas rapidement, il faudrait, au contraire, que les obstacles opposés au mouvement mécanique soient aussi insignifiants que possible; il faudrait par exemple que le pendule se meuve dans le vide et que les frottements au point d'attache soient réduits au minimum. Ces circonstances accompagnent toute oscillation, sans exception, quel que soit le genre du mouvement que nous considérons.

Nous allons voir notamment que ces considérations s'appliquent parfaitement bien aux oscillations électriques.

Comment peut-on d'abord réaliser la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique dans les phénomènes électriques? Si nous prenons deux corps bien isolés et chargés l'un d'électricité négative et l'autre d'électricité positive, ces corps peuvent conserver leur charge pendant un temps indéterminé. Ils possèdent l'électricité sous forme d'énergie potentielle. Si nous relions ces deux corps par un conducteur rectiligne, il se formera un courant électrique en donnant lieu à un genre particulier d'énergie cinétique.

La figure 7 représente deux sphères reliées par un conducteur rectiligne interrompu. Le courant se forme dès que la charge des sphères atteint la différence de potentiel nécessaire pour vaincre la résistance de l'isolant qui sépare les deux extrémités en présence du conducteur interrompu. Tant que la résistance de cet isolant n'est pas vaincue, la décharge n'a pas lieu et l'électricité s'accumule sous forme d'énergie potentielle. Lorsque la décharge se produit, le courant qui se forme établit autour du conducteur rectiligne un champ magnétique dont les lignes de force sont disposées en cercles concentriques autour de ce conducteur. Ce champ magnétique constitue une certaine forme de l'énergie potentielle.

Dès que les potentiels des sphères seront devenus égaux, le courant devrait s'interrompre en même temps que la cause qui le produisait; mais comme cela a lieu dans le pendule au moment où, étant arrivé au bas de sa course, la pesanteur cesse d'agir sur lui, le mouvement ne s'arrête pas; le courant est en effet prolongé par l'énergie accumulée en forme de champ magnétique et continue à se produire en chargeant les sphères dans la direction opposée à leur charge précédente. Ensuite, comme dans le pendule, tous les phénomènes se répéteront de telle sorte qu'au moment où nous voyons jaillir l'étincelle, il peut se produire plusieurs milliers de ces oscillations.

L'appareil devant produire des oscillations électriques qui ne s'arrêtent pas rapidement doit remplir, toujours comme pour le pendule, certaines conditions. Aux extrémités du conducteur, dans lequel on excite les oscillations, on place des sphères ou des feuilles ayant une capacité électrique assez considérable. Pour que la provision de l'énergie soit grande, il faut produire une grande différence de potentiel, et pour que la décharge oscillante produite par les transformations successives des énergies se prolonge, il faut naturellement que les pertes secondaires d'énergie soient aussi petites que possible.

Chaque fois que le courant passe par le conducteur, une partie de l'énergie se transforme en énergie calorique, et, pour cette raison, le conducteur doit présenter une résistance aussi petite que possible. Pour qu'on perde peu d'énergie dans l'étincelle, celle-ci ne doit pas non plus dépasser une certaine longueur. Aussi, si pour accumuler beaucoup d'énergie potentielle, on augmente

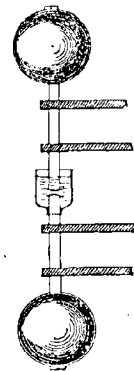


Fig. 7. — Oscillateur électrique

la longueur de l'interruption dans laquelle se produit la décharge, il peut arriver, si l'on dépasse une certaine limite que l'on n'obtienne plus d'oscillations.

Feddersen démontra expérimentalement ce caractère oscillant des décharges électriques produites dans les conditions que nous venons d'indiquer en les examinant au moyen d'un miroir tournant qui donne une série d'images distinctes dont l'éclat va en décroissant.

M. Paalzow a également mis en évidence la nature oscillante de la décharge en la faisant jaillir dans un tube cylindrique amené au vide de Geissler et disposé parallèlement aux deux pôles d'un électro-aimant en U. Si la décharge ne se produit que dans un seul sens, la lueur produite, attirée par un pôle et repoussée par l'autre doit prendre la forme d'un S allongé ; si la décharge change de sens, l'S formé par la lueur doit également changer de sens, la partie attirée par l'un des pôles de l'électro-aimant étant alors repoussée et inversement. Si, enfin, par suite des oscillations la décharge est en réalité constituée par une série de décharges successives et de sens contraire, la lueur traversant le tube, tantôt attirée tantôt repoussée par l'un et l'autre pôle de l'électro-aimant, doit évidemment prendre la forme de deux S accolés, c'est-à-dire d'un 8 ; c'est en effet ce que constata M. Paalzow.

En modifiant convenablement la capacité électrique des sphères métalliques, la résistance du circuit et la longueur de l'étincelle de décharge M. Lodge put obtenir une gamme d'ondulations électriques dont les périodes varient de un cent millionième à un cinq centième de seconde.

En réduisant la capacité de l'oscillation, M. Bose, de Calcutta, a obtenu des oscillations de très courtes périodes qu'il estime à 50.000 millions par seconde ; même en admettant ce chiffre nous pouvons faire remarquer que nous sommes encore bien loin de la rapidité des vibrations lumineuses dont le nombre est évalué, par certains savants, à 500 trillions par seconde.

**Expériences de Hertz.** — Mais ce fut, comme nous l'avons dit plus haut, M. Hertz qui étudia le plus à fond cette intéressante question et démontra l'analogie complète existant entre les ondes électriques et les ondes lumineuses, ce qui confirma la théorie déjà émise, en 1864, par Maxwell, sous le nom de théorie électro-magnétique de la lumière.

L'appareil employé par Hertz comprend l'oscillateur qui produit les ondes électriques et le résonateur qui permet d'en déceler la présence et d'en étudier la propagation. L'oscillateur était simplement constitué par deux petites sphères métalliques entre lesquelles jaillissent les décharges oscillantes et qui sont mises en communication avec deux plateaux métalliques formant capacité électrique et reliés par des conducteurs aux deux bornes du circuit secondaire d'une bobine d'induction de Ruhmkorff. Les étincelles qui jaillissent entre les deux sphères sont d'un blanc éblouissant et produisent un bruit sec, elles sont le siège d'une série d'oscillations électriques dont la fréquence est déterminée par la capacité électrique des surfaces conductrices en présence.

Pour révéler les ondes électriques ainsi produites Hertz employait un petit appareil simplement constitué soit par un circuit circulaire présentant une petite interruption, soit par une tige également interrompue en son milieu ; lorsque ces appareils, qu'il appela résonateurs par analogie avec les résonateurs d'Helmholtz qui décèlent les ondes sonores, se trouvent à proximité de l'oscillateur en fonction et convenablement réglé on remarque que des étincelles jaillissent dans l'interruption des circuits rectiligne ou circulaire, et démontrent ainsi l'existence des ondes électriques.

Ces étincelles se produisent même à une distance de 20 à 25 mètres de l'oscillateur ; elles dévoilent encore l'existence des ondes électriques si l'oscillateur et le résonateur sont situés de chaque côté d'un mur de briques.

Hertz montra qu'on peut obtenir de bien meilleurs résultats en accordant le résonateur avec l'oscillateur, c'est-à-dire en munissant les deux parties du résonateur de feuilles d'étain de dimensions appropriées qui augmentent la capacité électrique et rendent les mouvements électriques synchrones avec ceux produits dans l'oscillateur. Il existe donc un rapport, entre les capacités électriques du résonateur et de l'oscillateur, pour lequel l'action des ondes électriques émises par le premier présente une action maximum sur le second; il se produit dans ce cas un phénomène analogue aux phénomènes de résonance observés en acoustique et que l'on peut démontrer à l'aide de deux diapasons produisant le même son; lorsque l'on fait vibrer le diapason D (fig. 8) le diapason D' se met également à vibrer sous l'action des ondes sonores et ces vibrations peuvent être rendues visibles par la projection de la petite boule suspendue par le fil P au support S.

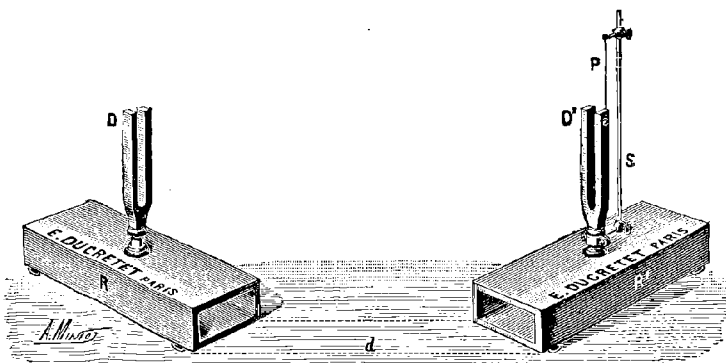


Fig. 8. — Expérience démontrant les phénomènes de résonance.

Par une série d'expériences très intéressantes Hertz démontra l'analogie qui existe entre les ondes électriques et les ondes lumineuses. Il se servit pour cela d'un appareil analogue à celui représenté par la figure 9; ce dernier est construit par M. Ducretet pour les expériences de cours.

Cet appareil est constitué par deux miroirs identiques cylindro-paraboliques T et R d'environ 44 centimètres de longueur sur 30 centimètres d'ouverture; ils sont supportés par deux pieds à hauteur variable. L'un des miroirs T reçoit sur sa ligne focale un petit oscillateur de Hertz à trois sphères E relié par les fils I, I' à une source d'électricité à haut potentiel : bobine d'induction donnant 4 ou 5 centimètres d'étincelle ou machine statique munie de ses condensateurs; la longueur des étincelles de décharge doit être réglée entre 2 et 4 millimètres. Sur la figure 9 un arrachement d'une partie du miroir T laisse voir cet oscillateur en E.

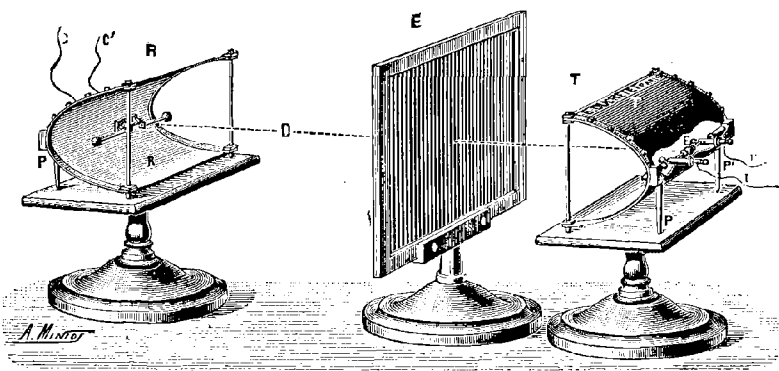


Fig. 9. — Appareil de M. Ducretet pour reproduire les expériences de Hertz.

L'autre miroir R reçoit sur sa ligne focale un résonateur de Hertz ou, pour obtenir une sensibilité beaucoup plus grande, un radioconducteur Branly que nous décrirons plus loin et qui se trouve relié par les fils C, C' à un circuit contenant une pile et une sonnerie. Disons toutefois de suite, pour permettre au lecteur de saisir les expériences qui vont suivre, que, lorsque les ondes électriques parviennent au radioconducteur, cet appareil devient conducteur, le courant de la pile passe et la sonnerie fonctionne, un léger choc ramène les choses à leur premier état et arrête la sonnerie.

Voici maintenant les différentes expériences que l'on peut réaliser avec cet appareil complété par trois écrans en bois dont deux sont entièrement recouverts d'une feuille d'étain et le troisième revêtu simplement de bandes d'étain collées parallèlement et formant un réseau.

Si l'on place les deux miroirs l'un en face de l'autre à une distance d'environ un mètre comme l'indique la figure 9, dès que l'étincelle jaillit entre les sphères de l'oscillateur, les ondes électriques agissent sur le radioconducteur et la sonnerie entre en fonction.

Si l'on intercale entre les deux miroirs une plaque de bois, de verre, d'ébonite ou d'un corps isolant quelconque, la sonnerie entrant encore en fonction démontre que les ondes électriques ne sont pas arrêtées par ces corps; si au contraire l'on met un des écrans revêtus d'une feuille métallique ou une plaque métallique quelconque, le non fonctionnement de la sonnerie démontre que les ondes sont arrêtées par les surfaces métalliques et prouve en même temps que ces ondes se propagent en ligne droite, puisqu'elles ne peuvent contourner l'obstacle qui leur est opposé. Si enfin on interpose l'écran de bois portant des bandes d'étain, la sonnerie fonctionnera si les bandes sont disposées verticalement et non lorsqu'elles seront horizontales et parallèles au plan focal des miroirs.

La réflexion des ondes électriques peut être mise en évidence en disposant les miroirs T, R comme l'indique la figure 10, de telle façon que leurs axes soient perpendiculaires et en plaçant

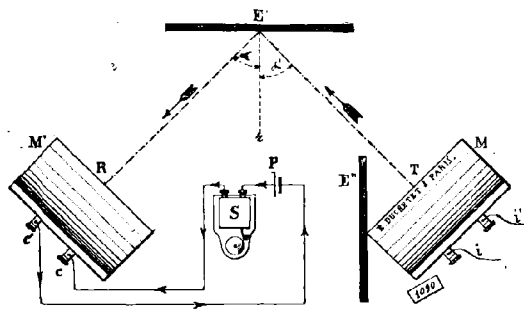


Fig. 10. — Expérience de Hertz démontrant la réflexion des ondes électriques.

en E' perpendiculairement à la bissectrice de l'angle de ces axes un écran métallique jouant le rôle de miroir plan; la sonnerie entre en action dès que jaillit la décharge démontrant ainsi la réflexion des ondes électriques puisque l'écran E'', disposé spécialement, empêche toute action directe. Si l'écran E' se trouve déplacé dans un sens quelconque la sonnerie ne fonctionne pas, les ondes n'étant plus réfléchies sur le radioconducteur. Si l'on place en E' l'écran portant les bandes d'étain les ondes sont réfléchies si les bandes sont horizontales, non si elles sont verticales, partiellement si elles sont faiblement inclinées sur l'horizontale.

Si enfin l'on place le miroir T verticalement en face du miroir R restant horizontal, la sonnerie ne sonne pas et cette expérience correspond aux expériences de polarisation obtenues en optique à l'aide de deux prismes de Nicol qui, placés parallèlement, donnent un champ lumineux qui s'éteint lorsqu'ils sont croisés à  $90^\circ$ ; lorsque l'on place une tourmaline convenablement orientée entre les deux nicols croisés, le champ s'illumine à nouveau; de même lorsque l'on dispose entre nos deux miroirs placés perpendiculairement l'un à l'autre l'écran portant les bandes métalliques la sonnerie sonne lorsque ces bandes sont disposées à  $45^\circ$ , si au contraire les bandes sont horizontales ou verticales, elle ne sonne pas.

On voit par là les analogies qui existent entre les ondes électriques et les ondes lumineuses; il est donc naturel que l'on puisse utiliser les premières comme les secondes à la transmission de signaux à travers l'espace. Pour résoudre ce problème il suffit de créer un oscillateur produisant des ondes électriques de grande puissance et surtout un résonateur de grande sensibilité pour pouvoir être impressionné par des ondes ayant traversé un grand espace et arrivant par suite très affaiblies à l'appareil récepteur.

C'était surtout le récepteur qui laissait à désirer dans les expériences de Hertz. On comprend



en effet facilement qu'il ne pouvait être bien sensible, et que, de plus, sa façon de déceler les ondes électriques était assez difficile à saisir; aussi, passé quelques mètres, il ne donnait plus aucun résultat. MM. Egoroff, Zehnder et Righi, modifièrent le résonateur de Hertz en faisant jaillir la décharge non plus à l'air libre, mais dans un petit tube de Geissler qui s'illuminait lorsque l'appareil était frappé par les ondes électriques; ainsi transformé le résonateur devenait plus sensible et les observations faites dans l'obscurité étaient plus faciles. Mais la sensibilité laissait encore beaucoup à désirer; nous allons voir comment l'on put créer un résonateur infiniment plus sensible et reposant sur un principe tout différent.

**Radioconducteur Branly.** — Nous devons consacrer une étude spéciale au radioconducteur qui constitue la base de l'appareil récepteur des télégraphes sans fil employant les ondes électriques en attendant que l'on découvre un récepteur encore plus sensible.

M. Branly observa, en 1891, que si l'on interpose dans un circuit métallique relié à une source d'électricité un tube isolant contenant de la limaille métallique, le courant éprouve une très grande résistance à traverser la limaille; si on fait alors agir sur cette limaille les ondes électriques produites par un oscillateur de Hertz, la limaille acquiert de suite une grande conductibilité et se trouve facilement traversée par le courant.

On peut démontrer cette intéressante propriété par l'expérience suivante: un conducteur métallique dans lequel sont intercalés (fig. 11) quelques éléments de piles et une sonnerie, possède à ses deux extrémités deux lames métalliques; lorsque ces deux lames sont en contact, le circuit se trouve fermé et la sonnette entre naturellement en action; si on dispose les deux lames sur une tablette à quelques millimètres l'une de l'autre et que l'on remplisse par de la fine limaille métallique l'espace qui les sépare, le circuit se trouve fermé, mais la résistance que la limaille oppose au passage du courant est assez grande pour que la sonnette ne puisse pas fonctionner; si alors on provoque à proximité une décharge oscillante dans un appareil de Hertz, la résistance de la limaille diminue immédiatement dans une mesure considérable et la sonnette entre en action. Si une fois la décharge oscillante terminée on secoue légèrement la tablette supportant la limaille, celle-ci reprend ses propriétés primitives, et de nouveau la sonnerie s'arrête.

Pour expliquer ce phénomène M. Popoff réalise l'expérience suivante: on intercale dans un circuit deux éléments de pile, une sonnerie et une petite chaînette métallique suspendue à une potence (fig. 12); en augmentant au fur et à mesure le nombre des chaînons de la chaîne intercalés dans le circuit, il arrive un moment où la résistance devient suffisante pour que la sonnette cesse de fonctionner; si à ce moment on tire sur la chaînette les contacts des différents chaînons deviennent immédiatement plus parfaits et la sonnette retentit à nouveau; si on cesse cette traction et que l'on secoue la chaîne, la résistance augmente et la sonnette s'arrête.

D'après MM. Lodge et Popoff la limaille agit d'une façon analogue et ses particules, qui sont d'ordinaire irrégulièrement disposées, viennent s'agglomérer sous l'influence des ondes électriques, elles cohèrent, suivant l'expression de M. Lodge, et leur ensemble

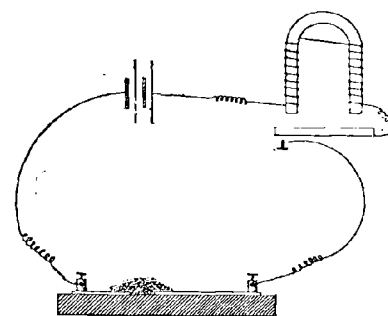


Fig. 11. — Action des ondes électriques sur les limailles métalliques.

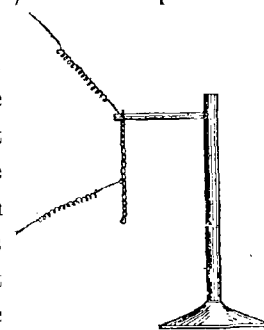


Fig. 12. — Expérience de la chaînette.

oppose alors une résistance beaucoup moindre au passage du courant; une légère secousse suffit ensuite pour décoherer la limaille lorsqu'elle ne se trouve plus sous l'influence des ondes électriques, elle revient à son état primitif et redevient, par suite, apte à être influencée de nouveau par les ondes électriques.

L'expérience de la chaînette nous permet encore de déterminer certains éléments particuliers du phénomène. En effet, la quantité de mailles intercalées dans le circuit pour arrêter la sonnette avec deux éléments de piles, sera insuffisante pour l'arrêter lorsque l'on emploiera un nombre plus grand d'éléments, donnant une force électromotrice plus considérable; et il faut, dans chaque cas, pour obtenir le maximum de sensibilité, déterminer le nombre de mailles nécessaires et correspondant à la force électromotrice du courant. Si d'autre part, le courant employé était d'une trop grande intensité, il serait nécessaire d'employer plusieurs chaînettes parallèles.

De même quand on emploie la limaille, la longueur et la section de sa couche doivent être exactement déterminées pour obtenir le maximum de sensibilité suivant l'intensité et la force électromotrice du courant utilisé. Le diamètre des grains et leur tassement jouent également un rôle important; pour une même limaille le diamètre des grains et leur tassement doivent diminuer quand la force électromotrice augmente.

M. Lodge, se basant sur l'explication du phénomène indiqué plus haut donna le nom de *cohéreur* à l'appareil inventé par M. Branly, mais ce dernier lui préfère toujours le nom de *radio-conducteur* qui indique la propriété de devenir conducteur sous l'effet des radiations électriques.

M. Branly se refuse d'ailleurs à admettre l'explication donnée par M. Lodge et rapportée plus haut sur le fonctionnement de son appareil; il croit qu'il ne se produit aucun mouvement mécanique dans la limaille sous l'action des ondes électriques; il se base pour cela sur les expériences qu'il a faites en agglomérant par fusion des poudres métalliques avec des isolants solides. Les propriétés de la limaille, dont les particules sont ainsi immobilisées, restent en effet les mêmes; les variations de résistance se présentent dans les mêmes conditions et la conductibilité disparaît de même sous l'action du choc et de la chaleur. M. Branly expérimenta ainsi des agglomérés de limaille et de résines, gomme laque, baume, collodion, gélatine, celluloid, etc.; il put, dans ses expériences, obtenir des mélanges qui, aussitôt qu'ils n'étaient plus soumis à l'influence des ondes électriques revenaient sans choc à leur résistance primitive.

Si d'ailleurs il se produit réellement sous l'action des ondes électriques un déplacement des particules de limaille qui s'orientent et deviennent adhérentes les unes aux autres pour constituer une série de petites chaînettes parallèles, si en somme, il se produit une action analogue à celle réalisée sur la limaille de fer par l'approche d'un aimant, on doit pouvoir constater ce mouvement à l'observation microscopique.

Pour nous en rendre compte, nous avons examiné au microscope sous différents grossissements, l'action des ondes électriques sur des limailles métalliques de diverses natures. Le dispositif que nous avons employé pour ces observations est représenté par la figure 13; en B se trouve la bobine d'induction dont les deux bornes  $b$ ,  $b'$  du circuit secondaire sont reliées aux deux branches  $o$ ,  $o'$  d'un oscillateur de Hertz destiné à produire les ondes électriques; des feuilles de clinquant  $f$ ,  $f'$  sont destinées à augmenter la capacité électrique de cet oscillateur. Le microscope M placé à une distance plus ou moins grande de l'oscillateur reçoit sur sa platine P un petit radioconducteur très simplement constitué par deux feuilles d'étain, collées sur une de ces petites lames de verre que l'on emploie pour les préparations microscopiques, et laissant entre elles un petit intervalle où l'on place la limaille à examiner; on voit sur la table de notre gravure en  $a$  une

série de ces petits appareils qui nous ont servi pour nos observations et qui diffèrent quelque peu par la forme des électrodes et par la distance qui les sépare. Pour obtenir des électrodes très rapprochées, le plus simple est de coller sur la lame de verre une feuille rectangulaire d'étain, de donner ensuite deux traits en X avec un couteau bien tranchant ou un rasoir, puis d'enlever les deux parties latérales ainsi séparées; les pointes des deux électrodes restant, se trouvent alors à une distance un peu supérieure à l'épaisseur de la lame tranchante dont on s'est servi; on peut ainsi obtenir un dispositif permettant de voir en même temps dans le champ du microscope les pointes des deux électrodes et toute la limaille active. Pour augmenter encore l'action des ondes sur la limaille, deux tiges de cuivre  $t, t'$  supportées par deux supports isolants  $s, s'$  reposent sur les deux électrodes; des feuilles de clinquant de grandeur appropriée peuvent même être suspendues à ces tiges pour harmoniser le résonateur ainsi constitué avec l'oscillateur et augmenter encore l'intensité des ondes agissant sur la limaille.

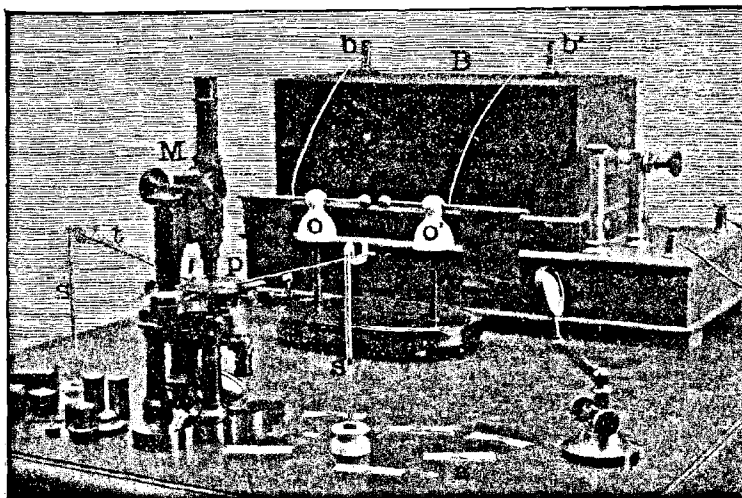


Fig. 13. — Dispositif de M. J.-L. Breton pour l'étude de l'action des ondes électriques sur les limailles métalliques.

La bobine employée donnait 30 centimètres d'étincelle; on voit que nous nous étions placé dans des conditions tout à fait exceptionnelles pour obtenir une action énergique. Malgré cela, nous n'avons pas pu constater, sous l'influence des ondes électriques, le moindre mouvement des particules de limaille qui apparaissaient, cependant, très nettement, grâce à un fort grossissement dans le champ du microscope et dont le plus petit déplacement aurait été visible. Au contraire, lorsqu'on employait de la limaille de fer, l'approche d'un aimant à quelques centimètres sous la platine du microscope déterminait un mouvement très sensible des particules de limaille qui se groupaient en dessinant les lignes de force.

Lorsqu'on ne dispose que quelques grains de limaille entre les électrodes, de telle sorte qu'il n'y ait pas contact entre tous et que de petits intervalles subsistent, on voit, aussitôt que l'oscillateur fonctionne, se produire une série de petites étincelles dans ces intervalles. Sous l'action de ces décharges les particules de limaille sont déplacées, tantôt elles arrivent en contact, tantôt, au contraire, elles sont rejetées loin l'une de l'autre; et dans les deux cas, soit qu'une chaînette continue s'établisse entre les électrodes donnant passage aux décharges, soit que l'espace entre les particules devienne trop considérable pour permettre la production de ces décharges, les étincelles prennent très rapidement fin. Un léger choc modifiant la disposition des particules rétablit pour quelques instants très courts la production d'étincelles.

Il n'y a, d'ailleurs, dans tout ceci rien de surprenant et qui ne pouvait être prévu, Hertz ayant déjà constaté que sous l'action des ondes électriques des étincelles pouvaient jaillir dans la petite interruption d'un conducteur placé à proximité de l'oscillateur; quant au déplacement irrégulier des particules de limaille qui, sous l'action des étincelles ainsi produites, se meuvent au hasard, se

rapprochant ou s'éloignant les unes des autres suivant la manière dont elles sont frappées par les décharges, il semble démontrer que les ondes électriques ne possèdent même pas une tendance à orienter d'une façon nettement déterminée ces particules. Par conséquent, nous croyons pouvoir avancer que les variations de conductibilité que l'on observe dans un radioconducteur sous l'influence des ondes électriques ne peuvent être attribuées à une action mécanique, à un déplacement, à un rangement spécial des particules de limailles.

Voici donc comme il nous semble que l'on puisse expliquer l'action physique qui régit ce phénomène.

A l'état ordinaire la limaille intercalée dans un circuit parcouru par un courant de faible force électromotrice présente une résistance trop considérable pour se laisser traverser par ce courant ; les ondes électriques qui agissent sur l'appareil développent, au contraire, dans le circuit, interrompu par l'intercalation du radioconducteur, une différence de potentiel assez considérable, dans certains cas, pour donner lieu à une étincelle dans le résonateur de Hertz, et qui peut, par suite, vaincre la résistance infiniment moindre opposée par la limaille ; (c'est justement pour cette raison que là où le résonateur de Hertz ne donne plus aucun résultat, le tube à limaille dont le circuit est bien moins résistant se laisse traverser par les courants induits par les ondes électriques) ; en traversant la limaille, les décharges ainsi produites, quoique d'intensité négligeable, détruisent en partie la résistance, ouvrent pour ainsi dire la porte au courant de la pile locale, entraînent si l'on veut (quoique cette comparaison soit en réalité peu exacte) ce courant comme dans l'injecteur Giffard le courant d'eau à haute pression jaillissant à travers les deux tubulures tronconiques entraîne une grande masse d'eau de pression nulle. Les ondes électriques procurent, en somme, la force électromotrice nécessaire pour vaincre la résistance primitivement opposée par la limaille.

On a vu plus haut que, pour certain mélange de limaille, Branly put obtenir des radioconducteurs revenant d'eux-mêmes sans choc, à leur résistance primitive dès que cesse l'action des ondes électriques ; dans la plupart, au contraire, il faut un choc pour interrompre le courant qui, sous l'action des ondes, se fraya un chemin à travers la limaille. Le fait suivant, connu de tous les électriciens, nous donnera facilement l'explication de ce phénomène ; on sait, en effet, que lorsque l'on rompt un circuit électrique traversé par un courant d'assez grande intensité et tension, un circuit d'éclairage par exemple, il se forme, dès la rupture, un petit arc entre les deux extrémités du circuit ainsi ouvert ; si ces extrémités restent à une très faible distance cet arc ainsi formé se maintient pendant un temps assez long et on peut le faire disparaître par un soufflage ou un choc ; or, il est évident que la force électromotrice du courant serait tout à fait insuffisante pour faire jaillir cet arc entre les deux pièces métalliques en présence, mais une fois créé, une fois la première résistance vaincue, il se maintient ; c'est même pour empêcher l'action funeste de ces arcs sur les pièces des interrupteurs que l'on utilise des interrupteurs à rupture brusque. Si au lieu de former cet arc par rupture du circuit on l'obtient par l'élévation de la force électromotrice du courant, le résultat sera le même ; c'est ainsi que, si dans un circuit interrompu par un intervalle assez grand pour empêcher la décharge de se produire on élève la différence de potentiel d'une façon suffisante pour vaincre la résistance de la couche d'air ou d'isolant interposé, un arc jaillit et se maintient même dès que le courant est revenu à sa tension primitive. Ce dernier cas est donc bien analogue au phénomène observé dans le radioconducteur et donne quelque poids à notre explication. Plusieurs expériences pourraient d'ailleurs être faites pour confirmer cette explication, mais nous n'avons malheureusement pas eu le temps matériel de les réaliser.

La dernière forme donnée par Branly à ses radioconducteurs est la suivante : il renferme la

limaille métallique dans une chambre étroite en ébonite, disposée verticalement; cette limaille se trouve comprise entre deux tiges métalliques, dont l'une peut être plus ou moins rapprochée ou écartée à l'aide d'une vis de pression. Pour amener l'appareil à son maximum de sensibilité, on comprime légèrement la limaille en tournant la vis jusqu'au moment où le miroir d'un galvanomètre très sensible, intercalé dans le circuit, se trouve légèrement dévié; l'appareil se trouve alors à son maximum de sensibilité et sous l'action d'ondes électriques sa conductibilité augmente dans une grande mesure, et la déviation du miroir du galvanomètre devient très accentuée; si en tournant la vis on dépassait la mesure et que la déviation primitive obtenue fût trop considérable, un léger choc suffirait, sans détourner la vis, à ramener au zéro le galvanomètre.

L'action des étincelles oscillantes sur ces radioconducteurs décroît naturellement quand la distance augmente; on peut toutefois l'observer avec la plus grande facilité à une cinquantaine de mètres et nous verrons tout à l'heure qu'elle est encore sensible à plusieurs kilomètres.

M. Branly a démontré que les courants traversant des radioconducteurs convenablement disposés pouvait être considérable; il atteignit, en effet, des intensités de 25 ampères. Il composa, par exemple, un circuit avec une batterie de 12 à 15 accumulateurs, un fil de platine iridié de un mètre et une couche de quelques millimètres de limaille d'aluminium contenue dans un tube de verre à larges électrodes métalliques. La limaille intercepte le courant et l'ouverture du circuit peut se faire sans la moindre étincelle; mais sous l'influence d'ondes électriques le courant passe immédiatement et le fil de platine rougit aussitôt. On peut, par le même procédé, provoquer l'allumage de lampes à incandescence, faire entrer en action un gros électro-aimant, mettre en route un moteur électrique, etc., et tout cela à distance sous la simple influence d'ondes électriques. On voit par là, qu'en dehors de la télégraphie, ces appareils sont susceptibles de nombreuses applications.

Pour produire de grands effets il n'est d'ailleurs pas nécessaire de faire traverser le radioconducteur employé par un courant intense et il suffit de faire agir le faible courant qui le parcourt sur un relais sensible qui ferme un second circuit, lequel peut recevoir un courant d'intensité illimitée.

Mis à l'intérieur d'une boîte métallique hermétiquement close, le radioconducteur n'est plus influencé par les ondes électriques; mais la plus petite fissure suffit à laisser passer les ondes électriques qui agissent sur la limaille. C'est ainsi que si l'on renferme dans une caisse métallique étanche un radioconducteur avec une pile et une sonnerie, celle-ci reste silencieuse à proximité d'un oscillateur en fonction; elle entre au contraire en action si une légère ouverture livre passage aux ondes électriques.

**Expériences de M. Popoff.** — Il est facile de concevoir que l'on puisse transmettre des signaux à travers l'espace à l'aide des ondes électriques produites par un oscillateur de Hertz et agissant sur un radioconducteur Branly.

L'oscillateur placé au poste transmetteur est actionné pendant des périodes courtes et longues de façon à produire les signaux de l'alphabet Morse; les ondes qu'il émet se propagent à travers l'espace, viennent agir sur le radioconducteur placé au poste récepteur et ferment un circuit local dont le courant peut actionner un appareil enregistreur quelconque.

MM. Lodge, Le Royer et Van Berchem firent une série d'expériences dans ce sens, mais c'est M. Popoff incontestablement qui arriva le premier à transmettre des signaux à des distances relativement grandes par ce procédé. Nous allons donc d'abord décrire ses appareils et indiquer les résultats qu'il obtint.

Il y avait une première difficulté à vaincre : une fois le circuit local du poste récepteur fermé par les ondes électriques agissant sur le radioconducteur, le courant continuait à passer et il fallait pour l'interrompre secouer légèrement le radioconducteur.

MM. Branly, Lodge et les autres, qui avaient expérimenté cet appareil, secouaient simplement à l'aide de la main le tube contenant la limaille; mais pour la télégraphie ce procédé primitif ne pouvait convenir et il était indispensable de trouver un moyen automatique d'ouvrir le circuit dès que les ondes électriques émises par le poste transmetteur cessaient d'agir sur la limaille. Le moyen employé par M. Popoff et que nous allons décrire est particulièrement simple.

Le radioconducteur proprement dit est formé par un tube en verre (fig. 14), recevant deux feuilles de platine collées sur sa paroi interne et contenant la limaille métallique. Ce tube est

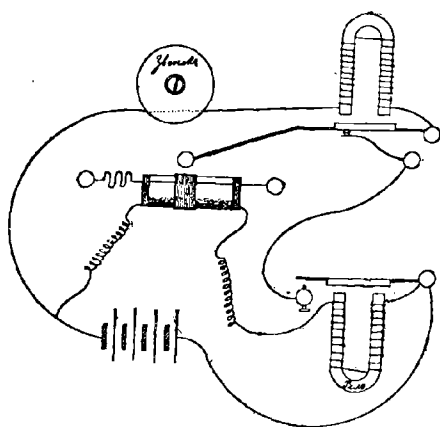


Fig. 14. — Schéma du récepteur de M. Popoff.

supporté par un ressort, de telle sorte qu'un coup très léger suffit pour décoherer la limaille et rompre le circuit. Le choc automatique nécessaire est obtenu par la disposition suivante : le courant d'une batterie locale de 2 à 6 volts, passe consécutivement par le tube et par l'enroulement d'un relais télégraphique; tant que la poudre métallique se trouve dans l'état ordinaire, le courant qui circule dans le circuit est excessivement faible et l'armature du relais n'est pas attirée; mais dès qu'une onde frappe la poudre, la résistance de tout le circuit diminue, l'armature du relais est attirée et ferme le circuit d'une sonnerie. Celle-ci entre en fonction et son marteau frappe, en même temps que le timbre, le tube contenant la limaille. Par suite, dès que les ondes électriques n'agissent plus, la limaille est ramenée

par un dernier choc à son état primitif, elle redevient très résistante, le courant cesse de passer et l'armature du relais est ramenée en arrière par un ressort antagoniste.

D'abord, cet appareil fut construit pour rechercher s'il existe, dans notre atmosphère, des oscillations électriques et dans ce cas, quelle est leur fréquence et quelles sont les causes dont elles dépendent. A cet effet, il est nécessaire de joindre à l'appareil que nous venons de décrire, un appareil enregistreur quelconque. On pourrait employer un appareil télégraphique Morse fonctionnant très lentement, ou plutôt comme le fait M. Popoff, un cylindre enregistreur faisant une rotation complète en 12 heures et analogue à ceux employés dans les appareils enregistreurs de Richard. Dès que les oscillations électriques agissent sur la limaille, l'appareil enregistreur marque un trait sur le ruban. Cet appareil a été installé par M. A. Popoff à l'Institut Forestal à Saint-Petersbourg, au mois de juillet 1895, il sert pour les observations météorologiques et fonctionne déjà depuis plus de 3 ans. Il fut utilisé ensuite pour reproduire les expériences de Hertz sur les ondes électriques, puis pour des essais de télégraphie sans fil.

Pour arriver à la transmission à grande distance, M. Popoff chercha à augmenter d'une part l'énergie de la source des ondes électriques et d'autre part, la sensibilité du récepteur. Si l'on emploie un vibreur de petite dimension, son énergie potentielle est petite et on ne peut l'augmenter sans faire perdre à la décharge son caractère oscillatoire. Il faut donc augmenter les dimensions de l'oscillateur de manière que, même avec une grande longueur d'étincelle, c'est-à-dire avec une différence considérable de potentiel, le caractère oscillatoire de la décharge subsiste. M. Popoff emploie un oscillateur analogue à celui construit par Hertz. Ce vibreur possède des

sphères de 30 centimètres reliées par une tige interrompue d'un peu moins d'un mètre. Les oscillations déterminées dans un tel appareil se prolongent assez longtemps; on peut produire avec lui une longue étincelle et obtenir une différence très considérable de potentiel au commencement de l'oscillation sans aucune crainte que la décharge perde son caractère oscillatoire.

Les premières expériences de Popoff furent faites dans la cour de l'Institut; la distance étant insuffisante on les continua dans le port à l'aide d'un bateau supportant l'appareil récepteur. Les premiers essais démontrèrent la possibilité de signaler les ondes très distinctement à la distance de 650 mètres; à une distance plus grande, on ne distinguait qu'une partie des décharges.

Dans ces premières expériences, Popoff employait dans le radioconducteur, de la poudre métallique très fine, mais après plusieurs essais il trouva qu'une plus grande sensibilité peut être obtenue, sans nuire à la constance de l'appareil, en employant une limaille d'acier très grossière. Cette dernière a permis de communiquer à des distances 3 à 5 fois plus grandes que la limaille fine ou la poudre. L'emploi de cette limaille a permis d'atteindre la distance de 700 mètres environ avec une petite bobine d'induction donnant 4 à 5 centimètres d'étincelle. En employant une bobine plus forte la distance atteint d'un seul coup plus d'un kilomètre. Si l'on muni le récepteur d'un conducteur vertical très long, ce qu'il est très facile de faire sur un bateau, la distance de transmission augmentera encore; en effet, en augmentant la longueur du fil récepteur on reçoit les ondes dispersées sur un plus grand espace. On peut également accroître la sensibilité du récepteur, en augmentant la sensibilité du relais intercalé dans le circuit avec le tube à limaille. En ayant appliqué ce moyen M. Popoff a atteint des distances de plus 1.500 mètres.

Il construisit alors un vibreur susceptible de donner une énergie originelle encore plus grande et permettant, par suite, d'atteindre des distances plus considérables.

Dans ce nouvel oscillateur les sphères sont remplacées par deux plateaux constitués par deux troncs de cônes accolés par la base comme l'indique la figure 15. La distance entre les disques était d'environ un mètre et leur diamètre d'un peu moins d'un mètre. Au point d'interruption de la tige sont fixés des disques de 10 centimètres environ de diamètre, entre lesquels jaillit l'étincelle.

Cette modification a donné à M. Popoff les résultats suivants: le vibreur fut placé sur la rive de la mer et le récepteur sur un bateau possédant un mât de 9 mètres de hauteur auquel était suspendu un fil isolé, relié à l'une des électrodes du radioconducteur l'autre électrode étant mise à la terre; en éloignant lentement le bateau de l'oscillateur on a pu déterminer la distance maximum de transmission, on la trouva supérieure à 3 kilomètres. En employant un mât d'une hauteur plus grande on atteint une distance plus considérable; c'est ainsi qu'avec un mât de 18 à 20 mètres on put transmettre des signaux à 5 kilomètres.

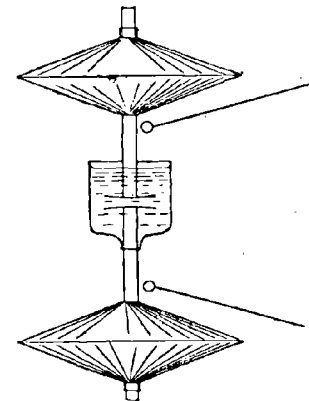


Fig.15.— Oscillateur de M. Popoff.

**Expériences de MM. Marconi et Preece.** — Les appareils employés par MM. Marconi et Preece ne diffèrent que par quelques modifications de détails de ceux de M. Popoff.

L'oscillateur qu'ils emploient est celui imaginé par M. Righi et constitué par deux sphères massives de laiton A et B (fig. 16) pénétrant dans une boîte cylindrique isolante et étanche remplie

d'huile de vaseline, de telle sorte que la moitié de ces sphères se trouve plongée dans l'huile tandis que l'autre moitié émerge au dehors. Le principal avantage de ce bain d'huile, dont l'idée est due

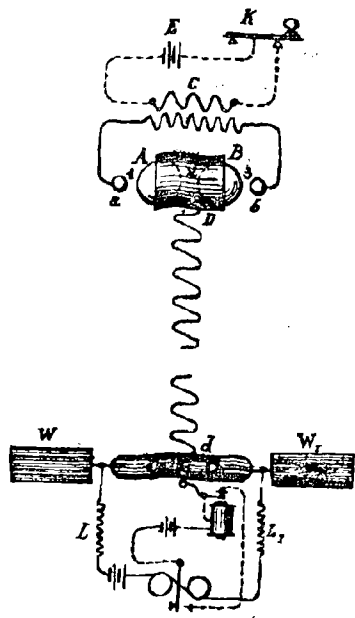


Fig. 16. — Schéma du dispositif de MM. Marconi et Preece.

à MM. Ed. Sarasin et L. de la Rive, est de donner des décharges bien régulières et d'empêcher le rapide dépolissage des surfaces en présence qui se produisait dans le radiateur de Hertz, sous l'influence des décharges. A côté des deux grandes sphères et éloignées de quelques millimètres, se trouvent deux petites sphères *a* et *b*, reliées au circuit secondaire d'une bobine d'induction C. Le dispositif de Hertz produisait des ondes de plusieurs mètres tandis que le dispositif ci-dessus décrit peut réduire la longueur d'onde à moins d'un mètre; dans ses expériences, M. Marconi emploie des ondes d'environ 120 centimètres de longueur.

Le circuit primaire de la bobine d'induction C est alimenté par la batterie E, dont le courant peut être interrompu à volonté par le manipulateur Morse K. Lorsque l'on appuie sur ce manipulateur la bobine entre en fonction et les étincelles jaillissent dans les intervalles 1, 2 et 3, laissés entre les quatre sphères de l'oscillateur; les décharges qui se produisent entre les grandes sphères A et B sont oscillantes et donnent naissance à des ondes électriques de très grande fréquence (fréquence évaluée à environ 250 millions par seconde) qui se propagent dans l'espace autour de l'appareil et particulièrement suivant la droite Dd.

La distance à laquelle ces ondes électriques peuvent encore être perçues avec les appareils dont on dispose actuellement, est naturellement variable suivant plusieurs causes, principalement l'énergie dépensée dans la décharge; avec une bobine donnant 15 centimètres d'étincelle ces ondes peuvent être recueillies à plus de 6 kilomètres; en employant une bobine plus forte permettant d'augmenter les diamètres des sphères de décharges la distance peut être considérablement accrue. Il est également à remarquer que l'emploi de sphères pleines donnent de meilleurs résultats que les sphères creuses.

Le récepteur utilisé par M. Marconi et constituant la partie principale de son système est composé d'un petit tube de verre d'environ 4 centimètres de longueur contenant deux électrodes cylindro-coniques d'argent dont les deux bases sont placées en face l'une de l'autre à un demi millimètre de distance; cet intervalle est rempli par une fine limaille métallique composée de 96 % de nickel, 4 % d'argent et une légère trace de mercure; avant de sceller le tube de verre à la lampe on y effectue un vide d'environ 4 millimètres de mercure.

Ce tube est intercalé dans un circuit recevant également un relais télégraphique très sensible, une batterie et deux bobines de self-induction L, L<sub>1</sub>, ayant pour but d'empêcher la propagation des ondes électriques en dehors du radioconducteur. Enfin deux volets W W' sont destinés à augmenter la sensibilité du récepteur en l'accordant électriquement avec le transmetteur.

A l'état ordinaire le radioconducteur, constitué comme il est dit plus haut, peut être considéré comme pratiquement isolant, les particules de limailles s'y trouvant en désordre et ne se touchant que très irrégulièrement; mais dès que des ondes électriques les atteignent elles s'orientent, se rangent régulièrement, entrent en contact, en un mot, suivant l'expression de



M. Lodge, elles cohérent (1) et le radioconducteur voit sa résistance décroître et tomber à quelques ohms ; sous l'action d'ondes intenses sa résistance peut ainsi tomber à 5 ohms. Le courant produit par la pile locale traverse alors la limaille et vient agir sur le relais ; celui-ci ferme un second circuit dans lequel se trouve intercalée une seconde batterie et une sonnerie dont le marteau vient frapper sur le tube de verre du radioconducteur qui remplace le timbre. Ces chocs produisent un son intermittent qui permet de percevoir les signaux de l'alphabet Morse, de plus ils décohérent la limaille, la ramènent à son état primitif, de telle sorte que dès que les ondes cessent d'agir, un dernier coup de marteau vient rompre le courant, le relais abandonne son armature et le tout s'arrête. Le courant actionnant le marteau peut également actionner un appareil récepteur Morse et, par suite, enregistrer automatiquement les signaux transmis.

Le fonctionnement de cet appareil est donc très facile à saisir ; pour transmettre des signaux il suffit d'agir sur le manipulateur Morse à la façon ordinaire ; aussi longtemps que l'on appuie sur ce manipulateur le poste transmetteur émet des ondes électriques qui viennent agir sur le cohéreur et provoque, comme nous venons de l'expliquer, le fonctionnement du relais et, par suite, du marteau et de l'enregistreur Morse, s'il y a lieu ; en appuyant plus ou moins longtemps sur la poignée du commutateur on transmet donc des signaux brefs ou longs, dont l'ensemble constitue l'alphabet Morse.

Des obstacles peu élevés ne s'opposent pas complètement à la transmission des signaux ; on peut d'ailleurs les surmonter en se servant de mâts, de ballons ou de cerfs-volants ; il est inutile de placer le récepteur sur ces mâts, ballons ou cerfs-volants, il suffit d'y placer une surface conductrice reliée par un fil à l'une des électrodes du cohéreur, l'autre électrode étant reliée à la terre ; dans ce cas, il est préférable de relier également un des pôles du transmetteur à la terre.

L'état de l'atmosphère semble n'avoir aucune influence sur la propagation des ondes électriques, ce qui constitue une précieuse qualité ; pluie, grêle, neige, brouillard, vent, n'interrompent pas les communications. Mais il ne doit naturellement pas en être de même des tempêtes qui doivent embrouiller les signaux. A l'aide de plusieurs appareils récepteurs on peut percevoir en divers points de l'espace les signaux transmis dans une série de directions par un seul poste transmetteur.

La plus grande distance de transmission que purent atteindre MM. Marconi et Preece fut d'abord de 14.400 mètres entre Penarth et Brean Down à travers le canal de Bristol. Mais, dernièrement, M. Marconi a installé une communication permanente entre l'île de Wight et Bournemouth ; la transmission des signaux se fait très régulièrement entre ces deux points, distants de 23 kilomètres, quel que soit l'état de l'atmosphère. Aux deux stations sont installés deux grands mâts portant un fil relié tantôt au récepteur, tantôt au transmetteur, suivant que c'est l'un ou l'autre de ces appareils qui fonctionne ; le mât élevé à Bournemouth a 35 mètres de hauteur ; aucun obstacle ne sépare les deux mâts et l'installation se trouve faite dans des conditions particulièrement avantageuses.

Dernièrement la distance des deux stations a été portée à 26 kilomètres, par le transfert du poste de Bournemouth de Madeira House Sout Cliff à l'hôtel Haven Poole. Dans cette installation les fils supportés par les mâts sont en cuivre de 7 dixièmes de millimètre, isolés par une double couche de caoutchouc et de coton. Les bobines d'induction employées donnent des étin-

(1) Nous avons vu plus haut que cette explication du phénomène donnée par M. Lodge et MM. Marconi et Preece n'est pas satisfaisante.

celles de 25 centimètres de longueur, elles sont alimentées par un courant de 6 à 9 ampères sous 14 volts. L'oscillateur de Righi à bain d'huile, primitivement employé par M. Marconi, est maintenant remplacé par un oscillateur plus simple dans lequel les décharges jaillissent à l'air libre entre deux sphères de 25 millimètres de diamètre, distantes d'environ un centimètre.

Citons encore quelques installations réalisées pendant ces derniers temps par M. Marconi. Au mois de mai 1898, il installa au nord de l'Irlande, à Bally-Castle et à Rathlin Island, deux nouveaux postes distants d'environ 11 kilomètres, dont 4 sur terre et le reste sur mer. A Rathlin, le fil vertical est supporté par le phare d'une hauteur de 80 mètres, à la station de Ballycastle il est suspendu à un mât de 21 mètres de hauteur ; toutefois, cette hauteur ayant été reconnue insuffisante fut portée ensuite à 30 mètres.

Au mois de juillet, à la demande du journal *Daily Express* de Dublin, qui voulait être immédiatement prévenu des résultats des régates de Kingstown, lesquelles avaient lieu en pleine mer, on relia provisoirement par un double poste de télégraphie sans fil Kingstown et le vapeur *Flying-Huntress* qui suivait les évolutions des yachts. Le mât de la station de Kingstown avait une hauteur de 33 mètres, le fil du poste du navire suspendu au mât principal avait 23 mètres de longueur. On put ainsi recevoir les dépêches transmises du navire à une distance de 36 kilomètres.

Une autre installation fut ensuite réalisée pour permettre à la reine d'Angleterre résidant à Osborne House, île de Wight, de communiquer avec le prince de Galles qui se trouvait à bord de son yacht amarré dans la baie de Cowes à 2.500 mètres de distance. Malgré la faible distance, ces deux points étant séparés par des collines ne pouvaient être facilement réunis par un système de télégraphie optique. Le mât placé à Osborne House avait 30 mètres de hauteur et le fil suspendu au mât du yacht une longueur de 25 mètres. Pendant 16 jours cette installation fonctionna avec la plus grande régularité et environ 150 dépêches dont plusieurs très longues furent échangées.

Au mois de décembre dernier, M. Marconi entreprit des expériences pour établir des communications entre deux navires ; il put les réaliser grâce au gouvernement anglais qui mit à sa disposition trois navires : le *Gull*, le *Soullh-Goodwin* et le *East-Goodwin*. Le fil suspendu au mât de ce dernier navire avait 24 mètres de haut ; le mat qui le soutenait était partiellement en fer sur une longueur de 18 mètres, le reste étant en bois, de nombreuses pièces métalliques et chaînes l'entouraient ; malgré cela des signaux très distincts purent être transmis malgré le mauvais temps à une distance de 17 kilomètres. Le poste récepteur-transmetteur de ce navire était placé dans une cabine d'arrière et relié au fil par un conducteur soigneusement isolé traversant la paroi de la cabine. La bobine employée était comme pour les expériences précédentes de 25 centimètres d'étincelle et alimentée par un courant de 6 à 8 ampères et 14 volts. En deux jours, plusieurs membres de l'équipage purent apprendre à transmettre et à recevoir les messages, ce qui démontre la simplicité des opérations.

Depuis longtemps M. Marconi cherchait à établir des communications par ondes électriques entre la France et l'Angleterre et il vient d'en obtenir l'autorisation du gouvernement français. Il avait d'abord sollicité l'autorisation d'installer une station à Cherbourg pour correspondre avec une autre station établie à l'île de Wight, mais le gouvernement français ayant répondu qu'il préférerait que l'on choisisse un autre point du littoral, les expériences seront faites entre Boulogne et Folkeston, distants de 46 kilomètres.

La flotte italienne expérimente depuis plus d'une année le système de M. Marconi mais les résultats obtenus ont été jusqu'ici gardés secrets. On sait seulement que plusieurs installations ont

été réalisées le long des côtes, dont deux à Spéria, et que la distance de transmission put atteindre 30 kilomètres.

Dans ces différentes expériences, M. Marconi put constater que la distance maximum de transmission était approximativement proportionnelle au carré de la longueur des conducteurs verticaux installés à chaque station, toutes les autres conditions restant bien entendu égales. Si, par exemple, un conducteur de 6 mètres est nécessaire pour télégraphier à 2 kilomètres, il faudra un conducteur de 12 mètres pour communiquer à 8 kilomètres, un de 24 mètres pour 32 kilomètres et ainsi de suite.

M. Ascoli est arrivé mathématiquement à la même loi en se servant de la formule de Neumann ; il la résume ainsi : l'action inductrice est proportionnelle au carré de la longueur de l'un des deux conducteurs de même dimension placés à chaque station, et inversement proportionnelle à la distance qui les sépare. Par conséquent, l'intensité des signaux transmis ne diminue pas si la longueur des conducteurs verticaux est augmentée en proportion de la racine carrée de la distance.

Cette loi a permis, par exemple, de déterminer que pour correspondre entre Folkeston et Boulogne, distants de 46 kilomètres, la longueur des conducteurs verticaux placés à chaque station devrait être de 34 mètres avec les appareils actuellement employés.

Disons pour terminer et pour montrer l'esprit pratique des Anglais, cet esprit pratique qui, malheureusement, nous fait tant défaut, que si M. Marconi a pu ainsi poursuivre ses essais c'est grâce à la formation d'une société anonyme, la Wireless Telegraph and Signal C<sup>o</sup> constituée au capital de 2.500.000 francs pour l'achat et l'exploitation de ses brevets.

**Appareils et expériences de M. Ducretet.** — En France, M. Ducretet a répété les

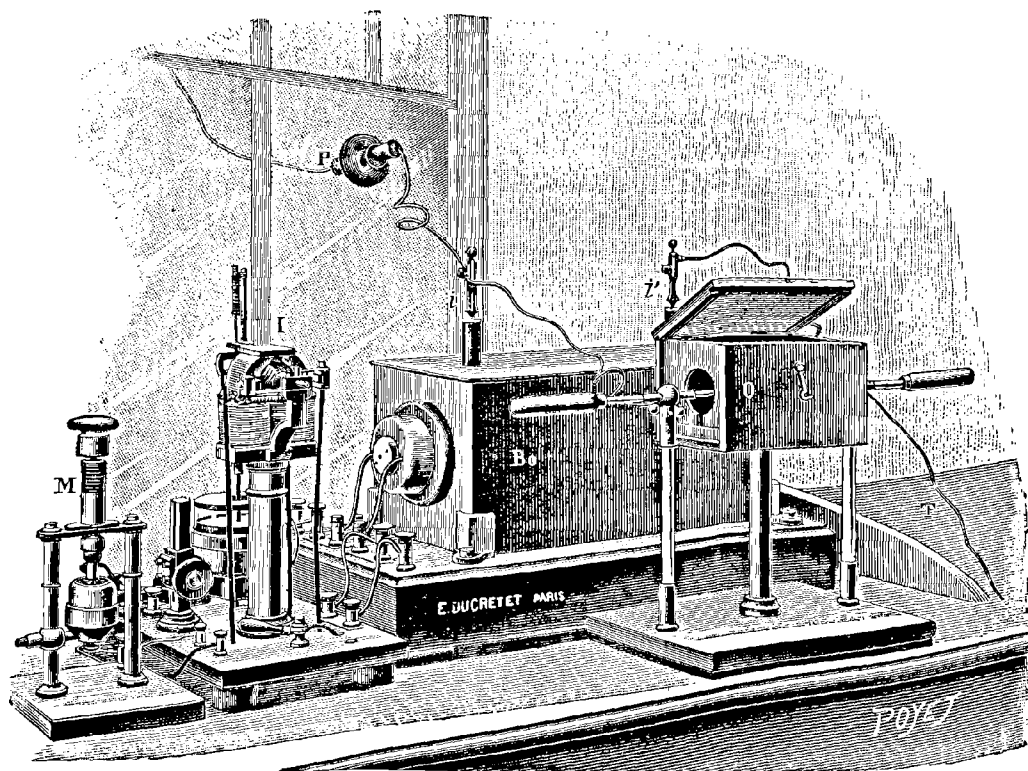


Fig. 17. — Poste transmetteur de télégraphie par ondes électriques de M. Ducretet.

intéressantes expériences dont nous venons de parler et a construit une série d'appareils perfec-

tionnés que nous allons décrire en détail. Nous avons d'ailleurs pu examiner personnellement ces appareils et nous rendre compte de leur parfait fonctionnement.

Le principal avantage qu'ils présentent réside dans leur fonctionnement entièrement automatique ; lorsqu'une dépêche est transmise par l'appareil transmetteur, le récepteur se met de lui-même

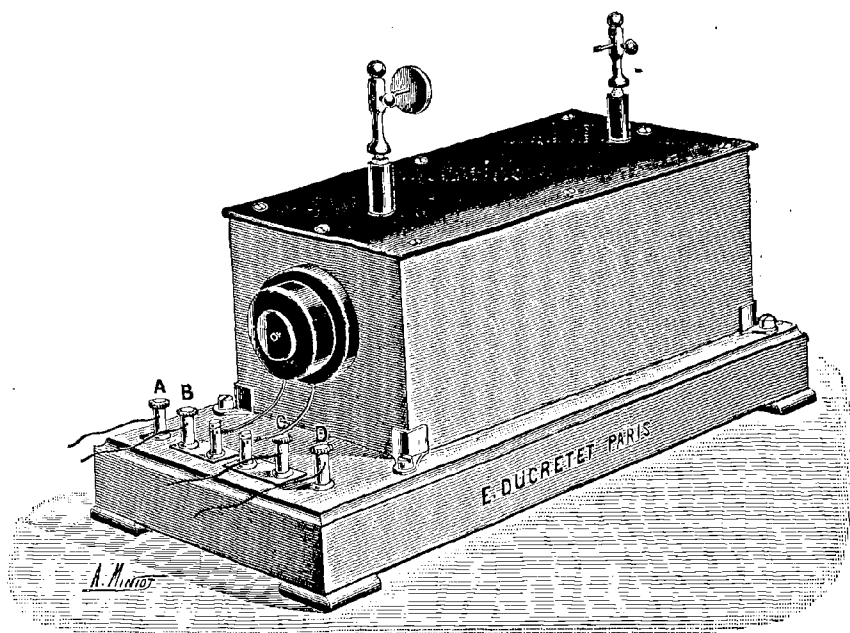


Fig. 18. — Bobine d'induction de M. Ducretet.

en mouvement sous l'action des ondes électriques qui viennent le frapper, les signaux s'enregistrent et lorsque la transmission est terminée tout rentre dans l'état primitif sans le secours d'aucun opérateur.

L'appareil transmetteur est représenté par la figure 17 ; il se compose d'une bobine d'induction  $B_0$  alimentée par une batterie d'accumulateurs et munie d'un interrupteur à moteur indépendant  $I$  ; les émissions de courant, longues et brèves, formant les signaux sont produites par le manipulateur spécial  $M$  ; les deux bornes  $i, i'$  du circuit secondaire sont reliées aux deux branches de l'oscillateur  $O$  ; l'une de ces branches est mise à la terre par le fil  $T$  et l'autre reliée, comme nous l'avons vu dans plusieurs des expériences précédemment décrites, à un long fil radiateur supporté par un mât ; on voit en  $P$  sur notre gravure l'extrémité inférieure de ce fil.

La bobine représentée à part par la figure 18 est d'un modèle éminemment solide et transportable ; les deux circuits sont entièrement renfermés dans une boîte remplie d'un mélange isolant spécial, qui les met à l'abri de tout choc et leur procure un isolement parfait ; les étincelles produites par cette bobine sont chaudes et nourries. Le condensateur enfermé dans le socle de l'appareil peut être utilisé ou non, suivant que les fils amenant le courant primaire aboutissent aux bornes  $A D$  ou  $B C$ .

L'interrupteur indépendant (fig. 19) est constitué par un petit moteur  $M$  actionnant par un excentrique  $Ez$  une tige  $t$  équilibrée par le ressort  $R$  et terminée par une tige mobile de platine  $T$  ; cette dernière plonge dans un godet spécial  $Hg$  contenant du mercure, surmonté d'une couche de pétrole ou d'alcool ; ce godet peut être plus ou moins élevé à l'aide d'une crémaillère, de manière à régler la hauteur du mercure par rapport à la tige plongeante qui, par suite du mouvement de va-et-vient qui lui est communiqué par le moteur, ouvre et ferme successivement le circuit en pénétrant et en abandonnant la couche de mercure. En  $IN$  se trouve un inverseur destiné à changer le sens du courant dans la bobine.

Le manipulateur employé par M. Ducretet et représenté par la figure 20 a été construit spécialement pour la télégraphie sans fil ; le manipulateur Morse ordinaire ne donne pas, en effet,

de bons résultats par suite des étincelles de rupture qui sont ici autrement importantes que dans les appareils ordinaires de télégraphie ; il était donc utile de créer un interrupteur à contact de mercure et rupture du circuit dans un liquide isolant alcool ou pétrole ; cet appareil est très simplement constitué par une tige T en platine pouvant recevoir un mouvement de va-et-vient à l'aide de la poignée M, dont la tige coulisse dans un manchon supporté par deux colonnettes C C' ; un ressort intérieur ramène toujours la tige en haut de sa course lorsque l'on cesse d'appuyer sur la poignée M. Un godet L contient le mercure qui établit le contact et est surmonté d'une couche de liquide isolant ; le niveau de ce mercure peut être réglé en déplaçant le godet qui est mobile et peut être fixé à l'endroit voulu par la vis P. Cet appareil fonctionne absolument comme le manipulateur Morse ordinaire ; en pressant plus ou moins longtemps sur la poignée M on obtient les émissions de courants brèves ou longues nécessaires aux signaux.

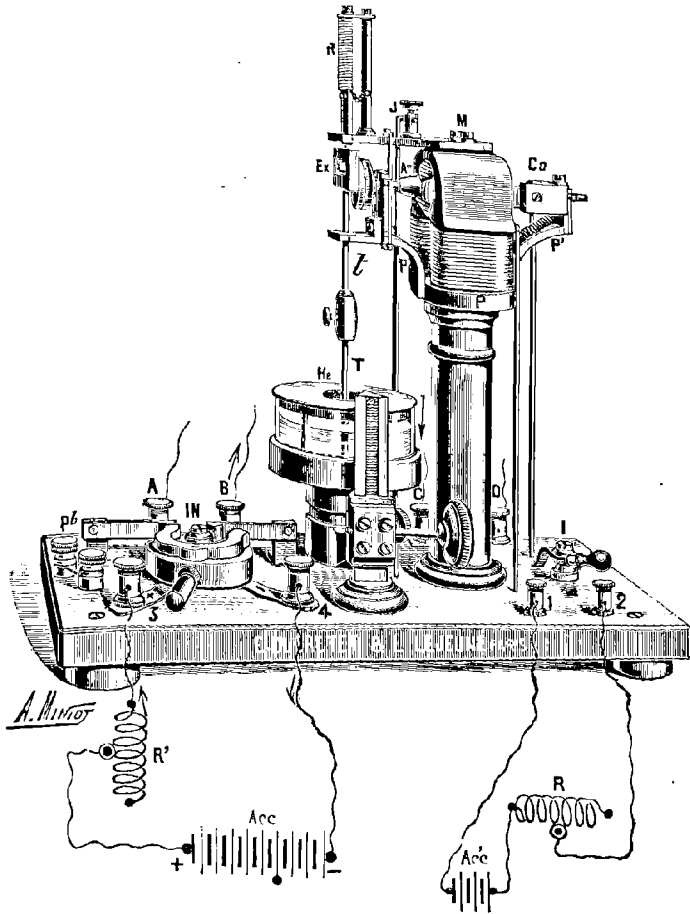


Fig. 19. — Interrupteur de M. Ducretet.

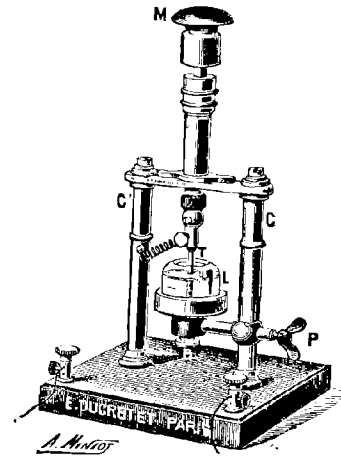


Fig. 20.  
Manipulateur de M. Ducretet.

L'oscillateur représenté en *o* dans la figure 17 est construit d'après les données de MM. Lodge et Bose ; il est à trois sphères : une sphère centrale d'assez grand diamètre supportée par la colonne du milieu et deux petites sphères placées de chaque côté et dont l'écartement peut être réglé à volonté ; les parties des sphères où jaillissent les décharges sont rendues inoxydables par un léger dépôt de platine ; les trois sphères sont renfermées dans une boîte en bois dur avec couvercle mobile ; des chicaneaux intérieurs masquent les étincelles ; cet ensemble ne touchant en aucun point aux tiges des sphères ne nuit pas aux décharges des fortes bobines d'induction ; ce modèle fonctionne sans liquide isolant.

M. Ducretet construit également un autre modèle d'oscillateur à liquide isolant représenté par la figure 21 ; cet appareil est analogue à celui de M. Righi. Les deux sphères principales A, B qui

peuvent être plus ou moins écartées sont placées dans une cuve étanche C contenant l'huile de

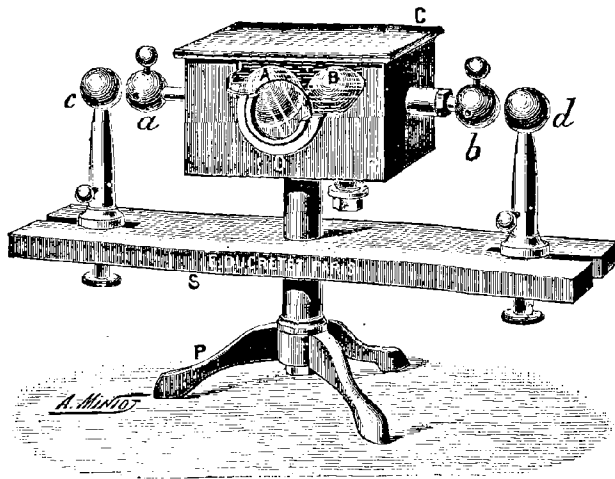


Fig. 21. — Oscillateur de M. Ducretet.

vaseline qui peut être retirée facilement par l'ouverture à bouchon fileté R ; une ouverture O, munie d'une glace, permet d'observer l'étincelle. Les deux sphères A et B peuvent être reliées à la bobine d'induction, directement par les bornes a, b, ou indirectement par les bornes c, d pouvant être plus ou moins éloignées des premières en couissant dans les rainures de la plaquette isolante S.

L'appareil récepteur construit par M. Ducretet est représenté par la figure 22 ; il est essentiellement portable. En Br se trouve le radioconducteur d'un modèle particulier ; il est constitué par un petit tube d'ivoire contenant la limaille insérée entre deux conducteurs métalliques dont la pression peut être réglée par une vis ; ce réglage est de la plus haute importance pour obtenir le maximum de sensibilité ; les limailles qui donnent les meilleurs résultats sont celles de fer, d'acier, de nickel, de ferro-nickel et de tous les alliages de nickel.

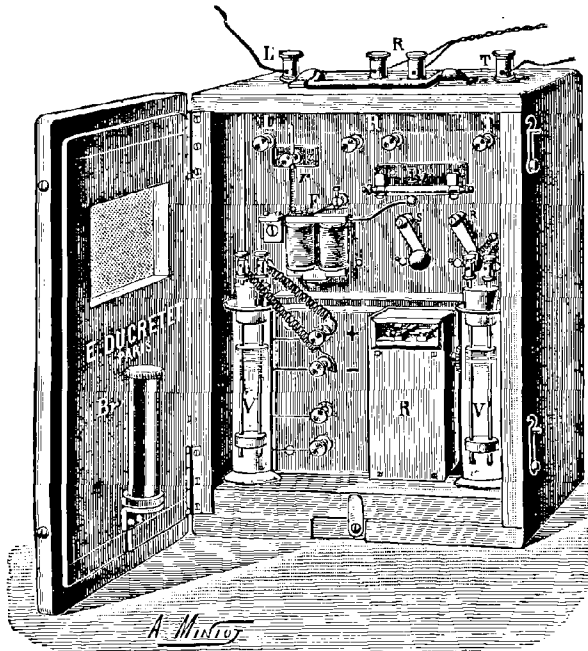


Fig. 22. — Appareil récepteur de M. Ducretet.

Le radioconducteur est simplement maintenu en place par deux petites pinces qui permettent de l'enlever avec la plus grande facilité et le mettent en communication, d'une part avec le circuit intérieur contenant le relais et, d'autre part, par les bornes T et L, avec la terre et avec le fil collec-

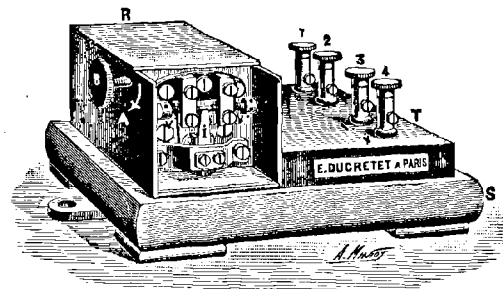


Fig. 23. — Relais de M. Ducretet.

tinées à éviter les effets des étincelles d'extra courant de rupture, qui non seulement altèrent les contacts du relais, mais peuvent encore agir sur le radioconducteur et troubler la réception des signaux. Les piles sèches nécessaires au fonctionnement du relais et du frappeur sont contenues à l'intérieur de la boîte derrière les appareils visibles sur la gravure ; en S R se trouvent des interrupteurs qui permettent de mettre ces piles hors circuit ; M. Ducretet emploie un élément pour le circuit du radioconducteur et du relais et trois éléments pour le frappeur.

Lorsqu'il y a un poste complet formé par un transmetteur et un récepteur, il est utile d'empêcher les ondes électriques produites par le premier appareil pour la transmission des dépêches d'agir sur le second qui ne doit enregistrer que les télégrammes envoyés par le poste correspondant ; dans ce but le récepteur peut être placé sur un support avec écrans protecteurs métalliques à larges rebords reliés à la terre. On peut également renfermer entièrement le récepteur dans une boîte métallique que l'on ouvre lorsqu'il s'agit de recevoir un télégramme et que l'on ferme au contraire lorsque l'on transmet une dépêche. Mais le plus simple est encore d'enlever le radioconducteur de sa monture où il se place simplement à frottement doux et de le placer dans un étui métallique B r' disposé spécialement à cet effet.

Cet appareil portatif que nous venons de décrire peut servir tel quel, en faisant la lecture des signaux au son produit par les chocs du marteau du frappeur sur le tube à limaille. Mais l'on peut le rendre facilement enregistreur en le reliant par les deux bornes supérieures R à un appareil récepteur Morse quelconque ou mieux à l'appareil Morse portatif et automatique que M. Ducretet construit spécialement pour cet usage et que représente notre figure 24.

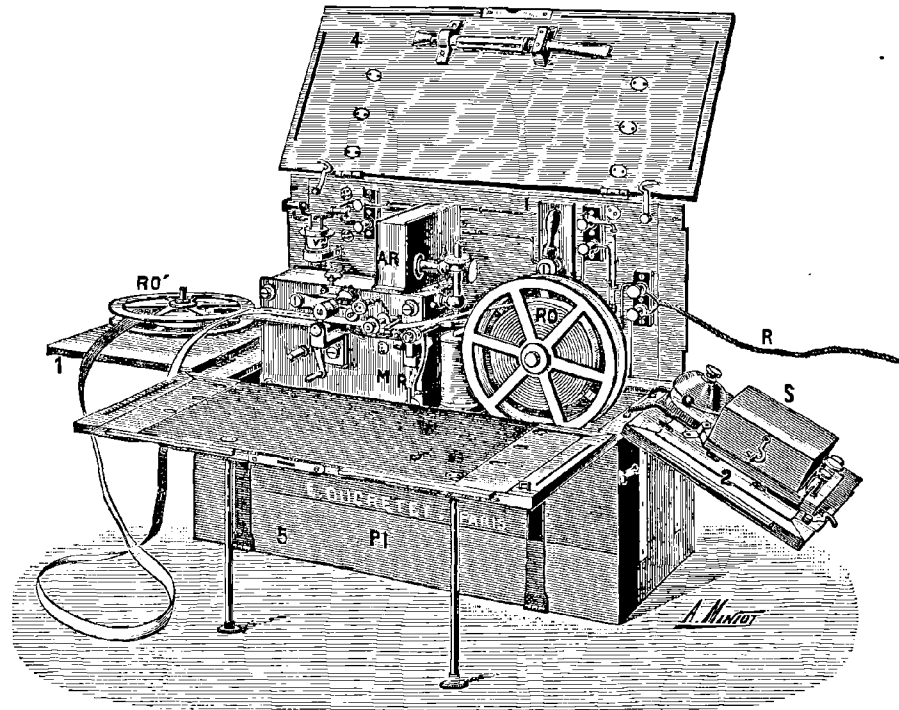


Fig. 24. — Appareil récepteur Morse de M. Ducretet spécialement disposé pour la télégraphie par ondes électriques.

Cet appareil enregistreur, très ingénieusement combiné, est entièrement automatique ; il permet la suppression du télégraphiste pour la réception des signaux. Ce dispositif a une importance particulière car, par suite de la grande sensibilité du radioconducteur, toutes les ondes électriques d'origine atmosphérique agissent sur l'appareil récepteur ; il faudrait donc surtout à certain jour orageux un employé en permanence pour mettre l'appareil en mouvement à chaque appel et souvent inutilement ; l'appareil automatique, au contraire, se mettant en marche et s'arrêtant de lui-même enregistre toutes les ondes électriques provenant soit de télégrammes transmis, soit de

décharges atmosphériques ; en jetant de temps à autre un regard sur les signes incrits il est facile de déterminer ces deux genres d'action et de recueillir les dépêches reçues.

Dès qu'une onde électrique arrive au radioconducteur le mouvement d'horlogerie du Morse se met en marche de lui-même, inscrit les signaux et s'arrête aussitôt que les ondes cessent d'agir sur la limaille. Un espace blanc est toutefois laissé entre chaque dépêche ou réception d'ondes électriques atmosphériques, afin d'éviter toute confusion. Ce résultat est obtenu de la façon suivante.

Aussitôt que le radioconducteur devient conducteur, sous l'influence d'ondes électriques, le courant de la pile locale qui le traverse actionne le relais R (fig. 22) et celui-ci ferme le circuit d'un second courant local ; ce courant, en même temps qu'il actionne le frappeur F, circule dans l'électro-aimant de l'appareil enregistreur Morse M où il est amené par les bornes R (fig. 22 et 24) ; cet électro-aimant attire la palette de fer doux qui forme son armature et qui commande le levier d'impression ainsi que le levier d'un second relais R'. Ce relais supplémentaire met en circuit une troisième pile locale placée dans le soubassement P I du poste portatif ; le courant de cette pile agit sur l'électro-aimant du déclancheur A R qui met en mouvement le mouvement d'horlogerie, lequel provoque le déroulement du ruban de papier qui reçoit l'inscription des signaux. Ce ruban de papier, primitivement enroulé sur la roue spéciale R O, peut, après l'impression, être emmagasiné sur la roue R O'.

Dès que les ondes électriques cessent d'agir sur le radioconducteur, un dernier coup du frappeur F ramène la limaille à sa résistance primitive, les deux relais R et R' cessent d'agir, le déclancheur A r arrête le mouvement d'horlogerie et tous les organes de l'appareil, revenus à leur état initial, sont tout prêts pour repasser par la même suite d'opérations à la prochaine réception d'ondes électriques.

La sonnette d'appel S à un coup, mise en fonction par le relais R' et qui peut d'ailleurs être placée à une distance quelconque du récepteur, permet d'annoncer l'arrivée et l'enregistrement des dépêches. Les effets des étincelles d'extra courant de rupture du relais R' sont évités comme pour le relais R par l'addition d'une résistance liquide V.

Si l'on veut assurer, par exemple dans un fort ou à bord d'un navire, le secret des dépêches reçues, il suffit de renfermer l'appareil récepteur dans un cabinet fermé où la personne intéressée pourra seule venir relever les télégrammes enregistrés automatiquement sur le ruban de papier.

L'appareil récepteur que nous venons de décrire est très bien agencé au point de vue portatif ; tel quel il pourrait déjà rendre des services précieux pour la télégraphie militaire ; il suffirait de compléter l'installation portative par des mâts à tirage recevant les fils radiateur et collecteur ; on pourrait également organiser des voitures postes extrêmement pratiques, permettant de relier immédiatement un poste à un autre sans qu'il soit besoin d'établir aucune ligne ; ces voitures permettraient même de mettre en communication constante pendant leur marche deux corps d'armée distants de quelques kilomètres.

Pour les stations fixes, M. Ducretet dispose les différents appareils du poste récepteur sur une table à console comme l'indique la figure 25 ; sur cette gravure, les différentes lettres indiquant ces appareils correspondent à celles des appareils semblables du poste portatif représenté par les figures 22 et 24 ; il est donc facile, en se reportant à la description qui vient d'être faite, de comprendre la disposition de ces postes fixes absolument identiques d'ailleurs, sauf le rangement des appareils, aux postes portatifs.

Dans certains cas, M. Ducretet supprime le mouvement d'horlogerie du Morse et le remplace



par un moteur électrique alimenté par une petite batterie d'accumulateurs; ce moteur se met en marche dès que des ondes électriques agissent sur la limaille du radioconducteur et s'arrête aussitôt que cesse l'action de ces ondes.

Pour effectuer ses expériences, M. Ducretet disposa au-dessus de son laboratoire un mât d'une vingtaine de mètres de hauteur, représenté par la figure 26; ce mât reçoit le fil relié tantôt à l'oscillateur, tantôt au radioconducteur et par suite, tour à tour, radiateur ou collecteur, suivant que l'on transmet ou reçoit une dépêche. La transmission fut parfaite entre ce mât et le sommet du Panthéon même lorsque le fil collecteur était placé sur la face opposée de ce monument, ce qui obligeait pourtant les ondes électriques à traverser ou à contourner ce massif important de pierre.

M. Ducretet fit également des expériences entre la tour Eiffel et le Panthéon à une distance d'environ 4 kilomètres; les signaux transmis par l'appareil transmetteur de la tour Eiffel furent reçus avec

une parfaite netteté par l'appareil receveur du Panthéon; mais, par suite de la masse métallique de la tour, les signaux transmis du Panthéon ne purent être perçus par l'appareil receveur placé à la tour, ce qui d'ailleurs était à prévoir. La transmission des signaux s'est faite dans ces essais avec une rapidité d'environ le tiers de celle du Morse ordinaire. La bobine employée dans ces expériences ne donnait que 25 centimètres d'étincelle.

Notons que la longueur des fils radiateur et collecteur doit être accordée pour obtenir le maximum de sensibilité; M. Ducretet obtient ce résultat à l'aide d'une bobine de self-induction bien isolée.

Il a également employé à cet effet le résonateur du docteur Oudin que nous décrivons plus loin à propos des courants de haute fréquence. On pourrait certainement, dans ce dernier cas, remplacer l'oscillateur de Hertz par un appareil producteur de courant à haute

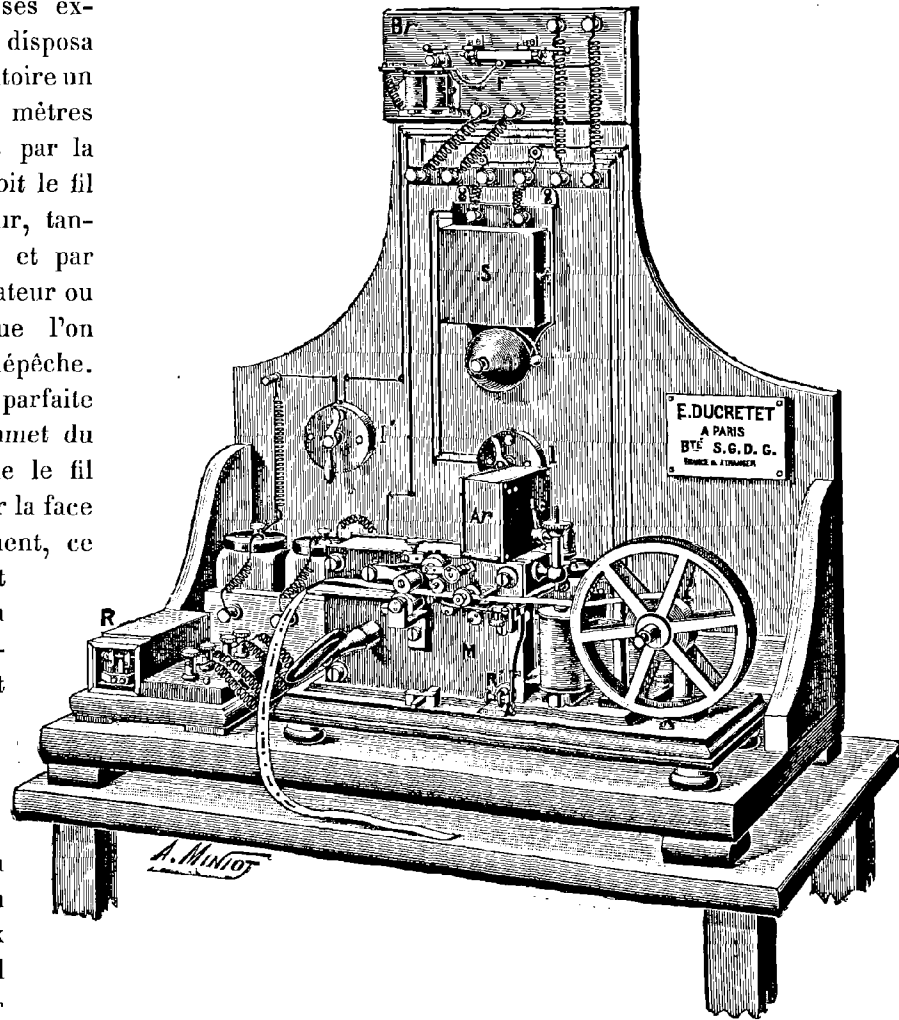


Fig. 25. — Poste récepteur fixe de M. Ducretet.

fréquence; nous croyons même que cette disposition donnerait d'excellents résultats (1).

Comme l'avait déjà démontré M. Popoff, les fils radiateur et collecteur ne doivent pas forcément être placés verticalement; ils peuvent être disposés horizontalement à une certaine distance du sol; ils doivent être toutefois bien isolés et parallèles entre eux; la disposition horizontale est

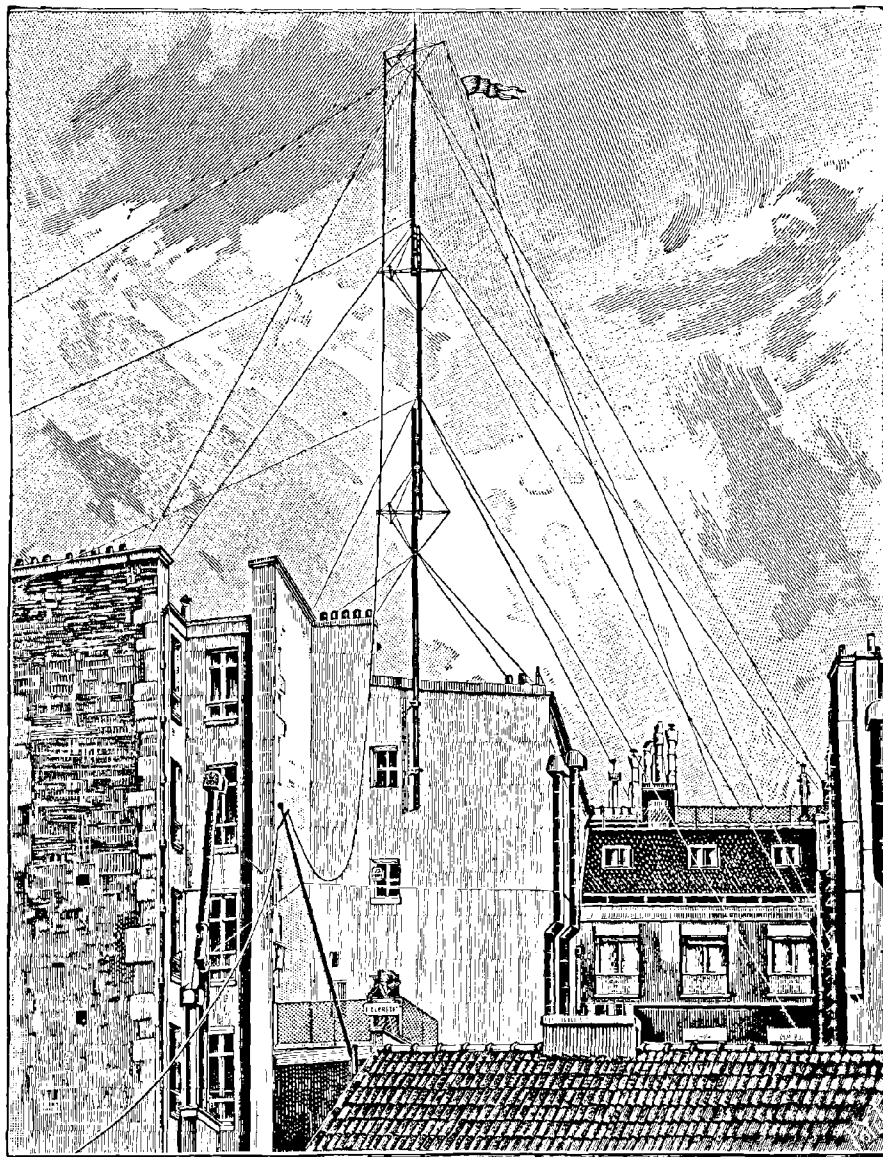


Fig. 26. — Mât supportant le fil radiateur-collecteur.

avantageuse en ce sens que les décharges atmosphériques ont, dans ce cas, moins d'influence sur les récepteurs. Dans les postes doubles comportant un transmetteur et un récepteur, il est utile de disposer un commutateur qui, par un simple déplacement d'une manette, relie le fil à l'oscillateur ou

(1) Nous tenons à faire remarquer que dans ce cas les transmissions par ondes électriques tendent à se confondre avec les transmissions par ondes électro-magnétiques. Cette classification que nous avons empruntée à Preece n'est donc pas tout à fait satisfaisante.

au radioconducteur suivant que l'on doit envoyer ou recevoir un télégramme. Il est évident que plus la distance à franchir est considérable, plus grande doit être la longueur du fil collecto-radiateur.

Comme nous l'avons vu plus haut, les ondes électriques atmosphériques agissent sur le radioconducteur et peuvent, par suite, être enregistrées par les appareils récepteurs que nous venons de décrire. C'est ainsi que dans un orage, le 11 juin 1898, un de ces enregistreurs Ducretet a inscrit entre 2 h.,30 et 3 h.,40 de l'après-midi, 311 décharges atmosphériques. M. Ducretet a néanmoins pu constater que ces décharges supplémentaires quoique embrouillant quelque peu les signaux transmis, ne les rendaient pas absolument indéchiffrables.

Par suite de cette intéressante propriété, cet enregistreur automatique a sa place tout indiquée dans les observatoires météorologiques. Pour les observations continues il convient, toutefois, de remplacer l'appareil enregistreur Morse par un enregistreur à marche lente avec inscriptions horaires donnant l'heure exacte où se produit et s'enregistre la décharge atmosphérique.

Le chronographe qu'emploie M. Ducretet pour cet usage comporte un cylindre faisant un tour complet en 24 heures et recevant la feuille de papier quadrillée spéciale ; une plume à encre montée sur une barre de fer doux qui se meut le long d'une vis sans fin commandée par le même mouvement d'horlogerie, trace une ligne continue en spirale le long du cylindre ; la plume parcourt ainsi en huit jours la hauteur du cylindre. Un électro-aimant actionne la plume et lui fait marquer un petit trait perpendiculaire au tracé lorsqu'un courant le traverse. Les deux bornes de cet enregistreur sont reliées par un conducteur double de longueur quelconque aux bornes R du récepteur portatif de la figure 22 ; il peut être substitué au récepteur Morse automatique ou ajouté au poste complet ; dans ce dernier cas, les deux appareils fonctionnent concurremment. Si les décharges électriques atmosphériques ne sont pas trop rapprochées, chacune d'elles est nettement marquée par un trait qui donne l'indication du jour et de l'heure où elle s'est produite. En temps d'orage, par suite de la grande fréquence des décharges, les traits se superposent et il serait indispensable, pour obtenir des inscriptions nettes, d'employer un cylindre tournant beaucoup plus rapidement.

Disons en terminant que M. Ducretet continue ses expériences et qu'il a l'intention de faire prochainement des essais de transmission à de grandes distances ; nous ne doutons pas que, grâce aux appareils délicats et précis qu'il construit, ces essais ne soient couronnés d'un plein succès.

M. le lieutenant de vaisseau Tissot réalise également des essais pour le compte du Ministère de la marine avec les appareils de M. Ducretet.

---

## CHAPITRE SIXIÈME

**APPLICATIONS DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL PAR ONDES ÉLECTRIQUES.** — On voit d'après les brillantes expériences dont nous venons de parler que la télégraphie sans fil par les ondes électriques est dès maintenant entrée dans le domaine de la pratique.

Ses applications seront d'ici peu multiples, pour transmettre des signaux entre les navires, entre les navires et la côte, entre la côte et des îles. Elle pourrait, dès maintenant, rendre presque impossible ces épouvantables catastrophes résultant de la rencontre de deux navires et qui viennent si fréquemment jeter la consternation dans le monde entier. En effet, si tous les navires étaient munis

d'un oscillateur et d'un radioconducteur, il suffirait de mettre en action continue par les nuits noires et surtout les temps de brouillard, l'oscillateur de chaque navire, pour que dès que, deux navires s'approcheraient à une distance même très grande l'un de l'autre ils soient avertis simultanément de leur présence et pour qu'ils puissent communiquer entre eux et se donner réciproquement la direction qu'ils suivent, ce qui rendrait impossible toute collision. Il y aurait évidemment là une légère difficulté à résoudre pour empêcher le radioconducteur de chaque navire d'être influencé par les ondes électriques émises par l'oscillateur du même navire; mais il semble facile d'arriver à ce résultat en plaçant, par exemple, ces deux appareils l'un au-dessus de l'autre et en les séparant par un écran métallique interceptant les ondes électriques; le radioconducteur ne pourrait ainsi subir l'action de l'oscillateur fonctionnant à ses côtés tout en pouvant être influencé par des ondes électriques émises d'un autre point quelconque de l'espace entourant le navire; dans ce cas, les fils radiateurs et collecteurs seraient supprimés, mais la portée des appareils serait encore bien suffisante pour éviter tout danger de collision; d'ailleurs, même en utilisant ces fils, on pourrait à l'aide d'écrans métalliques convenablement disposés arriver au même résultat tout en permettant les communications à longue distance. Une autre difficulté réside dans la coque et les mâts métalliques des navires actuels dont la masse importante trouble la réception des signaux.

De même, les phares, dont les feux sont souvent invisibles par les temps de brouillard pourraient être munis d'un oscillateur marchant automatiquement de manière à répéter sans cesse toutes les indications nécessaires, nom du phare, place exacte, passages dangereux, etc.; ces indications seraient recueillies par les récepteurs des navires passant à proximité. On voit par là, les services inappréciables que dès maintenant la télégraphie par ondes électriques peut rendre à la navigation, aussi ne doutons-nous pas qu'elle y aura prise, d'ici très peu de temps, une place particulièrement importante.

Nous croyons intéressant de reproduire à ce sujet, d'après le *Journal officiel*, la demande que nous avons adressée à M. le Ministre de la marine dans la séance de la Chambre du 21 mars dernier à propos de la discussion générale du budget de la marine, ainsi que la réponse très satisfaisante que nous a faite le Ministre :

**M. le Président.** La parole est à M. Jules-Louis Breton sur le chapitre.

**M. Jules-Louis Breton.** Je désirerais simplement attirer l'attention de M. le Ministre de la Marine sur un point particulier qui a une certaine importance et lui demander de prendre une initiative qui serait féconde en résultats.

Vous savez combien fréquemment les catastrophes épouvantables résultant de la collision de deux navires viennent jeter la consternation dans le monde entier; nous avons tous présent à la mémoire l'effroyable naufrage de la *Bourgogne* qui mit en deuil tant de familles. Il serait donc bon de prendre dès maintenant toutes les précautions possibles pour éviter le retour de semblables sinistres; il faudrait employer des moyens réellement efficaces pour permettre aux navires d'indiquer leur présence par les temps de brouillard et prévenir ainsi ces pénibles événements.

Les signaux acoustiques employés jusqu'ici, et produits à l'aide de sirènes à vapeur, ont malheureusement démontré par de tristes expériences leur inefficacité. Mais une toute récente découverte, la télégraphie sans fil par ondes électriques, semble donner à ce problème une solution complète.

Je n'ai évidemment pas à entrer ici dans les détails techniques de cette intéressante découverte, ni à exposer les résultats pratiques très satisfaisants déjà réalisés.

Prochainement, des expériences doivent avoir lieu entre la France et l'Angleterre à travers le Pas-de-Calais, et il est à prévoir qu'elles donneront des résultats parfaits.

En tout cas, il est, dès maintenant, établi qu'à l'aide d'un appareil transmetteur approprié, placé, par exemple, sur un navire, on peut lancer dans l'espace des ondes électriques qui se propagent dans tous les sens, à travers les brouillards les plus intenses et peuvent, à plusieurs kilomètres de distance, aller impressionner un appareil récepteur spécial placé sur un autre navire. De telle sorte que deux navires, munis de ces appareils, ne peuvent pas s'approcher à quelques kilomètres de distance l'un de l'autre sans être immédiatement et simultanément avertis de leur présence; ils peuvent de plus entrer en communication télégra-

phique l'un avec l'autre et se donner réciproquement toutes les indications nécessaires pour rendre matériellement impossible toute collision.

On voit donc l'importance de cette découverte. Son application universelle à la marine rendrait impossible les terribles catastrophes dont je parlais tout à l'heure.

Je sais bien qu'au point de vue pratique il reste encore de très importants perfectionnements à apporter à cette question. C'est justement pourquoi je demande à M. le ministre de la marine de vouloir bien prescrire immédiatement des expériences dans ce sens; car il est évident que la plupart des savants et des inventeurs qui voudraient les tenter ne disposent pas des moyens suffisants. Au contraire, il est non moins certain que l'administration de la marine pourrait réaliser ces essais presque sans frais.

Les Anglais agissent déjà dans ce sens, et je crois qu'en la circonstance nous ne pouvons mieux faire que de les imiter et de lutter d'ardeur avec eux dans cette lutte idéale et pacifique pour le progrès de la science. (*Applaudissements à l'extrême gauche*).

Mais dans une question comme celle-ci, pour que des mesures et des précautions contre les collisions soient bien réellement efficaces, il est indispensable qu'elles soient prises par tous les navires et résultent par conséquent d'une entente internationale.

C'est pourquoi je demande également à M. le ministre de la marine de convoquer une conférence internationale dont le but serait d'étudier les règlements et les moyens d'application des signaux par ondes électriques aux navires de tous les pays. (*Applaudissements*).

Cette conférence pourrait également étudier avec profit l'utilisation de ces mêmes signaux par ondes électriques aux phares.

Vous savez en effet qu'actuellement, par des temps de brouillard intense, le feu des phares n'est pas visible à une certaine distance. Il serait donc bon de les munir d'appareils transmetteurs, marchant automatiquement de façon à répéter constamment tous les signaux et toutes les indications nécessaires aux navires naviguant dans leur parage: nom et place exacte du phare, parages dangereux, etc.; les ondes électriques transmettant ces renseignements seraient perçues par les appareils récepteurs dont seraient munis les navires et pourraient éviter bien des sinistres.

Il est également évident que cette dernière application n'est pas encore entièrement mûre, mais il y a déjà un début excellent et on pourrait, par des expériences suivies, arriver très rapidement à une solution non seulement satisfaisante mais complète.

Je crois qu'il y a là une série de questions suffisamment importantes pour attirer toute l'attention du ministre de la marine et je suis convaincu qu'il voudra bien, en la circonstance, prendre, comme il l'a déjà fait à plusieurs reprises, notamment pour les navires sous-marins, une initiative qui serait particulièrement bonne et utile. (*Applaudissements à l'extrême gauche*).

**M. le Président.** La parole est à M. le ministre.

**M. le Ministre de la Marine.** Dans le discours très intéressant qu'il vient de prononcer, l'honorable préopinant a appelé l'attention de la Chambre sur une question très importante et très grave qui préoccupe depuis longtemps le ministère de la marine.

Il a parlé des accidents, des collisions en mer; il a rappelé le sinistre terrible de la *Bourgogne*, où tant de passagers et de matelots ont péri.

Je dois dire tout d'abord qu'il existe au ministère de la marine une commission qui fonctionne sous la présidence de l'amiral Richard et qui a pour mission de s'occuper des moyens d'éviter, dans la mesure du possible, les rencontres en mer et les collisions.

Il a parlé ensuite des expériences de télégraphie sans fil. Il propose de placer sur les navires des appareils qui permettraient de se servir de la télégraphie sans fil en mer, de façon à éviter les collisions.

Des expériences sont faites depuis longtemps au département de la marine, nous nous en occupons activement. Ces expériences ont lieu à Brest, elles ont eu lieu aussi à Toulon, nous avons pu correspondre avec des îles; les sémaphores ont pu correspondre entre eux; les sémaphores ont pu correspondre avec les navires. Nous en sommes là: mais jusqu'à présent des difficultés se sont rencontrées pour faire correspondre un navire avec un autre navire. Mais nous pensons que le problème sera bientôt résolu, et résolu d'une façon satisfaisante.

M. Breton peut être assuré que, dès que la solution sera obtenue, et j'espère, encore une fois, qu'elle est prochaine, le Gouvernement se hâtera de provoquer la conférence internationale dont il parlait tout à l'heure, et, si c'est possible, de donner aux navigateurs le moyen d'éviter ces collisions qui ont causé tant de désastres et de naufrages. (*Très bien! Très bien!*)

La télégraphie militaire trouvera également dans la télégraphie sans fil une grande ressource pour transmettre, par tous les temps et sans qu'il soit nécessaire d'établir des fils de lignes, des télégrammes entre différents corps d'armée, avec des forts, des villes assiégées, etc.; nous avons vu plus haut que, même en marche, des corps d'armée pourraient rester en communication constante.

Prochainement, des expériences de télégraphie par ondes électriques vont être tentées,

comme nous l'avons dit plus haut, entre la France et l'Angleterre et on peut, dès maintenant, prévoir leur succès ; on voit que pour les distances à franchir les résultats acquis sont excellents. Mais il y a un autre côté de la question qui est infiniment moins avancé et qui cependant a une importance capitale ; sa solution seule permettra l'extension de la télégraphie par ondes électriques.

Actuellement, en effet, les ondes électriques, lancées dans l'espace par un appareil transmetteur quelconque, peuvent être recueillies par un récepteur à limaille également quelconque, de telle sorte que, d'une part, le secret des correspondances ne peut être assuré et, que d'autre part, si plusieurs postes fonctionnent ensemble dans un rayon donné, leurs signaux s'entremêlent et s'embrouillent réciproquement. On conçoit l'importance considérable de ce fait ; dans bien des cas, en effet, et principalement pour la télégraphie militaire, le secret des correspondances est indispensable ; quant à l'action réciproque des différents postes agissant les uns sur les autres, elle rendrait matériellement impossible l'emploi de plus d'un appareil dans son rayon d'action.

On peut déjà diminuer ce grave inconvénient en n'envoyant les ondes que dans une seule direction et en interceptant celles émises dans les autres directions à l'aide d'écrans métalliques ; mais si cette méthode est facile dans le cas de transmission directe par l'oscillateur, elle devient particulièrement difficile, quand on emploie un long fil radiateur disposé le long d'un mât. D'ailleurs, ce système ne peut simplement qu'atténuer, sans le supprimer, l'inconvénient signalé plus haut, puisque tous les récepteurs qui se trouveront dans l'angle d'émission des ondes seront tous influencés par ces ondes.

Il est donc indispensable de trouver un système permettant de ne faire agir certaine catégorie d'ondes émises par un transmetteur spécial que sur un récepteur approprié.

M. Marconi et, avant lui, M. Hertz ont remarqué que, en donnant une surface plus ou moins considérable aux capacités électriques reliées au récepteur, on rendait ce dernier plus ou moins sensible pour les ondes émanant d'un transmetteur donné ; on peut ainsi accorder électriquement les deux appareils pour obtenir un maximum de sensibilité. Peut-être la solution du problème est-elle dans cette voie ? C'est, en tout cas, ce problème que doivent principalement chercher à résoudre les inventeurs, car tant que l'on ne pourra rendre indépendant les uns des autres les différents postes, le développement de la télégraphie sans fil sera extrêmement limité.

Ce n'est certainement pas une question insoluble, le tout est de trouver le moyen d'accorder électriquement les deux appareils correspondants pour que le récepteur puisse être influencé par des ondes d'une longueur déterminée et uniquement par celles-là.

Lorsque la télégraphie sans fil par ondes électriques sera ainsi perfectionnée, combien seront grands les résultats pratiques que l'on pourra tirer d'une semblable invention. Tandis que maintenant il faut établir une ligne coûteuse, et dont l'installation demande une longue période de temps, pour réunir télégraphiquement deux points, il suffira bientôt d'y simplement disposer deux appareils appropriés. Les navires pourront rester en communication constante entre eux et avec la terre ; impossible désormais de supprimer toute communication entre une ville assiégée et le pays environnant, comme il fut fait pour Paris en 1870 ; en voyage, une personne ayant emporté l'appareil nécessaire, pourra à tout moment télégraphier à ses amis ou parents qu'elle se trouve en chemin de fer, en bateau, voire même en ballon ?

Dans quelques années les explorateurs s'enfonçant dans des terres inconnues, comme Andrée s'envolant vers le pôle Nord, pourront peut-être rester en communication constante avec le monde civilisé et lui donner sans cesse des renseignements intéressants sur les péripéties de leur périlleux voyage ; il y a là le germe d'un nouveau système de reportage qui, n'en doutons

pas, aura un grand succès chez nos descendants ; les journaux de cette époque future paieront alors bien cher pour avoir leur appareil récepteur accordé à l'unisson électrique du transmetteur de nos futurs explorateurs !

Tout cela n'est, bien entendu, pas encore possible, ce ne sont que des rêves d'avenir ; mais qui oserait dès maintenant affirmer que ce ne sera jamais ? Qui sait même si l'on ne trouvera pas moyen de remplacer les transmissions télégraphiques sans fil par des transmissions téléphoniques du même genre, permettant la conversation entre deux personnes situées à des points très distants, et simplement munies d'appareils accordés électriquement ; on n'en est pas encore là avec les appareils actuels, on en est même très loin, mais aucune impossibilité absolue ne s'y oppose. On peut alors prévoir, dans un avenir plus ou moins lointain, un temps où les transmissions téléphoniques seront absolument généralisées et où chacun, possédant un appareil particulier, pourra se mettre en rapport avec n'importe quelle autre personne ; il n'y aura plus même besoin de s'adresser à un bureau central pour obtenir une communication et il suffira d'harmoniser, d'accorder électriquement son appareil avec celui de la personne avec laquelle on désirera se relier, pour être entendu par elle et elle seule ; un damier aux combinaisons innombrables permettra d'établir cette harmonie d'appareils, en se reportant aux indications d'un répertoire approprié !

La fameuse fumisterie des escargots sympathiques d'Allix sera alors, et de beaucoup réellement dépassée ; ce qui prouve que les choses qui peuvent paraître les plus fantastiques, sont parfois réalisables, et cela par la simple matière sous ses formes et ses effets multiples, sans l'intervention d'esprits surnaturels ou de divinités quelconques.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE





# DEUXIÈME PARTIE

---

## LA COMMANDE ÉLECTRIQUE DES MACHINES

---

### CHAPITRE PREMIER

**TRANSPORT ET TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE FORCE.** — En conséquence du développement formidable, de l'extension énorme pris dans ces dernières années par l'industrie électrique, développement et extension résultant d'une connaissance plus approfondie, d'une étude plus complète de cette forme de l'énergie que l'on connaît sous le nom d'électricité, les applications se sont multipliées à mesure que les usines de production allaient en augmentant de nombre et en s'améliorant de plus en plus. Parmi l'une de ces applications les plus fécondes, il nous faut signaler au premier rang la commande électrique des machines de tous genres, qui constitue la solution la plus heureuse du problème, souvent fort compliqué, de la transmission des forces mécaniques.

Le transport et la transmission électrique d'énergie mécanique, quoique d'application industrielle plus récente, n'ont pas moins d'importance pratique que l'éclairage électrique.

L'électricité permet en effet de résoudre, avec le maximum d'économie et le meilleur rendement, ce problème si fréquent dans l'industrie : transporter une certaine quantité d'énergie mécanique à une distance plus ou moins grande de l'endroit où elle est produite. C'est ce que l'on appelle plus spécialement le *transport de force*.

Elle permet de même de résoudre cet autre problème qui se rencontre encore plus fréquemment : Distribuer l'énergie mécanique produite par un moteur central à un certain nombre d'appareils, machines et outils quelconques, placés dans un faible rayon. C'est ce que l'on désigne généralement par *transmission de force*.

Comme application du transport de force, on peut citer par exemple le cas d'une chute d'eau développant économiquement une certaine quantité d'énergie mécanique que l'on ne peut, pour une cause ou une autre, utiliser sur les lieux même de sa production et qu'il est par suite nécessaire de transporter à une distance plus ou moins grande. Ce problème, absolument insoluble pour de grandes distances, avant l'application du transport électrique de force, est maintenant d'une extrême simplicité et l'on peut citer comme l'une de ses plus grandioses solutions, la domestication des chutes du Niagara qui, grâce à l'électricité, pourra fournir aux hommes une somme de travail considérable.

Le transport électrique de force a de même son emploi tout indiqué, quand diverses parties d'une usine se trouvent trop éloignées pour pouvoir être commodément reliées par des transmissions mécaniques. Avant l'on se trouvait forcé, dans ce cas, d'établir dans chacune de ces parties, de nouveaux moteurs exigeant une active surveillance et un nombreux personnel, et donnant un

rendement total bien moindre que celui obtenu par un unique moteur central totalisant leur puissance ; maintenant, les frais d'exploitation peuvent être considérablement réduits et, dans bien des cas, diminués de plus de moitié, en établissant une puissante unité centrale qui actionne, dans chacune des parties de l'usine, des moteurs électriques ne demandant aucune surveillance.

Quant à la transmission électrique, elle permet la suppression totale dans les usines et les ateliers des arbres, poulies, courroies et engrenages, qui transforment en bruit et en frottements une énorme quantité d'énergie qu'ils absorbent constamment, quel que soit le nombre d'outils en marche, et qui de plus sont la cause principale de tous les accidents que l'on a si souvent à déplorer et qu'il serait bien plus sage et bien plus humain de prévoir.

Aussi déjà, dans beaucoup d'usines, la transmission électrique a supplanté totalement et avantageusement l'ancienne transmission mécanique. Chaque outil possède son petit moteur électrique, complètement indépendant des autres, relié par des fils invisibles à la dynamo génératrice et qui dépense l'énergie proportionnellement à la puissance qui lui est demandée et n'en dépense pas du tout quand l'outil qu'il actionne ne fonctionne pas. Une transmission électrique est indispensable quand un appareil est situé dans un endroit qu'on ne peut pas, ou très difficilement atteindre, par une transmission mécanique.

En un mot, le transport et la transmission électrique de force permettent de résoudre, le plus élégamment possible et souvent le plus économiquement, tous les problèmes consistant à transmettre une quantité d'énergie mécanique quelconque (aussi faible ou aussi puissante soit-elle) à une distance quelconque et au travers de n'importe quels obstacles infranchissables par les autres procédés.

Avec les nouveaux moteurs électriques à grand rendement et surtout avec les courants polyphasés à haute tension et les moteurs à champ tournant, le transport et la transmission électrique de force sont devenus réellement pratiques et sont entrés en lutte avec leur incontestable supériorité contre tous les anciens procédés.

Nous réserverons pour plus tard l'étude du transport de force à grande distance et nous ne nous occuperons dans cette partie de notre ouvrage que de la transmission électrique de force et la commande électrique directe des différentes machines.

**COMMANDE ÉLECTRIQUE DES MACHINES.** — Lors de la grande manifestation industrielle qui se prépare pour l'année prochaine, l'électricité démontrera d'une façon grandiose l'apogée à laquelle elle est parvenue en moins de vingt ans, et il est certain que nous pouvons nous attendre à des merveilles de toute espèce. Des usines immenses pour la production

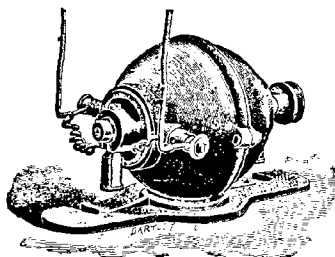


Fig. 27. — Electromoteur Lundell de 4 kilogrammètres

du courant nécessaire pour donner la vie et le mouvement à cette vaste foire cosmopolite, des stations centrales organisées suivant les indications de la théorie la plus précise et de la pratique la plus avisée, sont dès à présent prévues et calculées pour assurer et la lumière et la puissance motrice aux milliers d'exposants réunis. Deux usines, l'une affectée spécialement au service de la section française, l'autre à la section étrangère, pourront développer chacune 12.000 chevaux. C'est-à-dire que l'éclairage et les moteurs disséminés un peu partout dans l'Exposition pourront absorber au moins 16.000 kilowatts, car on peut penser que ces deux stations n'alimenteront pas exclusivement tout le vaste périmètre allant des palais des Champs-Élysées à l'avenue de Suffren.

Le fait caractéristique de cette installation sans précédent, celui qui frappera à coup sûr le plus vivement l'imagination des innombrables visiteurs de ces galeries du travail, ce sera l'absence complète des transmissions auxquelles l'œil est depuis longtemps habitué. Jusqu'à présent, en effet, on ne pouvait se figurer une manufacture, un atelier quelconques, sans une multitude d'arbres de transmission et de courroies.

Le fracas des métiers mécaniques, le bruit saccadé des machines-outils venait s'ajouter au ronflement des arbres de couche tournant dans leurs paliers et aux sifflements stridents de la vapeur échappée des chaudières. Le regard des visiteurs s'effarait à suivre le serpentement vertigineux des multiples courroies qui transmettaient l'énergie engendrée par la machine à vapeur aux innombrables poulies communiquant le mouvement aux organes en travail. Or, rien de pareil ne se produira plus à l'Exposition universelle de 1900, et les appareils que l'on fera fonctionner sous les yeux des passants tourneront sous l'action d'une force invisible. Il n'y aura plus un seul arbre de couche, plus de cet amoncellement prodigieux de roues, de poulies, fixes ou folles, de manchons, supportés par des chaises et des paliers suspendus au plafond. Non! tous les outils, tous les organes mécaniques seront actionnés par des moteurs électriques lesquels recevront l'énergie sous forme d'électricité circulant sur un simple fil presque invisible.

Et que l'on ne croie pas qu'ici nous exagérons le moins du monde en annonçant ainsi à l'avance l'une des merveilles que nous réserve cette superbe fête du monde entier qui se prépare. Déjà ces transmissions par l'électricité ont été réalisées, et l'on ne fera qu'appliquer en grand un procédé de transmission qui a démontré pratiquement sa supériorité et constitue bien certainement celui qui présente le plus grand avenir, car on ne peut lui reconnaître que des avantages.

Il n'est pas question ici, comme nous l'avons dit plus haut, de la question du transport à grande distance de l'énergie sous la forme commode de courant électrique; il ne s'agit que du mode de liaison entre le producteur d'énergie mécanique et l'outil. Il arrive fréquemment, surtout dans les industries exigeant un vaste emplacement, que la transmission du mouvement est fort difficile lorsqu'on n'a qu'une machine à vapeur à sa disposition. Il faut des longueurs d'arbres démesurées, des câbles télédynamiques, à l'extrémité desquels on ne recueille qu'une infime parcelle de la puissance développée par la machine. Le moteur électrique fournit la solution la plus heureuse à tous points de vue, car il peut se loger partout et même s'adapter directement à l'outil qu'il s'agit d'actionner. L'énergie qui l'anime lui parvient par un simple fil qui peut être fixé

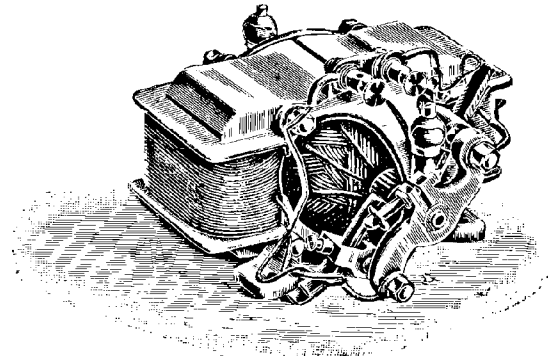


Fig. 28. — Moteur Cannevel de 10 kilogrammètres.

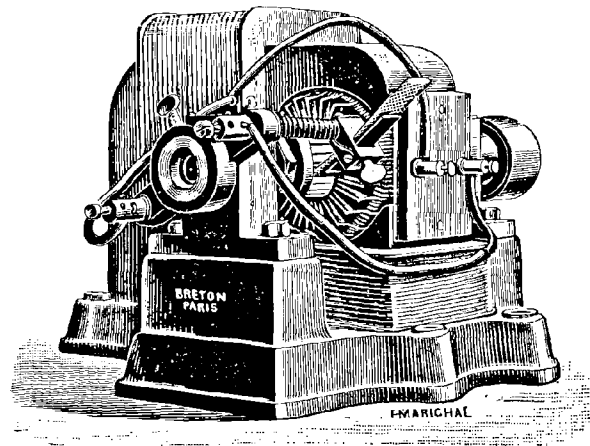


Fig. 29. — Moteur Breton d'un kilowatt.

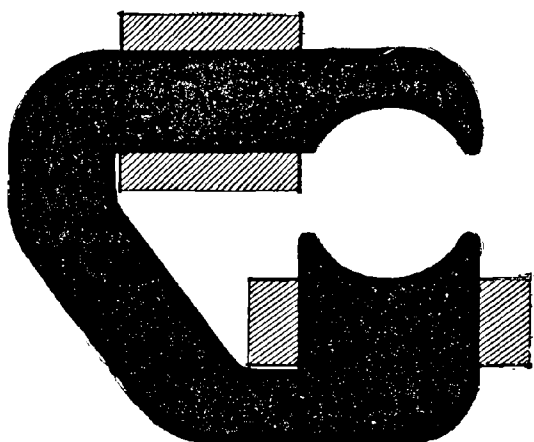


Fig. 30. — Disposition des inducteurs du moteur Breton.

différents étages; ce service était effectué depuis le début de l'installation par des moteurs à vapeur commandant directement les monte-charges, mais il n'avait jamais donné de bons résultats et était extrêmement coûteux; après bien des mécomptes, l'administration, ayant enfin entendu vaguement parler de certains appareils appelés moteurs électriques, se renseigna et apprit qu'il

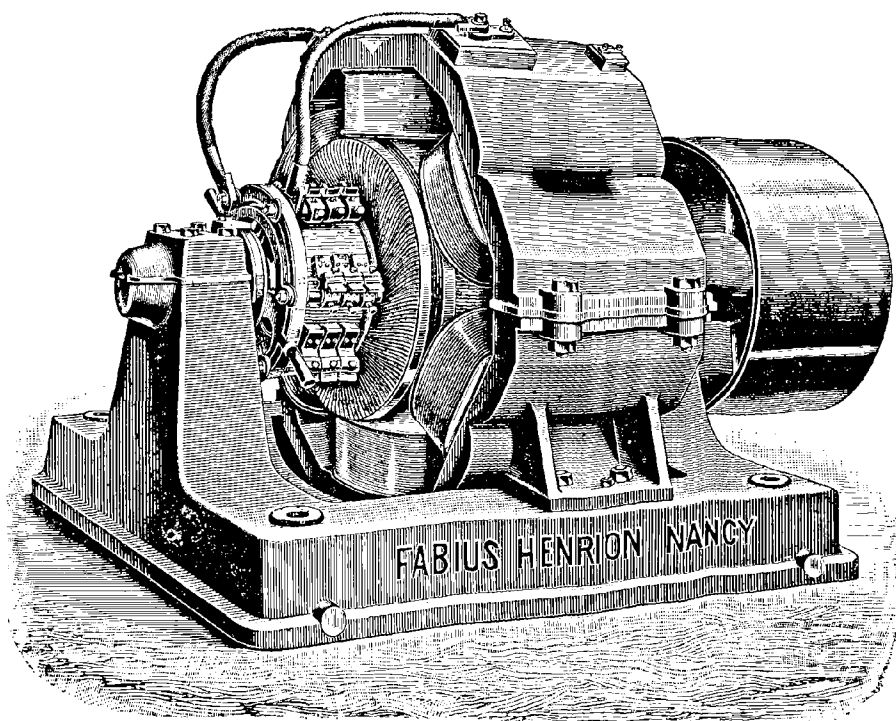


Fig. 31. — Electromoteur à courant continu de Fabius Henrion.

Ce résultat n'a rien qui puisse surprendre, car les moteurs électriques actionnant spécialement un appareil déterminé, ne fonctionnent, et par suite, ne consomment de l'énergie électrique, que lorsque l'appareil commandé entre en action; tout le reste du temps ils restent inertes et n'occasionnent aucune dépense. Au contraire, une machine à vapeur commandant une série

partout, rendu mobile à volonté ou dissimulé sous une moulure. Enfin, l'électricité permet et facilite la division, le morcellement de la force, en appliquant à chaque organe actionné juste l'énergie qui lui suffit. Ce mode de transmission est donc, de plus, fort économique.

L'exemple suivant montre d'une façon éclatante combien l'emploi de l'électricité comme distribution de force motrice est dans certains cas commode et économique de telle sorte qu'il s'impose d'une manière absolue.

L'Hôtel des Postes de Paris possède un service extrêmement complexe de treuils et monte-charges destinés à la manutention des lettres et ballots aux

différents étages; ce service était effectué depuis le début de l'installation par des moteurs à vapeur commandant directement les monte-charges, mais il n'avait jamais donné de bons résultats et était extrêmement coûteux; après bien des mécomptes, l'administration, ayant enfin entendu vaguement parler de certains appareils appelés moteurs électriques, se renseigna et apprit qu'il existait des systèmes de transmission électrique pouvant lui rendre les plus grands services; des essais sérieux furent faits et l'on constata simplement que le remplacement des treuils à vapeur par des treuils électriques tout en présentant un fonctionnement incomparablement plus pratique procurerait une économie annuelle de 33 à 40.000 francs sur les 50.000 francs dépensés annuellement par l'ancienne installation. Ce résultat a décidé l'administration à effectuer la transformation.

d'appareils fonctionne continuellement et doit toujours entraîner, même lorsqu'aucune des machines commandées n'est en action, une série de transmissions qui absorbent par le frottement une quantité d'énergie considérable. D'autre part, chaque machine à vapeur réclame un mécanicien spécial pour sa conduite, tandis que les électromoteurs sont mis en marche par la première personne venue et ne nécessitent aucune surveillance.

De plus, les moteurs électriques actuellement construits possèdent un rendement très élevé dépassant 90 % pour les moteurs d'une certaine puissance; quant au rendement de la ligne conductrice, qui réunit la génératrice aux réceptrices, il dépend du diamètre des conducteurs et l'on peut, par suite, pour les petites distances, le rendre aussi élevé que l'on veut sans faire une dépense de premier établissement par trop considérable.

**Les électromoteurs.** — Les moteurs électriques à courant continu sont très variables comme puissance et comme disposition. Leur puissance varie de quelques kilogrammètres à plusieurs

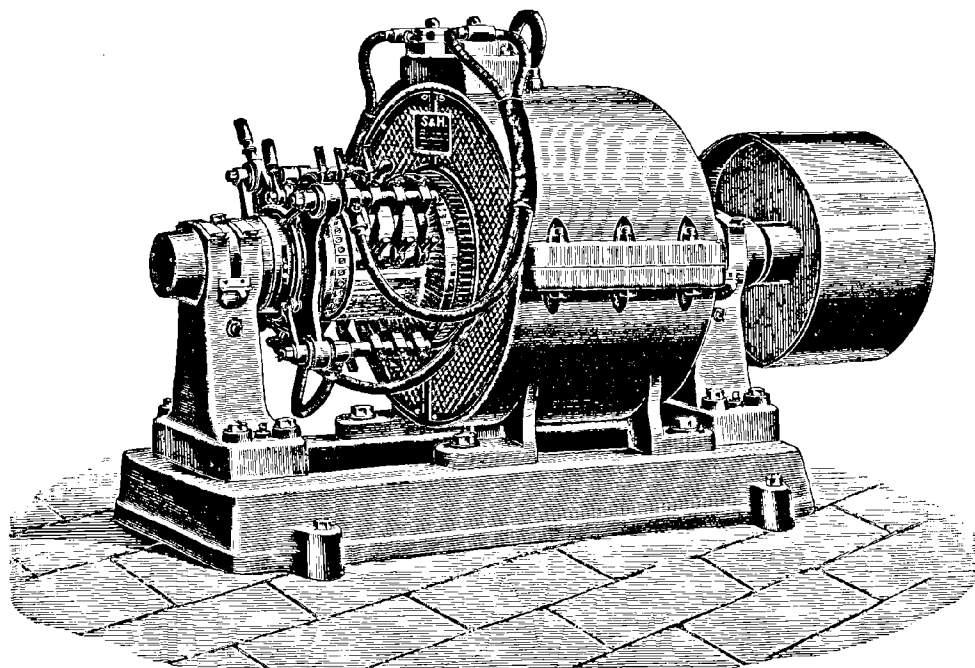


Fig. 32. — Electromoteur à courant continu Siemens et Halske de 30 à 130 chevaux

milliers de chevaux; leur forme varie à l'infini, tous les types de dynamos, et ils sont nombreux, sont employés pour la construction des électromoteurs. Nous ne voulons certes pas ici faire un exposé complet de ces innombrables systèmes et nous nous contenterons d'indiquer quelques types particuliers, de différente puissance. La figure 27 représente un petit moteur Lundell de 4 kilogrammètres et la figure 28 un moteur de 10 kilogrammètres du type Manchester à enroulement Siemens. La figure 29 montre un électromoteur d'un kilowatt se distinguant par la disposition nouvelle de ses inducteurs; comme l'indique nettement la figure 30, l'un de ces inducteurs est vertical et l'autre est horizontal; le principal avantage de cette disposition est de procurer une grande stabilité. L'électromoteur de la figure 31 est à six pôles, possède une carcasse en acier doux et des balais de charbon. La figure 32 représente le type du moteur à courant continu construit

par la maison Siemens et Halske pour des puissances variant de 30 à 130 chevaux. Enfin, notre gravure 33 représente un puissant électromoteur de Fabius Henrion de 135 chevaux qui actionne une pompe aux Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer au Boucau.

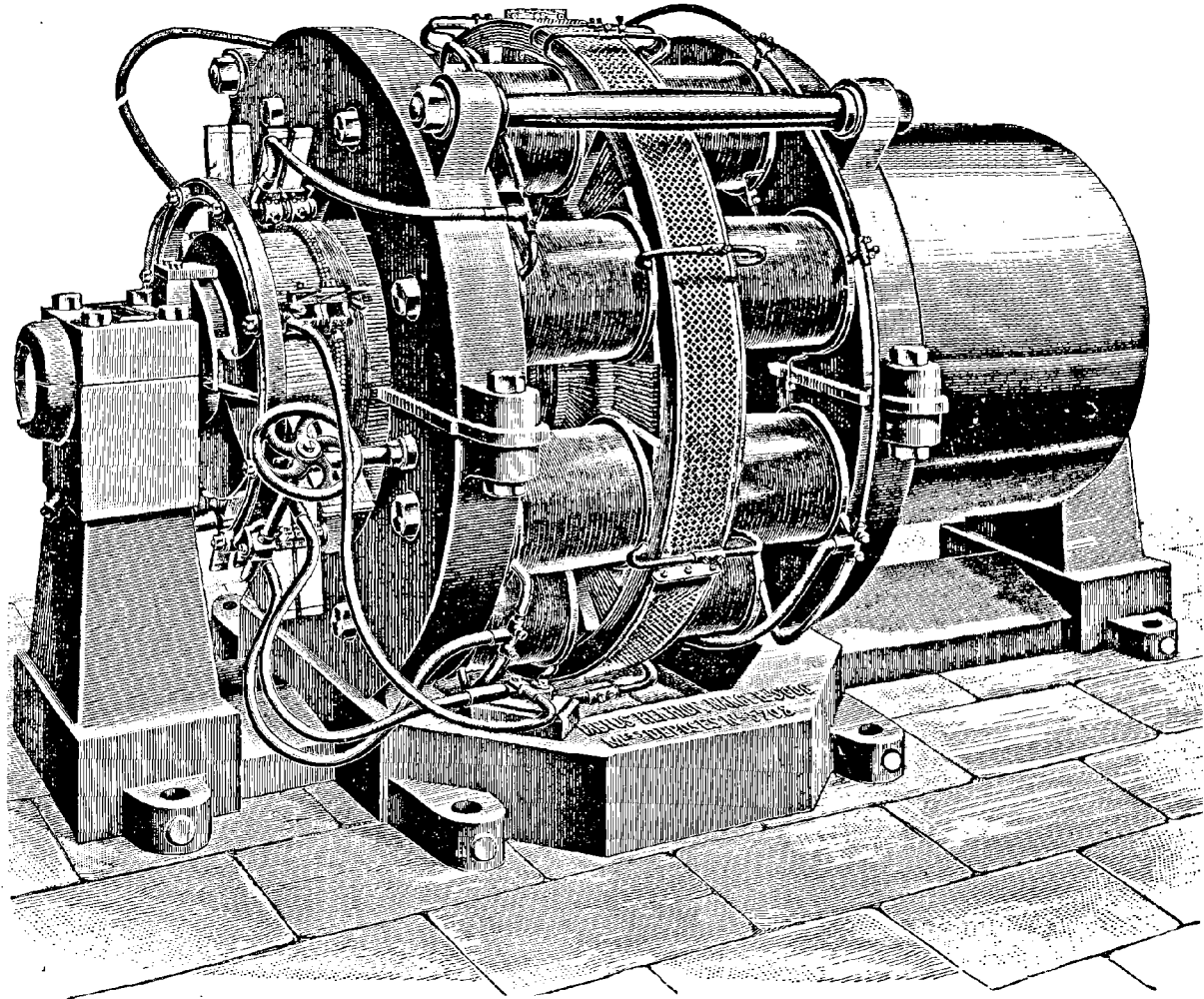


Fig. 33. — Electromoteur Fabius Henrion à courant continu de 135 chevaux.

On sait que, depuis quelques années, les moteurs à courants alternatifs simples et polyphasés font une concurrence sérieuse aux électromoteurs à courant continu; les moteurs à courants polyphasés surtout présentent des avantages importants, dont le principal réside dans la suppression du collecteur, qui constitue la pièce la plus délicate des dynamos et moteurs à courant continu, celle qui s'use le plus rapidement et qui exige un remplacement fréquent.

Une opinion assez répandue est que les moteurs à courants polyphasés exigent un courant intense au démarrage et ont un couple statique plus faible que celui des moteurs à courant continu de même puissance. Cette opinion était parfaitement fondée il y a quelques années; mais les moteurs à courants polyphasés ont été perfectionnés à un tel degré que l'on peut dire sans crainte qu'ils sont aujourd'hui supérieurs, en tous points, aux moteurs à courant continu.

Examinons les conditions que doit remplir un moteur électrique parfait : il doit être simple, robuste, facile à inspecter et à nettoyer, d'une forme commode, d'un poids peu élevé ; il ne doit point s'échauffer en service, doit pouvoir supporter une forte surcharge accidentelle, marcher à vitesse constante et être susceptible de marcher à des vitesses très différentes tout en conservant un bon rendement ; il doit pouvoir tourner indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Or, toutes ces conditions peuvent être plus facilement remplies par un moteur à courants polyphasés qu'à courant continu. En effet, un moteur à courant continu ne peut pas supporter une forte surcharge sans que de nombreuses étincelles se produisent aux balais et ne peut pas fonctionner à la fois à vitesse constante, quelle que soit la charge, ou à vitesse très variable. Son rendement est peu élevé à faible charge.

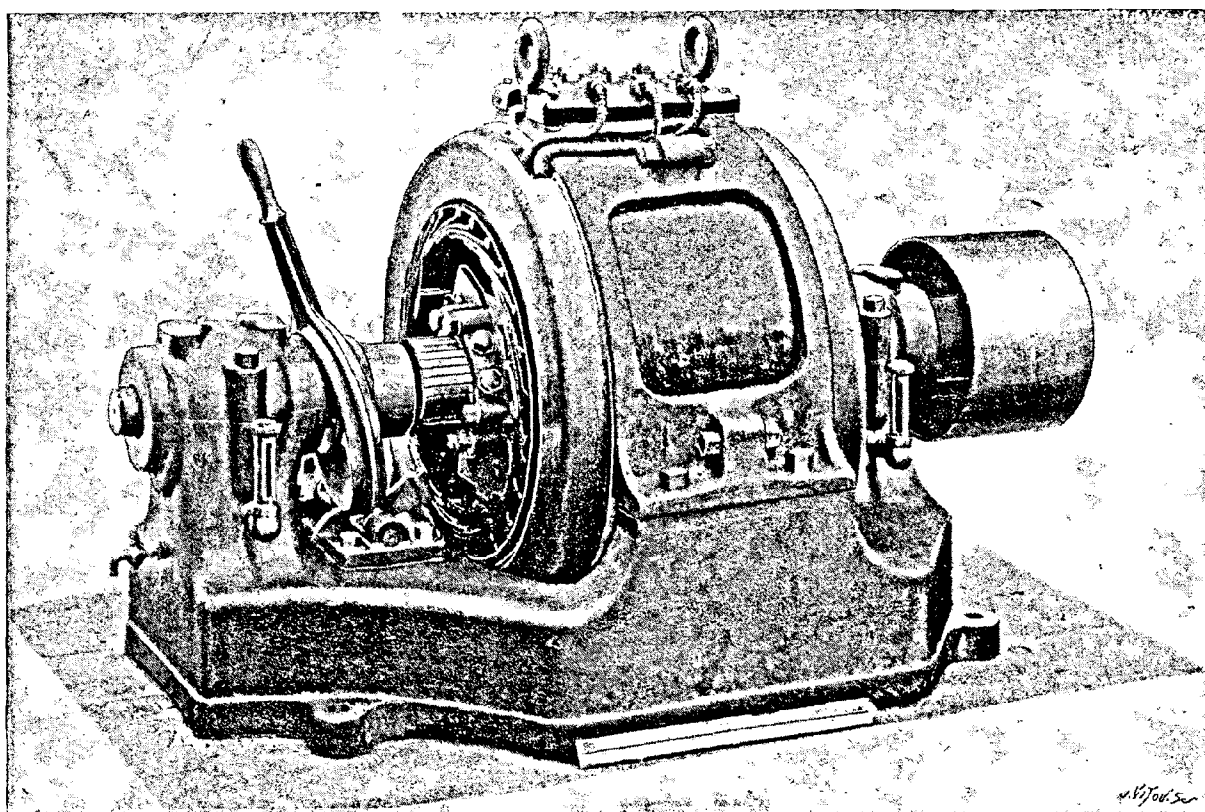


Fig. 34. — Electromoteur à courants triphasés de la Compagnie Thomson-Houston.

Les moteurs à courants polyphasés sont, au contraire, d'une construction simple et robuste ; les courants traversant l'induit sont toujours de très faible tension. Ils se composent d'une carcasse en tôles isolées entourées de bobines convenablement disposées pour produire un champ magnétique tournant, et d'un induit également en tôles isolées, traversées par de fortes barres de cuivre réunies entre elles par des connecteurs. Il n'y a donc plus ni balais, ni contacts mobiles. Le circuit extérieur est relié à trois bornes fixes disposées sur l'inducteur. La grande solidité de l'induit permet de charger ou de décharger brusquement le moteur, sans qu'il en résulte de détériorations quelconques, ni d'échauffement nuisible. On peut donc abandonner les moteurs à eux-mêmes sans surveillance.

J.-L. BRETON. — 4

Les moteurs à courants polyphasés construits par la Compagnie Thomson-Houston, et dont la figure 34 représente un modèle à courants triphasés, peuvent facilement démarrer sous charge, et leur couple statique est de quatre à cinq fois plus grand que celui à vitesse normale. Dans le circuit secondaire de ces moteurs, se trouve une résistance qui a pour but de diminuer les réactions d'induit au démarrage, afin d'éviter un courant excessif dans le circuit primaire et le décalage des courants primaire et secondaire. Dans chaque cas, il y a une résistance qui correspond au couple maximum de démarrage pour une différence de potentiel donnée. Cette résistance critique doit être déterminée avec le plus grand soin quand les moteurs doivent démarrer sous des charges excessives. Mais il existe aussi une autre valeur de la résistance de l'induit, pour laquelle le couple, pour une intensité donnée, est maximum. C'est entre ces deux valeurs qu'est comprise la résistance intercalée dans ces moteurs. Un levier, vu sur la gauche de la figure 34, permet de mettre en court-circuit cette résistance aussitôt que le moteur a acquis sa vitesse normale.

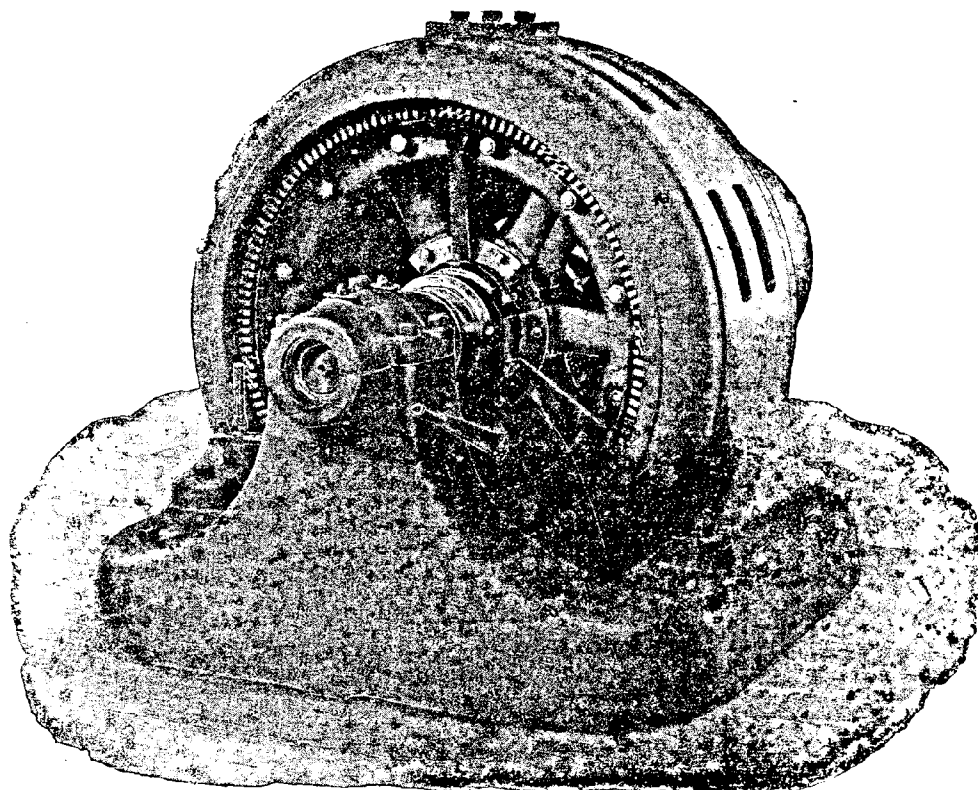


Fig. 35 — Moteur Thomson-Houston à courants triphasés de 150 chevaux.

Les moteurs à courants polyphasés ont une puissance spécifique très élevée, puisque la charge maximum n'est plus déterminée par les étincelles du collecteur. Cette puissance spécifique atteint facilement 30 à 35 kilogrammes par cheval et peut même aller jusqu'à 40 à 45 kilogrammes par cheval dans les grandes unités.

Au point de vue électrique, les moteurs polyphasés sont également très remarquables. Leur échauffement est beaucoup plus faible parce que la chaleur n'est pas localisée et que la ventilation peut se faire plus aisément. C'est aussi pour cette raison que les moteurs polyphasés peuvent supporter des charges considérables; si toutefois la charge était trop grande, le moteur s'arrêterait.



brusquement et les plombs fusibles fondraient. Cette charge maximum détermine le couple statique maximum que le moteur peut développer au démarrage; il peut, d'ailleurs, être très considérable et atteindre quatre ou cinq fois la valeur normale du couple en pleine vitesse. Sous l'action d'un couple énergique, le sens de rotation d'un moteur polyphasé peut être renversé en 10 ou 15 secondes.

La figure 35 représente un autre moteur à courants triphasés de la Compagnie Thomson-Houston; ce moteur est à 12 pôles et développe 150 chevaux à la vitesse angulaire de 600 tours par minute avec une fréquence de 60 périodes par seconde. Le moteur de la figure 36 est de construction Fabius Henrion, il ne possède ni collecteur ni balais et se fait pour courants alternatifs monophasés, biphasés et triphasés.

La vitesse de rotation de l'arbre des moteurs électriques étant toujours considérable et variant, suivant la force du moteur, de quelques centaines à quelques milliers de tours, il est essentiel que le graissage des paliers s'effectue dans des conditions exceptionnellement bonnes; presque tous les constructeurs ont adopté des paliers graisseurs à bague tournante donnant un graissage très abondant et continu. Les figures 37, 38 et 39 représentent, en coupes lon-

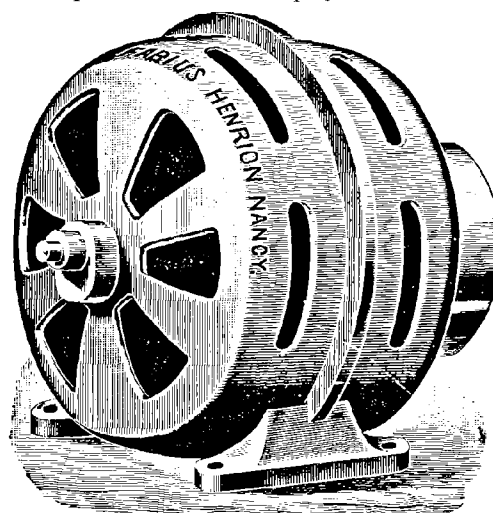


Fig. 36. — Moteur asynchrone Fabius Henrion pour courants alternatifs monophasés, biphasés, et triphasés.

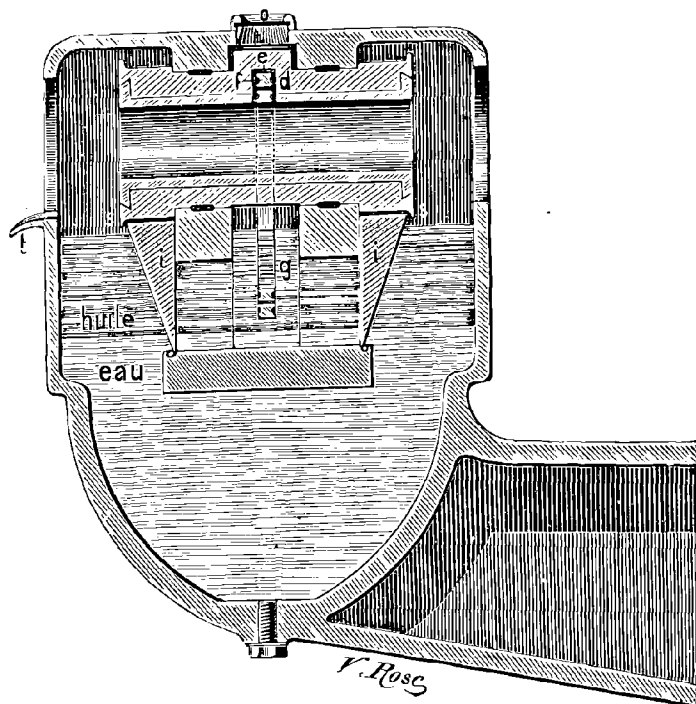


Fig. 37. — Coupe longitudinale verticale du graisseur à bague Fabius Henrion.

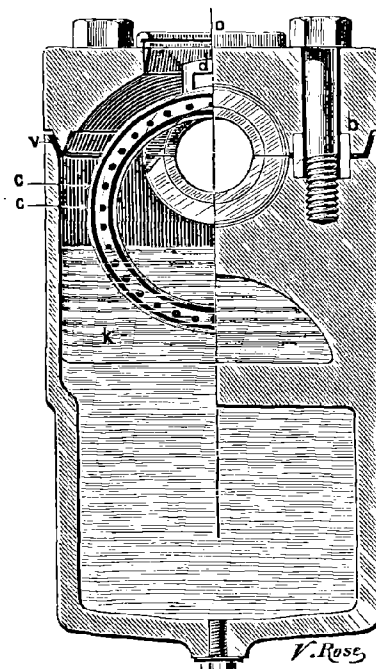


Fig. 38. — Coupe transversale du graisseur à bague Fabius Henrion

gitudinale verticale, longitudinale horizontale et transversale, le système utilisé par la maison

Fabius Henrion et dont on comprend facilement le fonctionnement au seul examen des gravures.

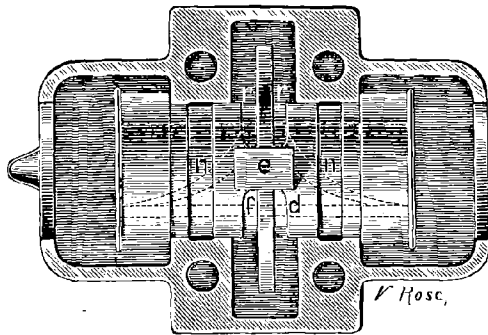


Fig. 39. — Coupe longitudinale horizontale du graisseur à bague Fabius Henrion

avec le maximum de simplicité, de telle sorte que ce changement peut être effectué sur place par la première personne venue.

Pour obtenir ce résultat, les deux fils de sortie d'une bobine et d'entrée de la suivante, qui doivent être réunis entre eux et avec une même lame du collecteur, viennent se souder à une petite pièce particulière de bronze ou de cuivre; pour les fils de petite et moyenne grosseur, cette pièce est constituée par une petite poulie à gorge, autour de laquelle viennent s'enrouler, comme l'indique la figure 41, les deux fils A A' et B B' qui y sont ensuite soudés d'une façon parfaite par simple immersion dans un bain de soudure fondue, contenu dans une petite cuillère de forme appropriée; la soudure remplit tous les interstices et l'ensemble ne forme plus qu'une masse métallique cylindrique compacte reliée d'une manière parfaite aux deux fils et percée d'un trou en son centre. Pour relier le collecteur à l'armature il suffit, comme le font suffisamment comprendre les

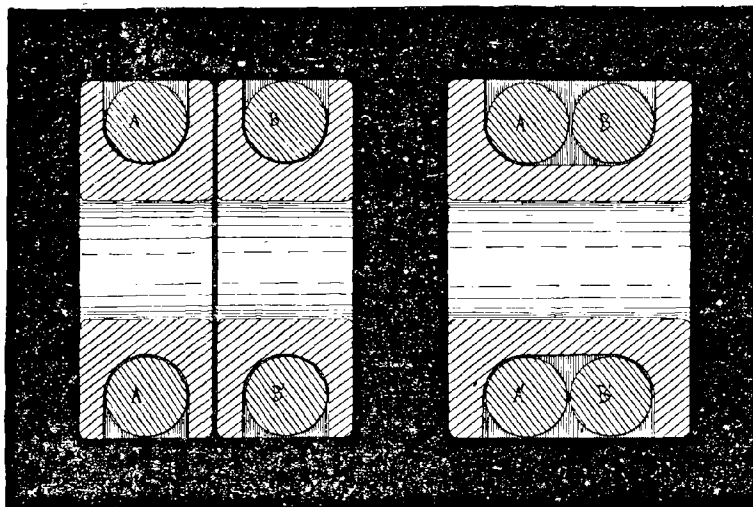


Fig. 41. — Système de connexion des bobines de l'induit aux lames du collecteur de M. J.-L. Breton

La grande vitesse de rotation des moteurs électriques nécessite également, dans la plupart des cas, une réduction de vitesse ordinairement obtenue par un train d'engrenages. C'est ainsi que dans le moteur étudié par M. J.-L. Breton, et représenté par la figure 40, l'arbre de l'induit commande par un pignon de cuir comprimé, ce qui évite le bruit, et une grande roue dentée un arbre secondaire qui porte la poulie de commande; les paliers de cet arbre sont fixés sur une console qui supporte le moteur et qui permet de fixer l'appareil contre un mur quelconque. Dans ces moteurs, une disposition particulière permet de rendre les collecteurs interchangeables

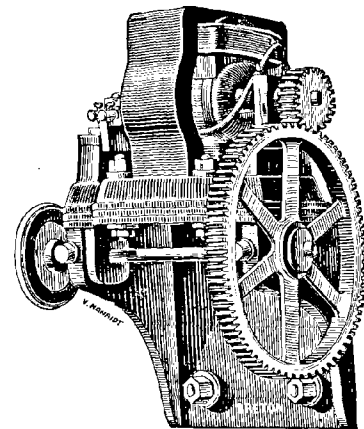


Fig. 40. — Moteur mural à réducteur de vitesse de M. J.-L. Breton

figures 42 et 43, de relier chaque poulie à une lame du collecteur au moyen d'une vis. Le collecteur une fois usé il suffit de défaire toutes ces vis, plus la vis ou la clavette qui le maintient sur l'arbre, pour pouvoir le retirer et le remplacer instantanément par un autre de même dimension; ce changement est tellement simple, puisqu'il ne consiste qu'à dévisser et revisser quelques vis, qu'il peut être effectué par une personne n'ayant pas la moindre connaissance en électricité et en mécanique. Avec ce système, le

contact entre les fils et les lames du collecteur est parfait par suite de la surface relativement grande de contact et la possibilité que l'on possède de serrer fortement les vis sans craindre l'écrasement des fils.

On comprend les avantages de ce système ; en effet, dans les liaisons ordinaires qui, à part quelques variantes, reviennent toutes à une soudure directe aux lames du collecteur ou au fixage par vis de pression écrasant les fils, on sacrifie ordinairement l'une des deux principales qualités : facilité de changement ou bon contact. Avec la soudure directe le contact, lorsque la soudure est bien faite, est excellent, mais le changement du collecteur est une opération longue et délicate qui nécessite fréquemment le retour de tout l'induit à l'usine ou entraîne des frais de déplacement très coûteux d'un ouvrier spécial ; les soudures sont, en effet, très délicates à bien faire et ne sont pas à la portée du premier ferblantier venu. Avec le système à vis de pression appuyant directement sur les fils, le changement de collecteur est plus facile mais demande encore de grands soins pour ne pas écraser et rompre les fils ; le contact est ordinairement moins bon, car on ne peut donner un serrage suffisant aux vis dans la crainte de l'écrasement des fils ; cet écrasement se produit pourtant inévitablement et si les fils sont de faible grosseur ils se cassent avec une très grande facilité. Un système qui peut donner de bons résultats est celui employé dans plusieurs machines et consistant à former les lames du collecteur en deux parties dont l'une reçoit les fils par soudure et ne subit aucun frottement qui puisse l'user et dont l'autre, qui s'use seule sous le frottement des balais et l'action des étincelles, se fixe sur la première au moyen de vis et est facilement remplaçable après usure ; ce système a toutefois le grave inconvénient d'être très compliqué et d'augmenter dans une notable mesure le prix de revient de la dynamo.

De plus, aucun de ces systèmes ne permet la recherche facile des courts-circuits et défauts d'isolement des fils de l'armature ; au contraire, le système indiqué par M. J.-L. Breton ne nécessite qu'une très légère modification pour posséder cette nouvelle qualité. Lorsqu'un court-circuit ou un défaut d'isolement se déclare dans un induit, il faut pour y porter remède trouver l'endroit exact où il se trouve, c'est-à-dire la bobine qui le contient et il est nécessaire pour cela d'isoler chaque bobine ; avec le système par soudure directe et celui à collecteur en deux parties, il est indispensable pour arriver à ce résultat de dessouder, au fur et à mesure, les fils jusqu'au moment où l'on tombe sur la bobine endommagée ; avec le système de fixage des fils par vis de pression on peut évidemment faire cette recherche plus facilement puisqu'il suffit d'enlever une vis pour séparer les deux fils qu'elle maintient, mais l'inconvénient indiqué plus haut, l'endommagement des fils et leur facile rupture subsiste et rend plus délicate cette opération. Si, au contraire, on emploie le système indiqué au début, mais en reliant chaque fils à une petite poulie spéciale et de moindre dimension, comme l'indique la partie gauche de la figure 41,

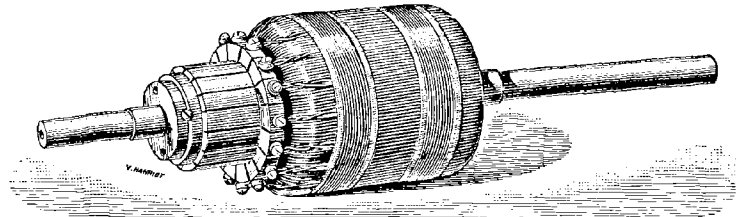


Fig. 42. — Induit à collecteur interchangeable de M. J.-L. Breton.

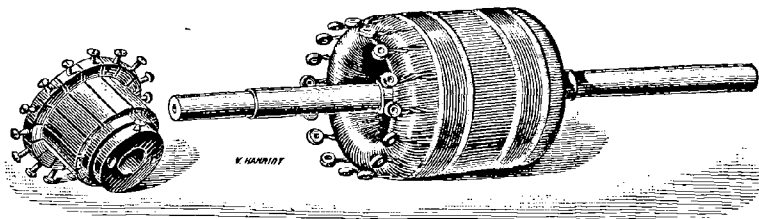


Fig. 43. — Induit à collecteur interchangeable de M. J.-L. Breton.

la solution de la question est complète et donne la facilité la plus grande pour isoler chaque bobine. La petite poulie correspondant au fil d'entrée d'une bobine A A' vient se superposer à celle correspondant au fil de sortie de la bobine précédente B B'; et ces deux poulies se trouvent fixées à une même lame du collecteur au moyen d'une vis unique. Pour rechercher un défaut d'isolement, il suffit de dévisser quelques vis pour isoler toutes les bobines et reconnaître, de suite, celle qui se trouve endommagée.

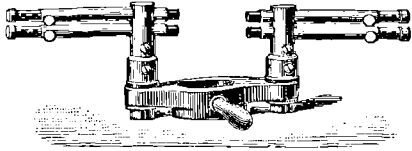


Fig. 44. — Porte-balais du moteur Breton.

Signalons une dernière particularité du moteur que représente notre figure 40; ses balais sont constitués par quatre petits cylindres de charbon spécial recouverts électrolytiquement d'une faible couche de cuivre qui en augmente la conductibilité; ils sont appuyés normalement au collecteur par des ressorts à boudin contenus dans quatre tubes, comme l'indique clairement la figure 44; de cette façon le moteur peut tourner indistinctement dans un sens ou dans l'autre sans qu'il soit nécessaire de modifier la disposition des balais.

La figure 45 représente un moteur Fabius Henrion à réducteur de vitesse par pignon et roue dentée disposée sur la partie supérieure des pièces polaires.

Lorsque l'on doit diminuer très notablement la vitesse de l'arbre du moteur, pour commander des appareils à marche lente, le mieux est d'employer une commande à vis sans fin baignant dans l'huile; cette disposition est indiquée par la figure 46 représentant, sous deux aspects différents, un électromoteur Fabius Henrion muni d'un réducteur de vitesse à vis sans fin et d'un second changement de vitesse par pignon et roue dentée à denture hélicoïdale et à chevrons. Dans cet appareil, l'effort latéral est supporté par des butées placées dans la boîte à huile même, et le moteur qui commande le réducteur par un plateau spécial n'a à supporter aucun effort latéral. Ce dispositif permet de réduire la vitesse primitive de 12 à 1.500 tours à 12 à 15 tours ou toute autre vitesse à volonté.

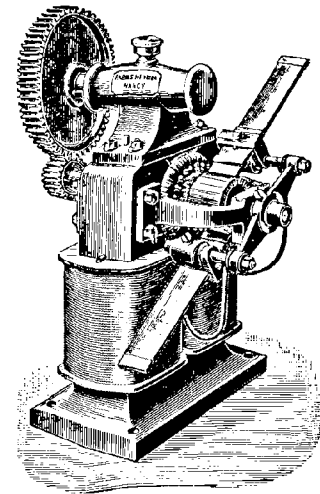


Fig. 45. — Moteur Fabius Henrion muni d'un réducteur de vitesse.

Nous nous bornerons ici à ces différentes considérations sur les moteurs électriques, consi-

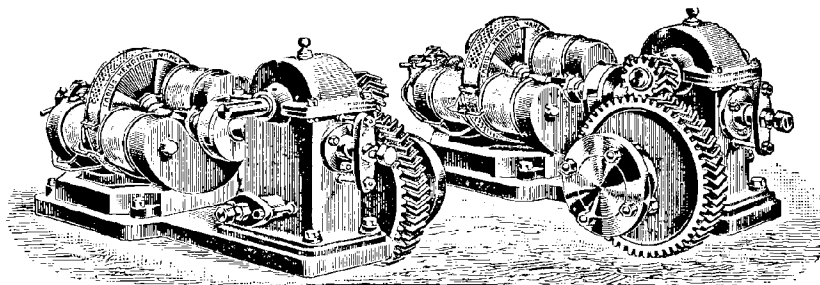


Fig. 46. — Electromoteur Fabius Henrion à double réduction de vitesse

lément la commande électrique des machines; nous réserverons pour la partie suivante de notre ouvrage traitant l'intéressante question de l'emploi de l'énergie électrique dans les exploitations minières, les considérations générales sur les stations génératrices à courants continus et polyphasés destinées à fournir l'énergie électrique aux électromoteurs.

Nous allons donc maintenant passer successivement en revue les applications les plus

dérations qui intéressent particulièrement la commande électrique des machines; nous réserverons pour la partie suivante de notre ouvrage traitant l'intéressante question de l'emploi de l'énergie électrique dans les exploitations minières, les considérations générales sur les stations génératrices à courants continus et polyphasés destinées à fournir l'énergie électrique aux électromoteurs.

remarquables de commande électrique directe qui ont été réalisées à l'heure actuelle. Pour plus de clarté, nous suivrons, dans nos descriptions l'ordre suivant :

Les machines-outils commandées directement par moteur électrique; les appareils industriels de levage (ponts roulants, grues, treuils, etc.) ; les ascenseurs ; les ventilateurs et appareils divers.

## CHAPITRE DEUXIÈME

**MACHINES-OUTILS COMMANDÉES ÉLECTRIQUEMENT.** — Toutes les machines-outils destinées au travail des bois ou des métaux peuvent avantageusement être commandées directement par un moteur électrique. Il suffit de bien choisir le moteur pour l'usage qu'il doit remplir et de le relier à la machine par des organes appropriés pour ramener sa vitesse relativement grande à la vitesse de marche de la machine actionnée.

Nous examinerons plus loin, dans une partie de notre ouvrage spécialement consacrée à cette étude, les différents systèmes de machines-outils actuellement employés dans l'industrie ; on trouvera à cet endroit tous les détails techniques relatifs à leur construction et à leur fonctionnement ; nous ne donnerons donc ici que les renseignements se rapportant simplement au mode de commande directe par électromoteurs. Disons toutefois que ce mode de commande peut s'appliquer avec avantage à toutes les machines-outils que nous décrirons plus loin.

La disposition du moteur et le genre de commande peuvent être très variables comme on pourra s'en rendre compte par les différents exemples de commande électrique que nous allons passer en revue.

**Machines à percer transportables Siemens et Halske.** — Il arrive fréquemment que des perceuses mécaniques ne peuvent être employées pour certains travaux par suite du manque de force motrice à l'endroit où se trouve la pièce à percer, laquelle ne peut être déplacée ou ne peut l'être que difficilement à cause de ses grandes dimensions. Il n'y a guère qu'en employant l'énergie électrique qu'on peut, dans ces cas, remplacer le travail manuel par le travail mécanique infiniment plus productif. La grande facilité avec laquelle on peut amener l'énergie électrique en un point quelconque permet, en effet, d'utiliser la perceuse en tout endroit et en toute position.

Dans ce genre d'outil, la machine motrice, constituée par un électromoteur, commandé ordinairement l'arbre porte-mèche au moyen d'un arbre flexible ou d'un arbre à genouillères. Le moteur et ses accessoires sont montés sur un socle mobile qui peut être facilement amené à proximité de l'endroit voulu ; la flexibilité de l'arbre de commande permet alors d'attaquer la pièce à percer en un point quelconque sans modifier la position du moteur.

La figure 47 représente une petite perceuse de ce genre permettant de percer des trous jusqu'à 7 millimètres ; le moteur employé, qui développe de 0,2 à 0,3 cheval, est supporté, avec ses appareils de mise en marche et de réglage, par une plaque de fonte qui peut se déplacer verticalement entre deux colonnes fixées elles-mêmes sur un socle pourvu de roulettes ; un tambour

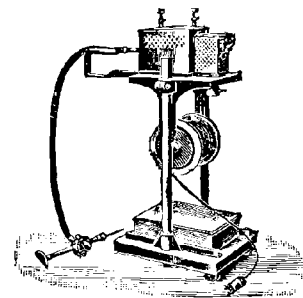


Fig. 47. — Petite perceuse transportable Siemens et Halske.

fixé sous la plaque supportant le moteur reçoit un conducteur double de 10 mètres de longueur terminé par une prise de courant. Le moteur commande, au moyen d'un flexible, la perceuse qui est tenue à la main et appuyée avec la poitrine sur l'endroit à percer.

Les machines à percer que représentent nos figures 48 et 49 sont plus puissantes et permettent de perforer des trous allant jusqu'à 40 millimètres de diamètre ; le moteur d'un cheval,

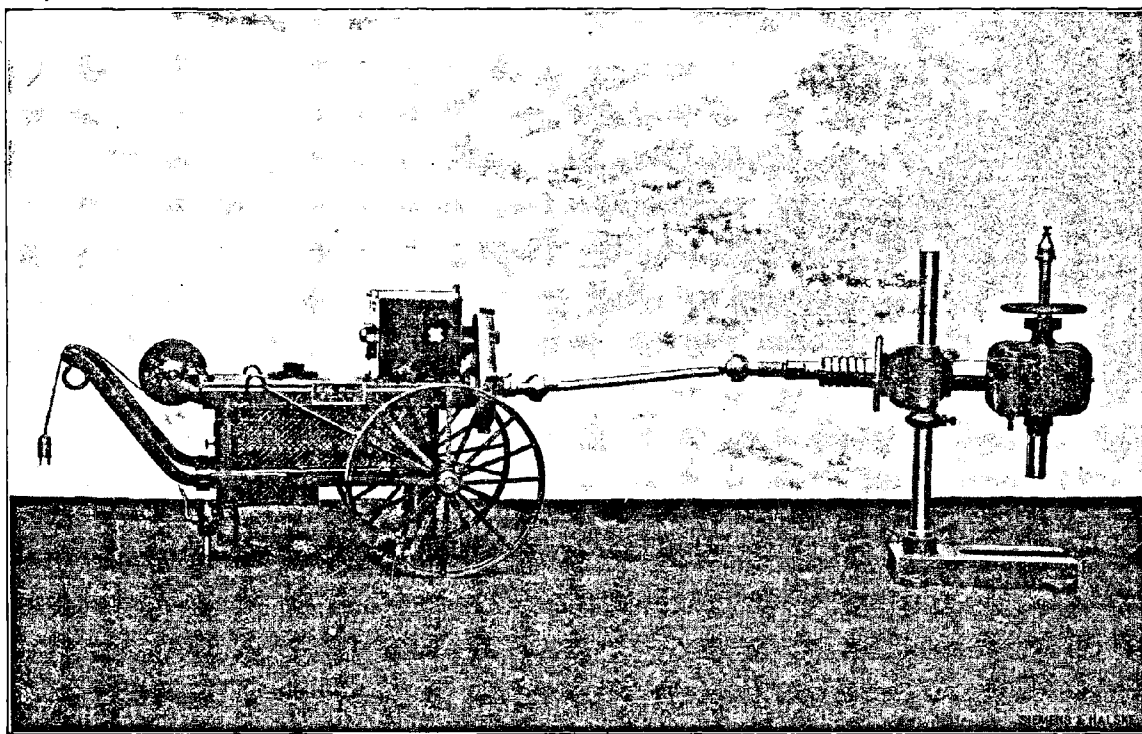


Fig. 48. — Machine à percer transportable Siemens et Halske.

excité en dérivation, est placé, avec son rhéostat et son commutateur de réglage et de mise en marche, sur un chariot à deux roues qui reçoit également le tambour où s'enroule le conducteur double d'une longueur d'environ 10 mètres qui amène le courant électrique. L'arbre du moteur actionne, au moyen d'un train d'engrenages réducteur de vitesse, un arbre à double articulation qui commande à son tour, par un train d'engrenages d'angle, l'arbre porte-mèche de la perceuse ; une

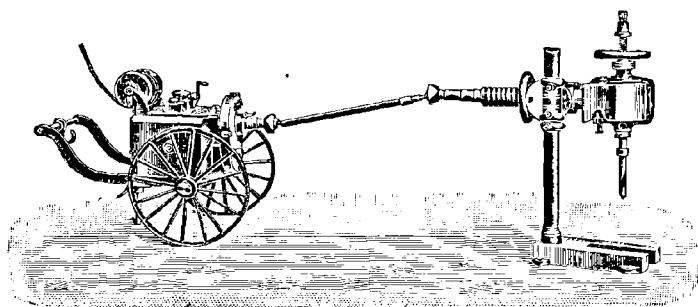


Fig. 49. — Machine à percer transportable Siemens et Halske.

série de trains d'engrenages interchangeables et de diamètres différents permet de régler la vitesse de rotation de la mèche suivant le diamètre des trous à percer. Afin de pouvoir percer des trous à différentes hauteurs, l'arbre à genouillères est construit de manière à pouvoir être allongé de 1<sup>m</sup>,50 à 2<sup>m</sup>,40. Une série de supports différents permet d'utiliser la perceuse pour les travaux les plus

variés comme le font très clairement comprendre nos figures 50, 51, 52 et 53.

Dans le cas où l'appareil ne peut être fixé à la pièce à perforer on peut employer avec avantage le dispositif de la figure 54 ; le moteur et la perceuse sont suspendus aux deux extrémités d'un levier supporté par un palan, ce qui donne une très grande facilité de manœuvre. On peut employer dans ce dispositif le même appareil moteur qui sert dans les perceuses des figures 48 et 49 en retirant simplement les roues et le timon pour plus de commodité. On peut, avec cet

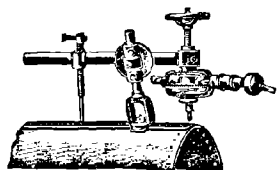


Fig. 50. — Perceuse électrique.

appareil, percer des trous jusqu'à 40 millimètres, tarauder jusqu'à 45 millimètres et fraiser des trous de 90 millimètres.

Dans les appareils que représentent les gravures 55 et 56, l'électromoteur commande directement, par un train d'engrenages réducteur de vitesse, l'arbre porte-mèche ; ils sont destinés à être suspendus et amenés à la

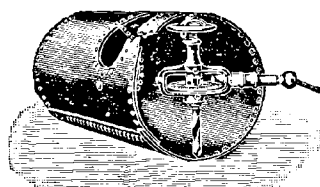


Fig. 52. — Perceuse électrique.

hauteur voulue à l'aide d'un palan. La première de ces perforatrices est utilisée pour percer des trous horizontalement, elle possède quatre changements de vitesse ; la seconde, munie d'un moteur d'un demi-cheval est destinée à percer les trous verticalement.

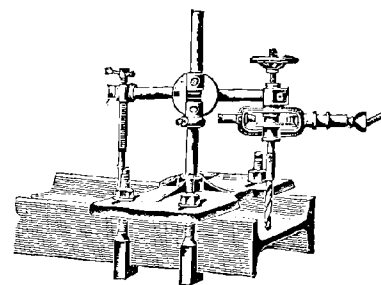


Fig. 51. — Perceuse électrique.

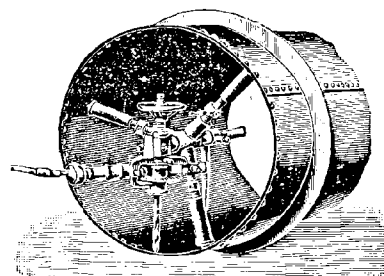


Fig. 53. — Perceuse électrique.

**Perceuse portative électrique Thomson-Houston.** — Les perceuses portatives ont toujours rendu de grands services dans les ateliers de construction où l'emploi de machines à bras ou à archet est souvent incommode, long et coûteux.

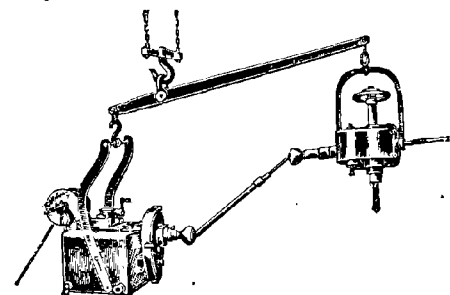


Fig. 54. — Perceuse électrique Siemens et Halske.

La commande de ces perceuses par un moteur électrique rend leur emploi plus commode encore, et l'adoption de ces machines est d'autant plus facile que presque tous les grands ateliers sont pourvus de distribution d'énergie électrique tant pour actionner les machines-outils que pour l'éclairage. La Compagnie Thomson-Houston a étudié spécialement la question pour son usage personnel et la figure 56 bis représente l'un des types en service.

La machine consiste en un moteur électrique, un réducteur de vitesse angulaire, un arbre flexible et un porte-outil avec sa mèche. Le moteur électrique est à deux pôles et excité en dérivation ; sa puissance est de 1 cheval. L'induit est du type à anneau et porte un pignon qui engrène avec un jeu de roues dentées réduisant la vitesse angulaire de l'arbre flexible qui relie le moteur à l'outil. Un manchon d'embrayage manœuvré par un levier permet d'arrêter et de mettre rapidement en mouvement la mèche ; un interrupteur bipolaire et un rhéostat de démarrage fixés sur le bâti du moteur servent à la mise en marche et à l'arrêt du moteur.

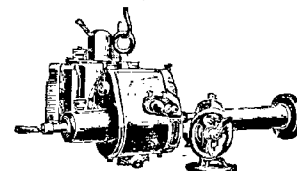


Fig. 55. — Perceuse électrique Siemens et Halske.



Fig. 56. Perceuse électrique

Le moteur est relié par un câble recouvert d'un guilage très résistant à la canalisation d'éclairage à 110 volts. Étant monté sur un chariot il peut être déplacé rapidement. Un jeu

de mèches permet de percer des trous depuis 10 millimètres jusqu'à 30 millimètres dans des plaques de tôle ; suivant la nature du travail à effectuer on fait marcher l'outil à l'une des trois vitesses suivantes : 167, 82 et 12 tours par minute en faisant mouvoir latéralement les roues de réduction au moyen d'un levier. Tous les engrenages sont renfermés dans une boîte pleine d'huile, mais qui a été enlevée dans la vue photographique que nous reproduisons ci-dessous.

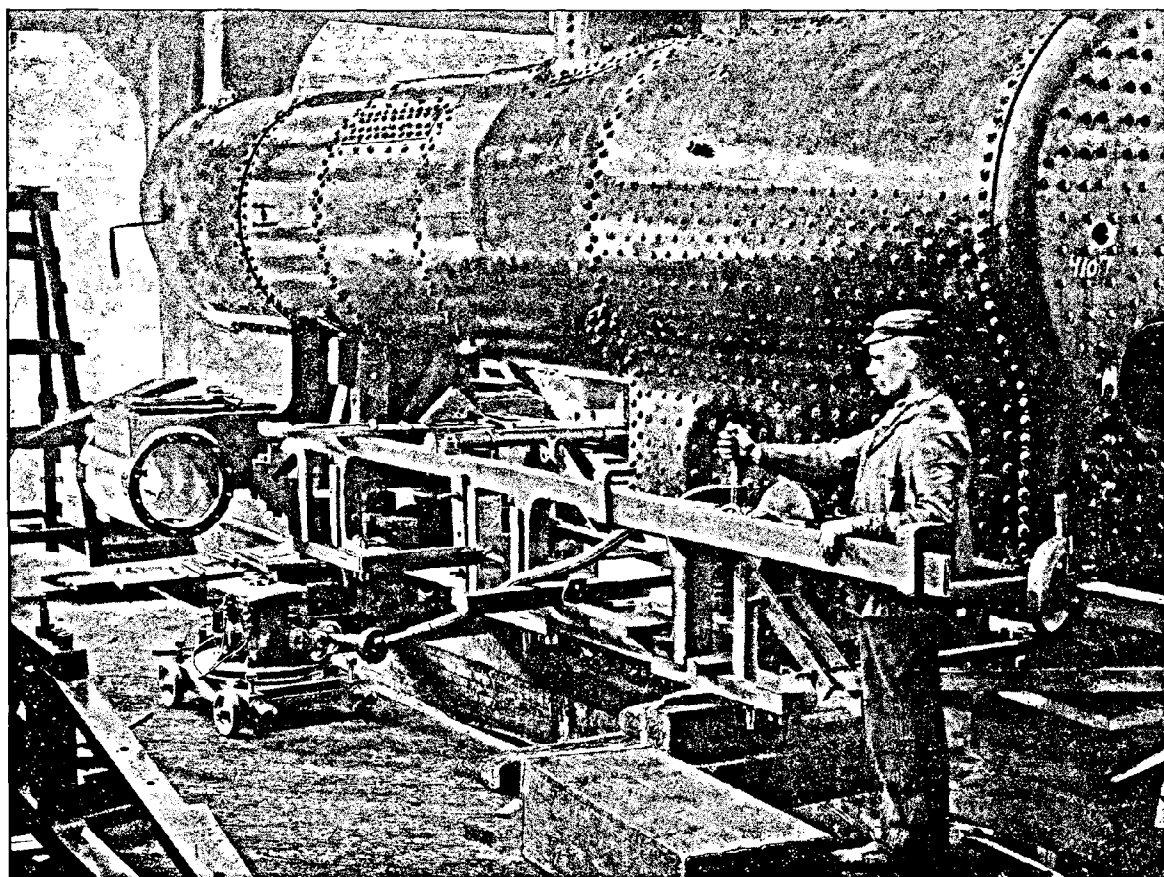


Fig. 56 bis. — Perceuse portable électrique, système Thomson-Houston.

**Perceuse transportable des Ateliers d'Oerlikon.** — Cette perceuse électrique (fig. 57) permet de faire très rapidement tous les travaux qui, autrement, devraient être faits au vilebrequin ou nécessiteraient le transport peu facile de grosses pièces. Sa disposition est analogue à celle de la machine précédente. Le moteur est monté sur un chariot à main facilement transportable ; toutes les autres pièces de la machine sont également d'un transport facile. Avec la même machine on peut encore fraiser, tarauder, aléser, etc. Le moteur électrique, à courant continu ou à courants triphasés peut développer normalement 2 chevaux  $1/2$ , et être surchargé jusqu'à 3 chevaux. Il est spécialement construit en vue de pouvoir être branché sur les réseaux existants pour lumière. Un engrenage marchant presque sans bruit transmet le mouvement à un arbre fixé au-dessus du moteur et terminé à son autre extrémité par un joint universel qui est le point de départ de la transmission extensible. Le rapport de transmission peut être modifié en changeant l'engrenage, de sorte que l'on peut obtenir sur l'arbre la vitesse que l'on désire.

Les gravures 58 et 59 montrent deux dispositions spéciales de la machine à percer proprement



dite ; dans la première, l'outil est maintenu par un support disposé au centre d'un plateau de fonte pouvant être solidement fixé à l'aide de boulons passant dans quatre encoches réservées pour cet usage ; dans la seconde, l'appareil prend simplement appui, grâce à sa vis d'avancement faisant pression, sur deux points opposés de la paroi interne du conduit à percer.

La figure 61 montre sur la partie droite de la gravure l'ensemble de l'appareil en fonction pour le percement de trous sur un grand bâti de dynamo.

Fig. 57. — Perceuse transportable des ateliers d'Oerlikon.

La machine à percer que l'on voit sur la gauche de la même

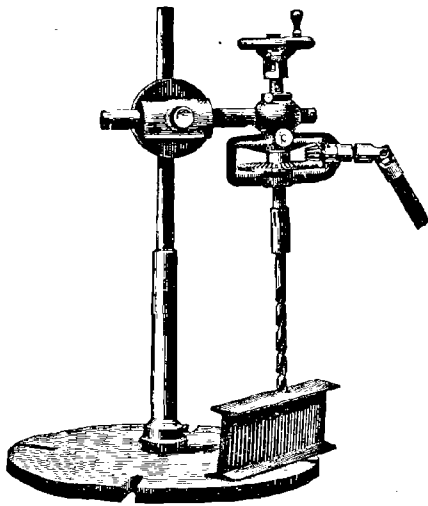


Fig. 58. — Perceuse d'Oerlikon.

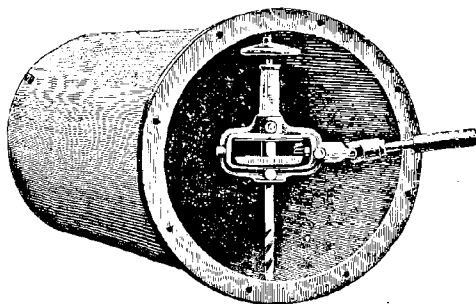


Fig. 59. — Perceuse d'Oerlikon.

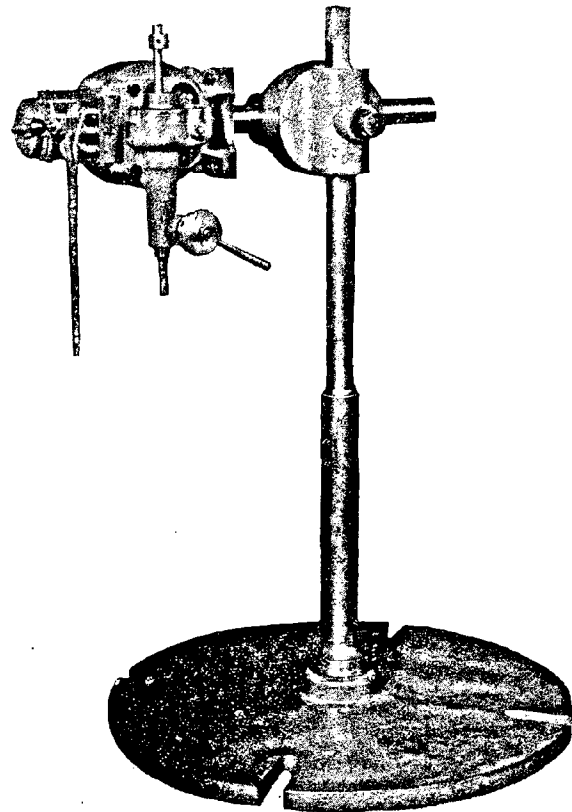


Fig. 60. — Perceuse universelle des ateliers d'Oerlikon.

figure est d'un type un peu différent représenté à part par la figure 60. Cette machine, dont le moteur à courants triphasés d'un huitième de cheval sert en même temps de porte-outil, remplace

avantageusement les différentes espèces de perceuses rapides pour le percement des trous de 12 millimètres de diamètre. L'appareil, monté sur une colonne transportable, est mobile dans tous les sens, de sorte que l'on peut percer dans toutes les directions. L'avancement de l'outil se fait au moyen d'une manivelle et d'un pignon denté. Le moteur est pourvu d'un commutateur qui permet de donner à l'outil la vitesse nécessaire; le même appareil sert à mettre en mouvement et à arrêter la machine.

Le moteur n'a ni collecteur ni balais et travaille complètement sans étincelles. Le courant est amené au moteur par un câble flexible qui peut être branché sur les conducteurs électriques au moyen de pinces.

Cette petite perceuse étant transportable se prête très avantageusement à tous les travaux de perçage; la manœuvre en est des plus simples.

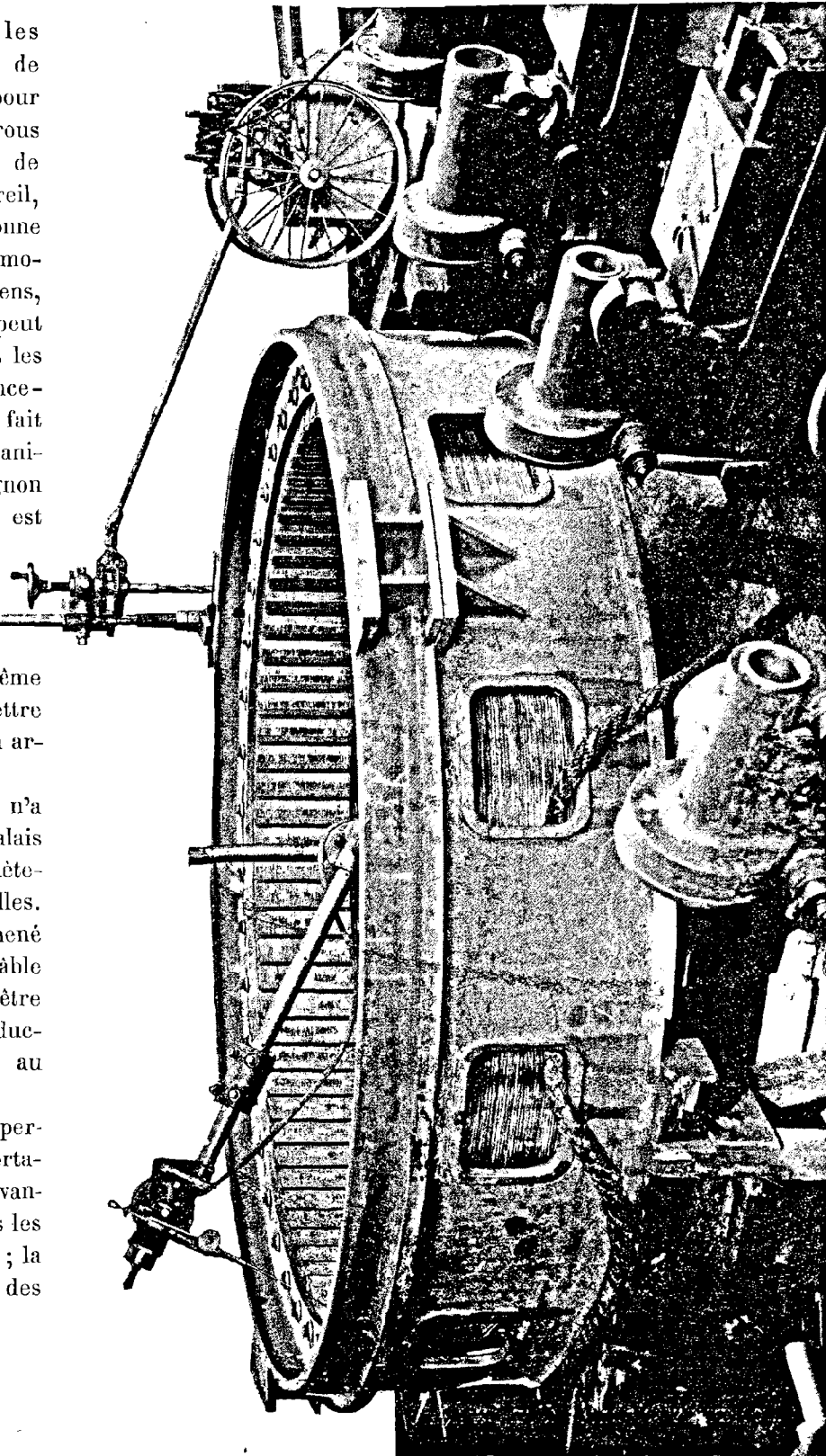


Fig. 61. — Mode d'emploi de deux machines à percer transportables des ateliers d'Oerlikon.

**Petite perceuse Cadiot.** — Cette petite perceuse électrique portable, appelée « la Mignonnette » et représentée par la figure 62, constitue un petit outil très commode pour percer rapidement des trous de petit diamètre. Elle

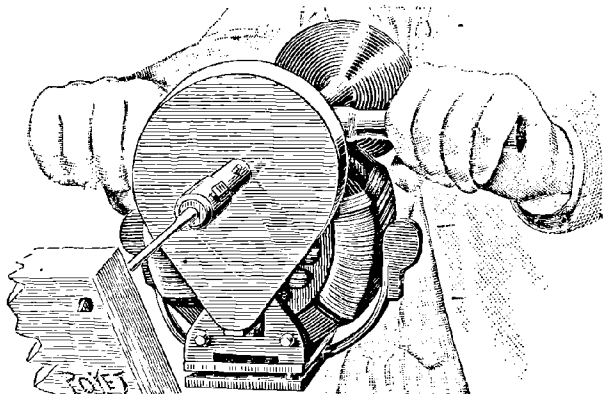


Fig. 62. — Perceuse électrique Cadiot.

se compose d'un petit moteur électrique du type Manchester commandant par un train d'engrenages réducteur de vitesse un arbre porte-foret tournant dans un palier fixé sur la pièce polaire supérieure. Une plaque de garde en bronze recouvre les engrenages et empêche les limailles métalliques d'être pro-

jetées sur le moteur. Deux poignées latérales permettent de tenir la perceuse avec les mains et une conscience sert à l'appuyer avec la poitrine contre la pièce à percer.

Le commutateur servant à la mise en marche et à l'arrêt du moteur est situé de telle sorte que l'opérateur peut le mouvoir tout en tenant l'appareil par les poignées. Le moteur est construit pour être alimenté par un courant continu à 110 volts.

Cette perceuse se construit en deux modèles dont le plus petit permet de percer des trous de 7 millimètres et le plus grand des trous de 10 millimètres. Le petit modèle consomme 0,7 ampère et le plus grand 0,9 ampère à 110 volts.

**Machine universelle à percer et à tarauder des ateliers d'Oerlikon.** — Une

machine à percer répondant à tous les besoins des travaux de chaudronnerie était depuis longtemps un besoin de plus en plus senti. Diverses dispositions de tous genres se sont présentées avec plus ou moins de succès suivant le degré de simplicité qui les qualifiait. Une d'elles, la perceuse combinée avec moteur électrique,

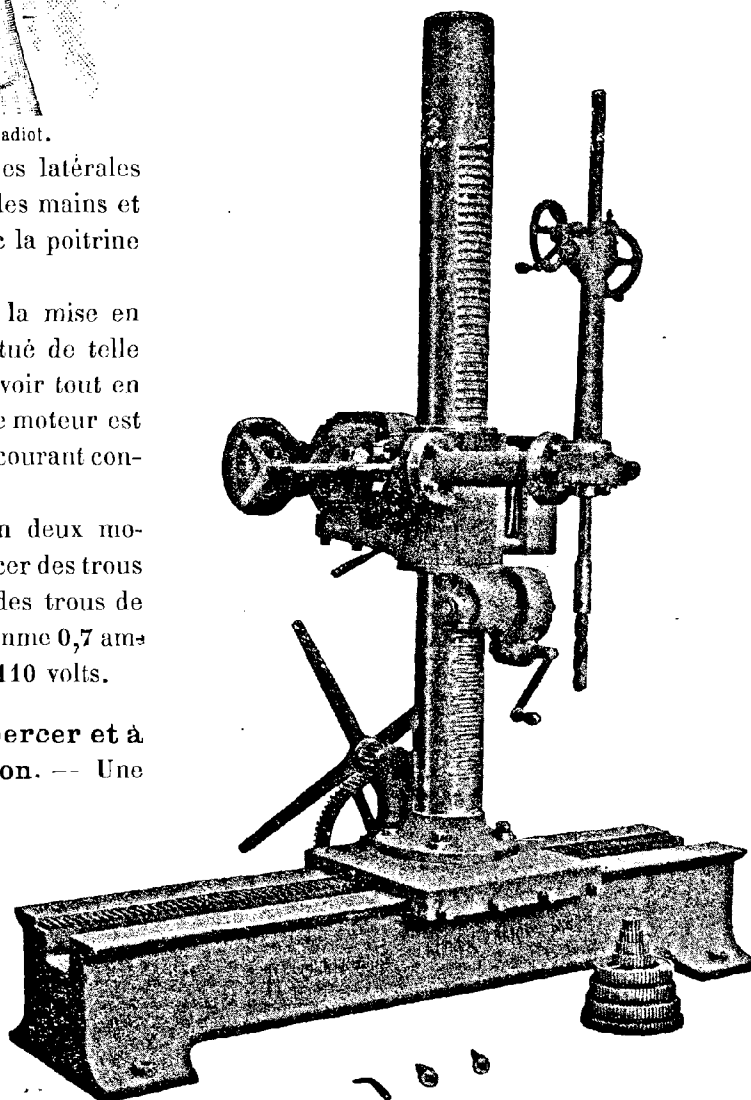


Fig. 63. — Machine universelle à percer et à tarauder des Ateliers d'Oerlikon.

construite par les Ateliers de construction Oerlikon et représentée par notre figure 63, peut être citée parmi celles qui ont trouvé une application toujours croissante. Ce sont surtout les fabriques

et ateliers de réparation de locomotives qui en font usage. Parmi ces derniers doivent être cités les Ateliers de Bellinzona du Chemin de fer du Gothard qui ont un mérite particulier à la création et au perfectionnement de ce type de machines.

Sur un banc de 3 mètres de longueur repose une colonne à crémaillère dont la base, en forme de glissières, permet son déplacement horizontal au moyen d'un croisillon, et peut être au

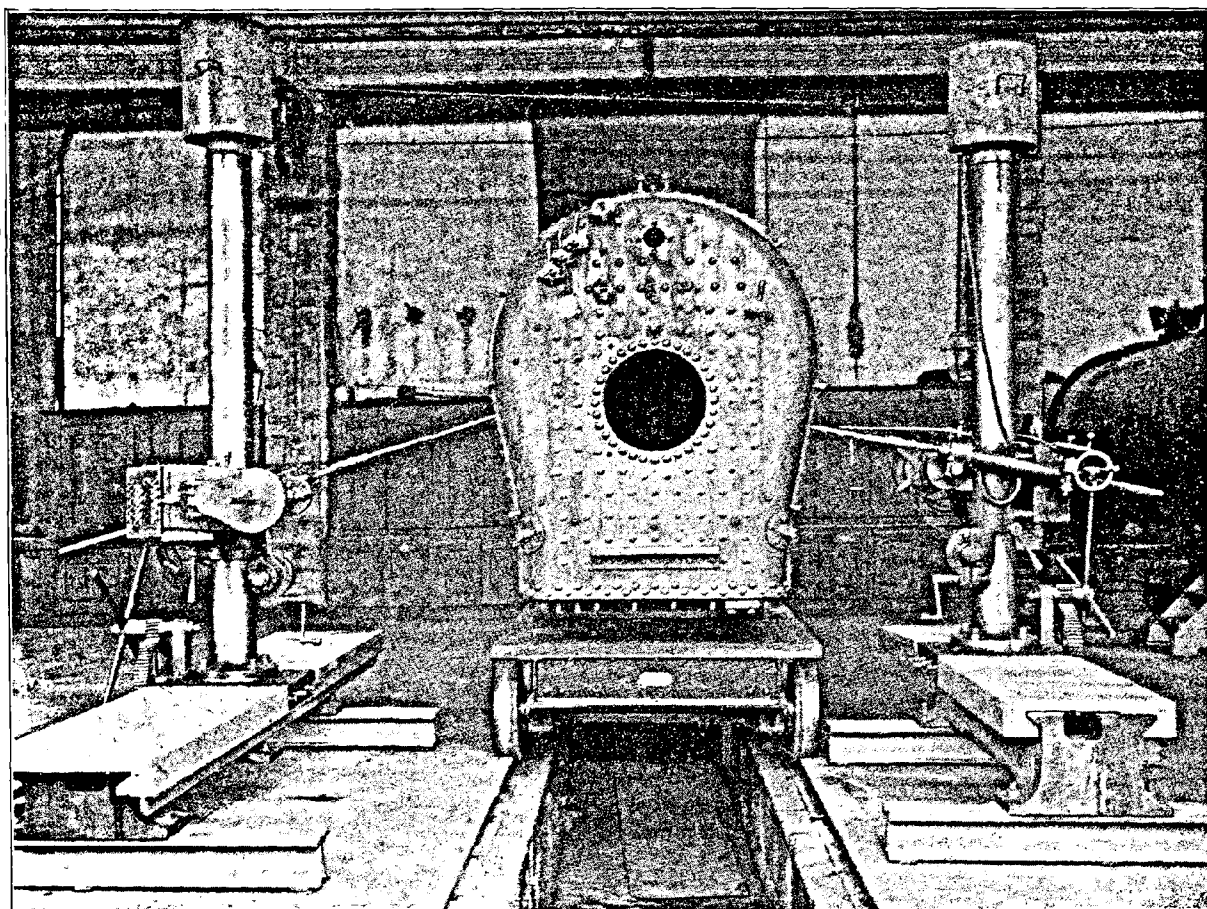


Fig. 64. — Mode d'emploi de la machine universelle à percer et à tarauder des Ateliers d'Oerlikon.

besoin munie d'un appareil à diviser en rapport avec la distance des trous à percer. L'appareil à percer et à tarauder, monté sur douille, peut être tourné dans tous les sens, tandis que la douille se déplace dans le sens vertical au moyen d'une manivelle, d'un engrenage à vis sans fin, d'une crémaillère et d'un pignon denté.

Un moteur à courant continu ou à courants triphasés, suivant le système de courant disponible, commande l'outil à percer par un simple jeu d'engrenages qui fonctionnent sans bruit, et dont le rapport de transmission peut être modifié. Un rhéostat servant pour le démarrage et pour le réglage de la vitesse du moteur, ainsi qu'un commutateur permettant de renverser le sens de rotation, se déplacent avec l'appareil à percer. Deux jeux d'engrenages de rechange permettent d'obtenir une vitesse réduite, spécialement nécessaire pour le taraudage. L'avancement de l'arbre porte-foret s'opère à la main ; l'on peut, au moyen d'un pignon denté, le retirer rapidement et le

reporter de même dans la position du travail. Pour le taraudage, l'outil est entraîné automatiquement, son déplacement étant réglé d'après le pas qu'il s'agit d'obtenir. Le porte-outil a 35 centimètres de course ce qui permet de percer les parois doubles des foyers de locomotives et d'en tarauder les trous destinés à recevoir les boulons en acier. En cas de besoin la distance entre la colonne et l'outil peut être augmentée. La pression de l'outil est absorbée par une crapaudine sphérique.

Cette machine permet de percer et de tarauder des trous jusqu'à 50 millimètres dans le fer ou l'acier, et la force du moteur est assez grande pour que la machine puisse travailler d'une manière continue au perçage des trous les plus gros dans le métal le plus résistant, sans subir d'échauffement nuisible. La figure 64 montre le mode d'emploi de cette machine pour le perçage et le taraudage des trous dans une chaudière de locomotive.

#### **Machine à percer double des Ateliers d'Oerlikon.**

— Un moteur à courants triphasés ou à courant continu est fixé de telle sorte sur le milieu du bâti que chaque arbre porte-foret peut être commandé indépendamment l'un de l'autre, au moyen d'engrenages à vis sans fin enfermés dans des boîtes en fonte (fig. 65). La vitesse de l'avancement de l'outil est réglable à l'aide d'une poulie étagée. Les

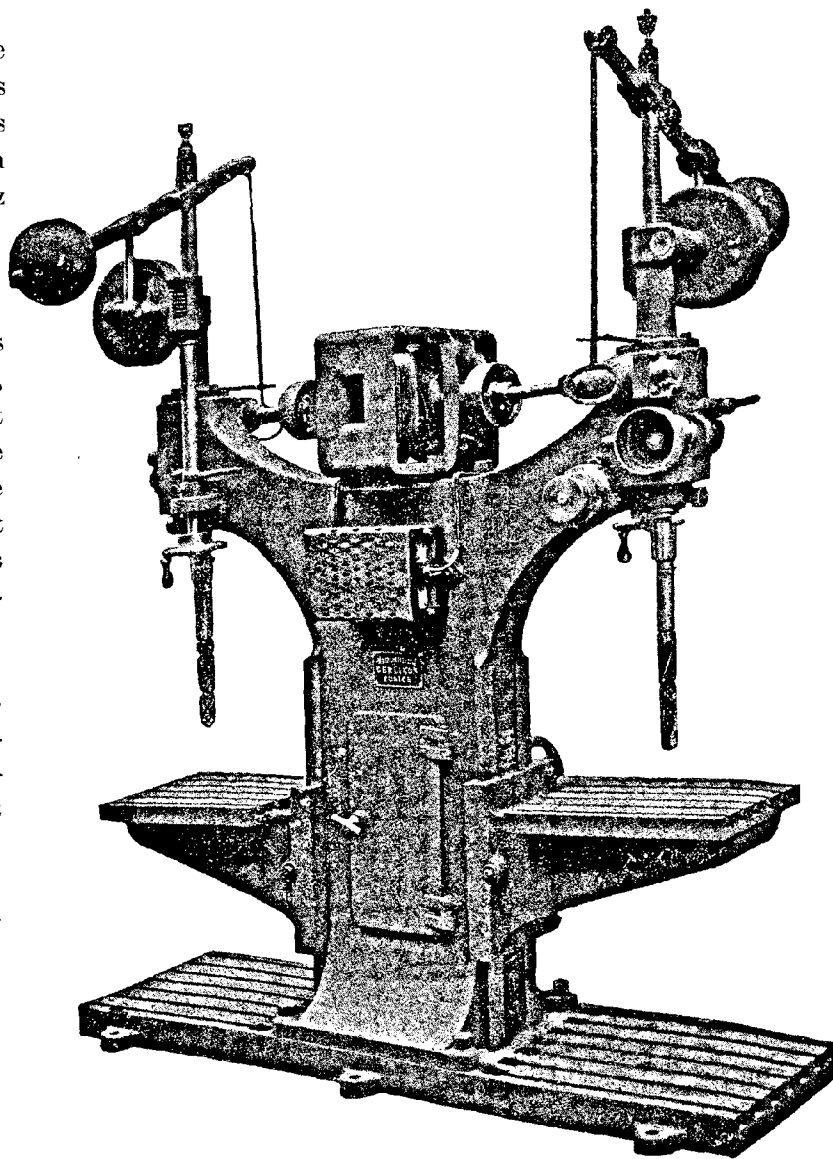


Fig. 65. — Machine à percer double des Ateliers d'Oerlikon.

porte-outils sont équilibrés au moyen de contrepoids. La vitesse de rotation peut être réglée par un rhéostat. Les arbres porte-foret sont à débrayage permettant de les déplacer rapidement à la main ; la pression sur l'outil est absorbée par des crapaudines sphériques.

La distance entre l'outil et le bâti est de 45 centimètres. La machine sert à percer des trous jusqu'à 45 millimètres de diamètre et 250 millimètres de profondeur. Elle peut être pourvue d'un appareil à tarauder.

Les deux tables fixées contre le bâti par des glissières peuvent se déplacer dans le sens vertical au moyen de volants à main, d'engrenages à vis sans fin, de crémaillères et de pignons dentés. La plaque de fondation contient également des rainures en T servant à fixer les pièces.

**Machine à percer Siemens et Halske.** — La figure 66 représente une machine à percer, commandée électriquement, de MM. Siemens et Halske. Le moteur, placé en arrière, sur un support approprié, agit par courroie sur l'arbre horizontal commandant par une série de transmissions à courroie, engrenages droits et engrenages d'angle l'axe porte-

mèche. La vitesse de rotation est réglée à l'aide d'un double cône à quatre poulies et la descente du foret est obtenue à la main ou automatiquement par une transmission à engrenages et vis sans fin. Ce dispositif procure une grande facilité de manœuvre et permet de percer des trous très rapidement.

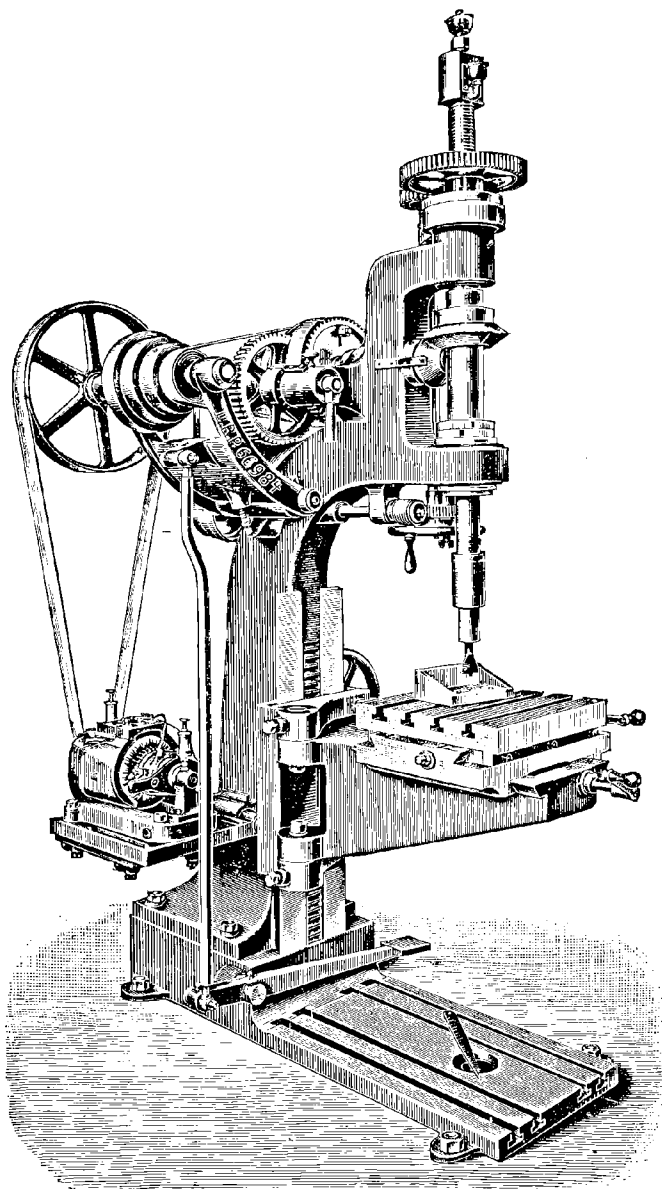


Fig. 66. — Machine à percer Siemens et Halske.

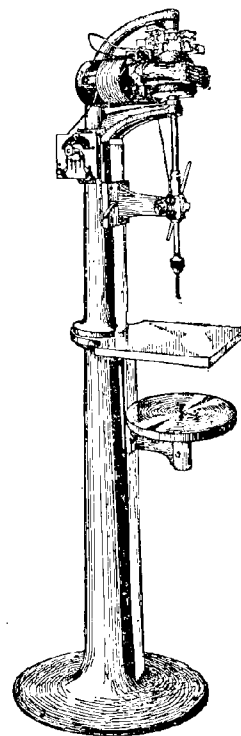


Fig. 67  
Machine à percer Ullmann.

Signalons enfin, pour terminer les machines à percer à commande électrique, la petite perceuse de M. Ullmann que représente la figure 67. La principale particularité de cet appareil consiste en ce que l'arbre porte-foret est constitué par le prolongement de l'arbre même du

moteur, lequel se trouve placé horizontalement à la partie supérieure ; il n'y a donc pas de réducteur de vitesse et la mèche tourne aussi rapidement que l'induit du moteur. Cette disposition simplifie l'appareil mais ne peut convenir que pour des trous de petits diamètres.

**Cisaille électrique Fabius Henrion.** — Les usines métallurgiques de MM. les petits-fils de Wendel, à Hayange (Lorraine) produisent des fers marchands de grande longueur souvent difficiles à transporter jusqu'à la cisaille. On a donc imaginé d'avoir recours à une cisaille mobile pour les couper facilement sur place. La figure 68 donne la vue d'ensemble de cet appareil ; c'est, comme on le voit, une cisaille actionnée par un moteur à courant continu par l'intermédiaire d'une courroie. Le moteur prend 75 ampères sous une différence de potentiel de 110 volts, et il tourne à la vitesse angulaire de 800 tours par minute. La machine-outil et le moteur sont montés sur un chariot mobile sur rails.

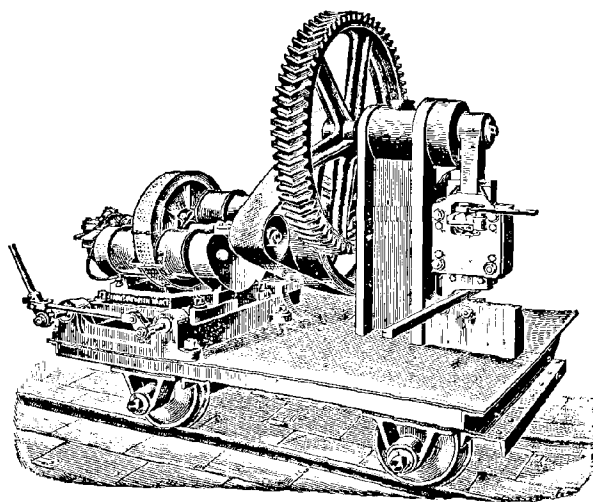


Fig. 68. — Cisaille électrique Fabius Henrion.

L'énergie électrique est empruntée par un trolley à la distribution générale de l'usine. Des dispositions particulières permettent d'éviter les obstacles assez nombreux qui se rencontrent dans l'établissement. Avec cette disposition, il a été permis d'éviter de grandes dépenses pour le déplacement des fers à couper, et une économie de temps et de main-d'œuvre assez importante a pu être réalisée.

**Fraiseuse électrique Gramme.** — La Société Gramme a construit un modèle de machine à fraiser verticale que représente la figure 69. Le moteur est enfermé dans une caisse de forme cylindrique, disposée à la partie supérieure, et il commande la tige porte-fraise par deux engrenages d'angle. Les mouvements du chariot portant la pièce à fraiser sont obtenus automatiquement par un renvoi à courroie ou à la main à l'aide de manivelles. Ce modèle est très simple et d'une manœuvre très facile.

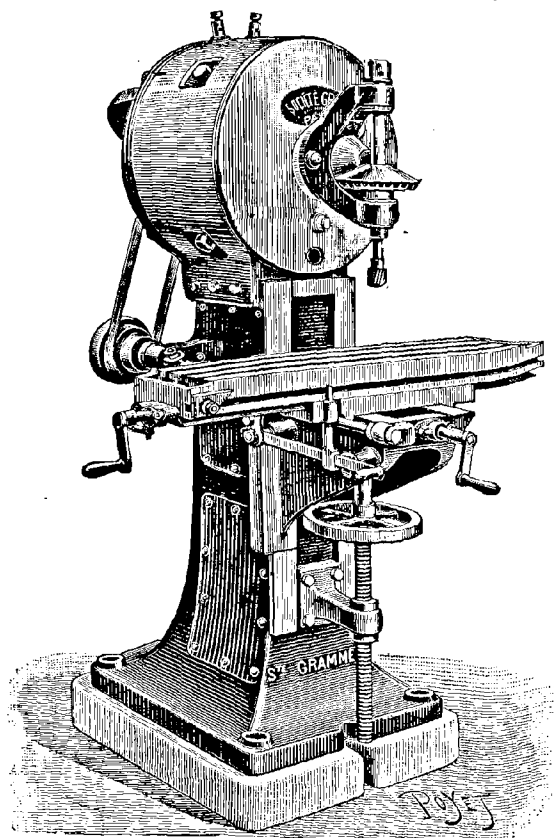


Fig. 69. — Fraiseuse électrique Gramme.

J.-L. BRETON. — 3



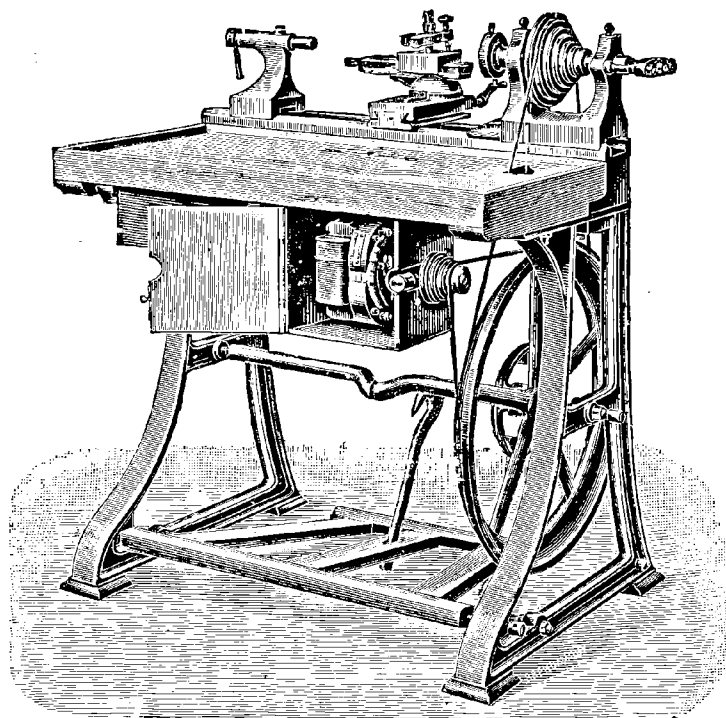


Fig. 70. — Tour à commande électrique Siemens et Halske

le banc du tour, et le mouvement est transmis au volant par une corde en boyau. Ce tour peut être également mû au pied, lorsque le courant électrique fait défaut.

**Tour électrique « Gec ».**—

Dans le modèle « Gec », vendu par M. Ullmann (fig. 71), le moteur, qui rappelle la forme du « type supérieur » de Gramme, est monté sur le banc même du tour dont il actionne directement le harnais de changement de vitesse. Le combinateur est disposé à gauche, à la portée de la main de l'ouvrier, et il permet de régler la vitesse à volonté.

Il existe encore d'autres dispositifs dans lesquels la liaison du moteur avec l'arbre du tour est opérée à l'aide d'engrenages ou de courroies,

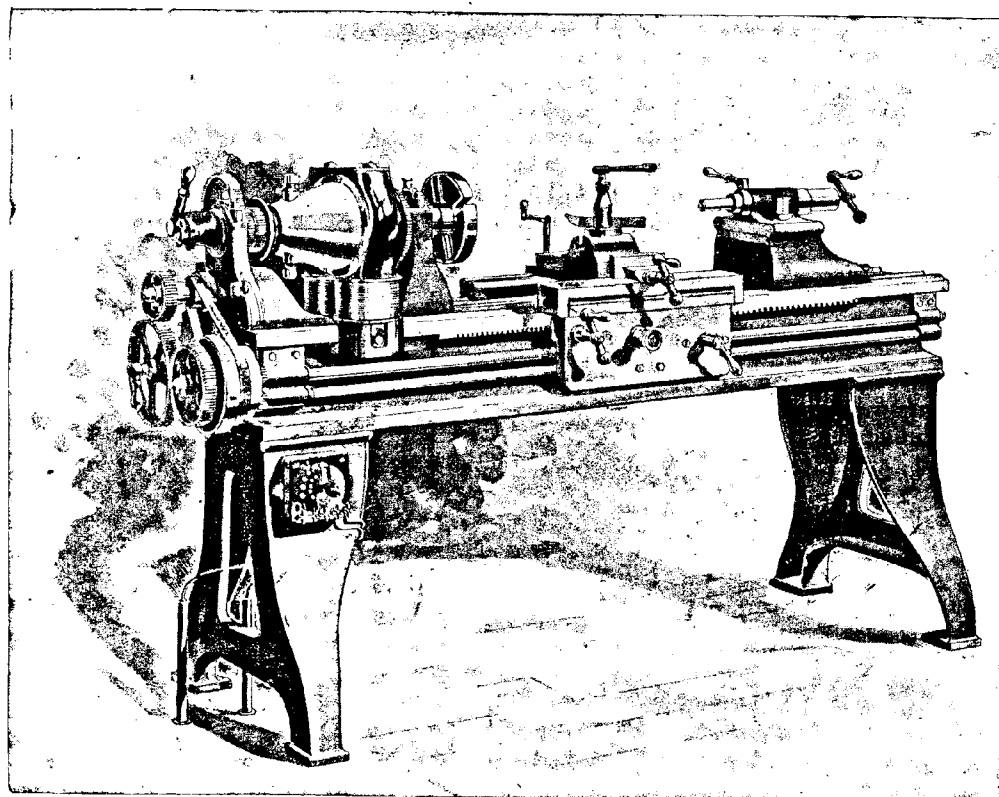


Fig. 71. — Tour parallèle à commande électrique Gec.

et l'on comprend facilement que l'on peut modifier à l'infini ces modes d'accouplement.



**Machine à mortaiser des Ateliers d'Oerlikon.** — Cette machine (fig. 72) à mouvement circulaire automatique de la table est munie d'un support également automatique à double effet et d'un guide-poinçon à inclinaison variable, qui permet de mortaiser sous tous les angles. La distance entre l'outil et le bâti est de 43 centimètres ; on peut travailler sur cette machine des pièces ayant jusqu'à 70 centimètres de diamètre et 45 centimètres de hauteur. La machine est commandée par un moteur à courant continu à enroulements en dérivation de 2 chevaux  $1/2$  effectifs à la vitesse de 900 tours par minute accouplé directement à l'arbre d'une vis sans fin qui, avec sa roue hélicoïdale, est renfermée dans une boîte en fonte.

Un volant placé sur l'arbre du moteur sert à rendre plus uniforme la charge du moteur pendant le travail. Le poinçon se déplace facilement au moyen d'une vis de réglage. La table, qui est pourvue d'un mouvement automatique de translation dans les deux sens ainsi que d'un mouvement circulaire, est ajustée avec une grande exactitude dans des glissières prismatiques. La vitesse du mouvement de la table est variable. Un rhéostat permet de régler à volonté la vitesse de l'outil.

Le moteur, solidement fixé sur une console placée sur le côté du bâti, est renfermé dans une boîte en acier coulé.

Lorsqu'on emploie le système des courants triphasés, le moteur est muni de bagues de contact qui permettent de régler la vitesse comme avec le courant continu. Ces machines sont construites de diverses dimensions jusqu'à 1 mètre de course.

**Machine universelle à travailler le bois des ateliers d'Oerlikon.** — Cet appareil, représenté par la figure 73, est destiné à raboter, percer, faire des mortaises et scier avec scie à ruban ou scie circulaire. Les deux poulies porte-lame d'un diamètre de 80 centimètres sont solidement fixées à une colonne tournée formant le bâti principal de la machine. La poulie supérieure repose sur un support disposé de façon à tendre la lame et à l'empêcher de tomber de la poulie. L'arbre horizontal porte-outil est actionné à l'aide d'une courroie par la

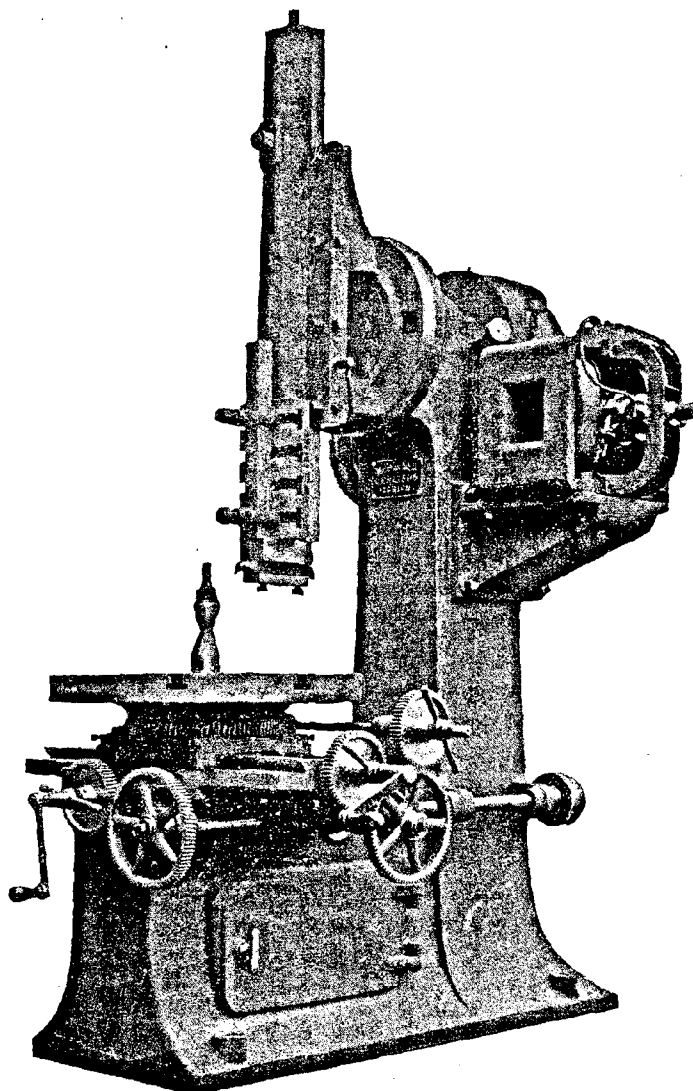


Fig. 72. — Machine à mortaiser des Ateliers d'Oerlikon.

poulie que l'on voit à la partie inférieure. Cet arbre porte d'un côté les lames à raboter et de l'autre le foret que l'on peut remplacer rapidement par la scie circulaire. La table est déplaçable verticalement d'après une échelle métrique à l'aide d'une roue à main. L'avancement du bois à raboter se fait automatiquement à l'aide de deux cylindres dont l'un est cannelé.

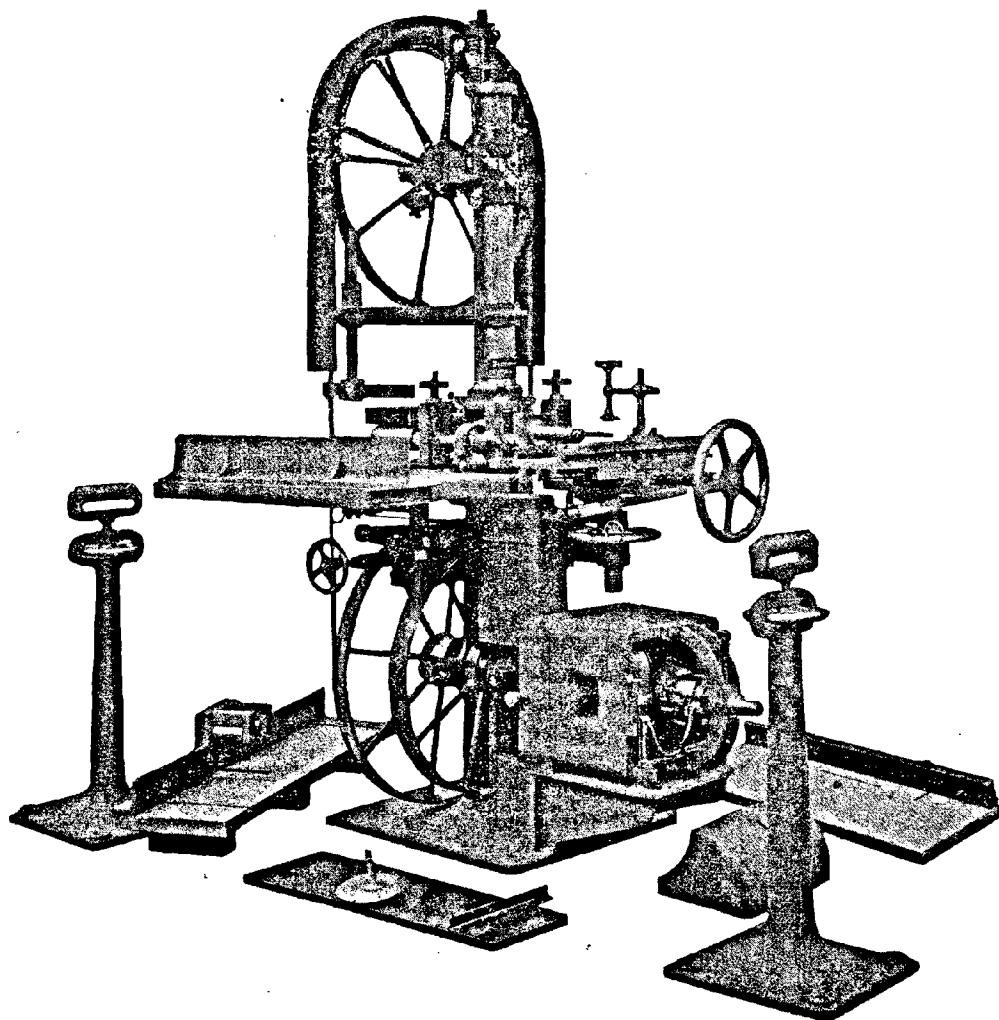


Fig. 73. — Machine universelle à travailler le bois des Ateliers d'Oerlikon.

L'arbre principal de la machine, portant la poulie motrice de la scie à ruban et la poulie actionnant l'arbre porte-outil, est directement accouplé à un électromoteur à courant continu de 3 chevaux effectifs faisant 500 tours à la minute. Le moteur est muni de balais en charbon et est relié à un interrupteur et un appareil de démarrage. La machine peut raboter des bois de 153 millimètres de largeur sur 120 millimètres d'épaisseur. Elle permet de percer des trous ayant jusqu'à 300 millimètres de longueur et 100 millimètres de profondeur. La scie circulaire peut faire des onglets jusqu'à 40 millimètres de largeur. La scie à ruban permet de scier des pièces de 258 millimètres de hauteur et 250 millimètres de largeur.

**Scie à ruban horizontale des ateliers d'Oerlikon.** — Cette nouvelle scie (fig. 74) de construction perfectionnée est destinée à scier des trous d'arbres ayant jusqu'à 1.400 millimètres

de diamètre. Le tronc d'arbre à couper restant fixé sur les traverses, sur lesquelles reposent en même temps les rails, on obtient des planches d'une épaisseur absolument égale. Un moteur de 16 chevaux à courants triphasés est accouplé à l'une des deux poulies porte-lame, que l'on fait monter avec la lame de scie par un simple mouvement de levier, tandis qu'on les fait descendre facilement par un volant à main suivant l'épaisseur à donner aux planches.

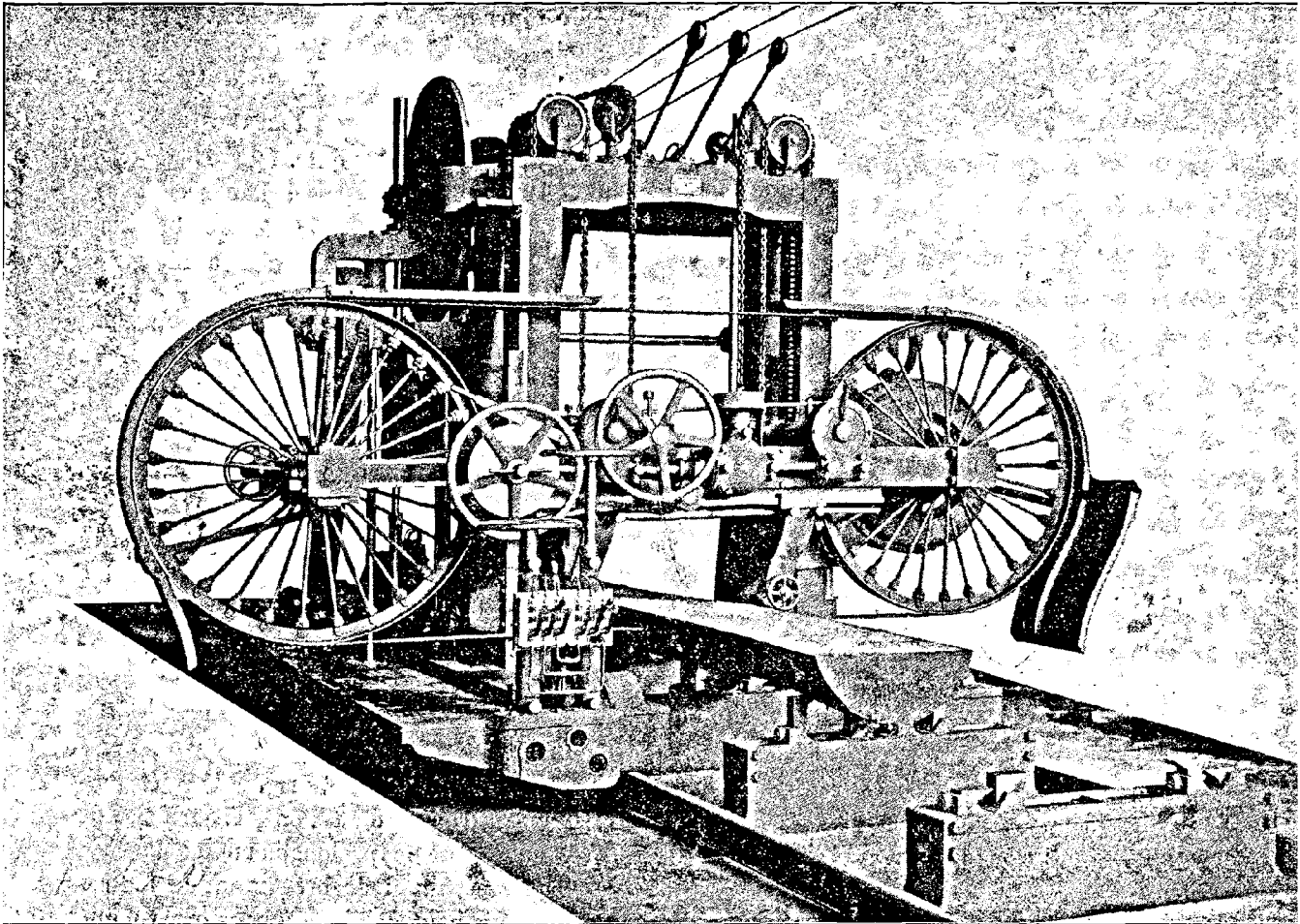


Fig. 74. — Scie à ruban horizontale à commande électrique des Ateliers d'Oerlikon.

La lame a une vitesse très considérable, soit 38 mètres par seconde. L'avancement peut être facilement réglé pendant la marche, il est de 870 millimètres au minimum et de 14 mètres au maximum par minute. Le retour se fait très rapidement. Ces deux mouvements sont produits par un moteur de 6 chevaux à courants triphasés. La commande des différentes opérations se fait au même endroit au moyen de leviers et de volants à main. C'est à ces différents éléments qu'est due la grande capacité de travail de cette scie, qui, en outre, fait un trait fort net et dont l'épaisseur n'est guère appréciable. La quantité de travail peut encore être augmentée considérablement, si l'on fait la voie d'une longueur correspondante, permettant de se servir d'une partie de la voie pour préparer un nouveau tronc d'arbre pendant que la machine fonctionne sur l'autre partie; on sera ainsi à même [de pouvoir faire travailler la machine sans interruption. La lame de scie

elle-même étant d'une grande importance tant pour la qualité de travail que pour la netteté du trait, il y a lieu d'y apporter les plus grands soins. Le courant électrique arrive à cette machine par trois trolleys roulant sur des conducteurs disposés à la partie supérieure.

**Machines à meuler et à polir de la Société Gramme.** — Les moteurs électriques ont la propriété — qui est souvent un inconvénient — de tourner à une allure excessive, rendant

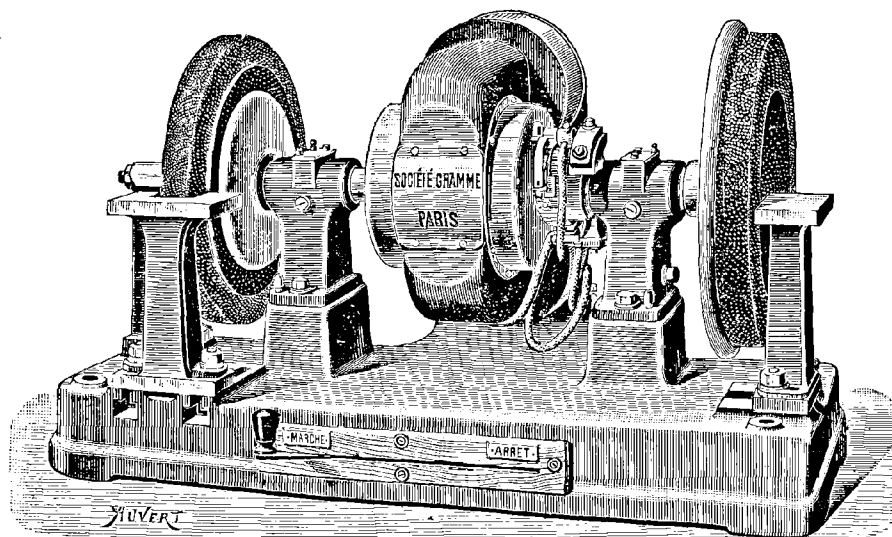


Fig. 75. — Meules d'émerie à commande directe par moteur électrique Gramme.

nécessaire l'interposition d'engrenages réducteurs de vitesse entre leur arbre et l'arbre de l'appareil à conduire. Mais cette grande vitesse est avantageuse lorsque ces machines doivent tourner rapidement, comme c'est le cas avec les ventilateurs, les essoreuses, les toupies à découper les moules, et enfin, les meules. La Société Gramme a construit une machine à meuler double (fig. 75), dans laquelle l'électromoteur est disposé entre les meules, à égale distance de l'une et de l'autre. L'arbre repose sur trois paliers et se trouve absolument équilibré. Une manette mobile commande un rhéostat avec lequel on règle facilement la vitesse.

Dans la machine à polir (fig. 76), dont un exemplaire était exhibé à l'Exposition des automobiles de 1898, le moteur est enfermé

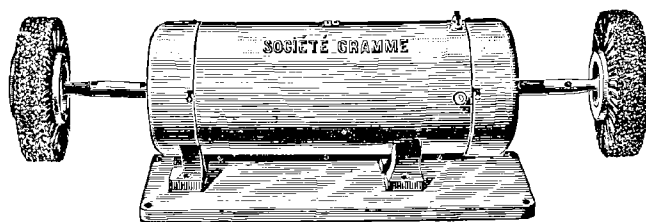


Fig. 76. — Machine à polir à commande électrique directe.

dans une boîte cylindrique hermétiquement fermée, d'où l'on voit sortir de chaque côté le prolongement de l'arbre, lequel est muni de brosses ou de feutres que l'on peut d'ailleurs changer à volonté suivant la finesse du polissage à effectuer. Ces appareils sont très appréciés des nicke-

leurs et polisseurs, et leur usage se répand de plus en plus.

**Bloc d'étirage électrique de la Société Gramme.** — Cet appareil (fig. 77) est construit pour tréfiler les fils de fer, de cuivre ou de laiton. Il peut fonctionner suivant quatre vitesses différentes; sa mise en marche est progressive, facilitant l'accrochage. Sa manœuvre s'effectue extérieurement par deux manivelles à portée de la main de l'ouvrier. Il peut se fixer sur le sol simplement par quatre boulons.

Cette machine-outil est construite suivant trois tailles différentes, pour l'étirage des fils de cuivre de 8 millimètres à 5 millimètres, de 5 millimètres à 25 dixièmes, et enfin de 25 dixièmes à 5 dixièmes de millimètre.

**Forge électrique de la Société Gramme.**—

Le modèle de forge électrique (fig. 78) est également construit par la Société Gramme. C'est une forge portable à quatre regards, dont le moteur actionnant le ventilateur fonctionne

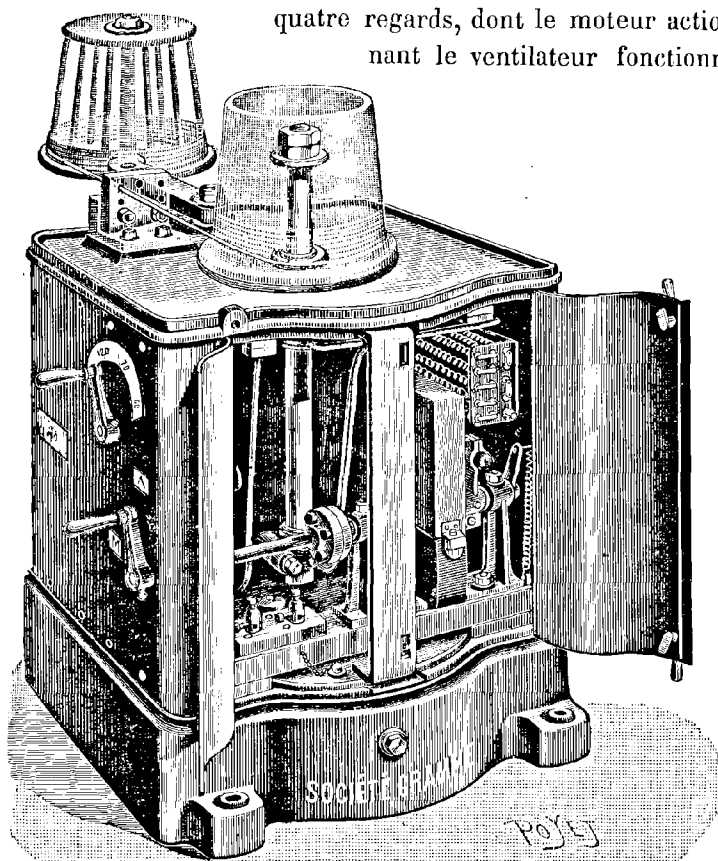


Fig. 77. — Bloc d'étréage à commande électrique de la Société Gramme.

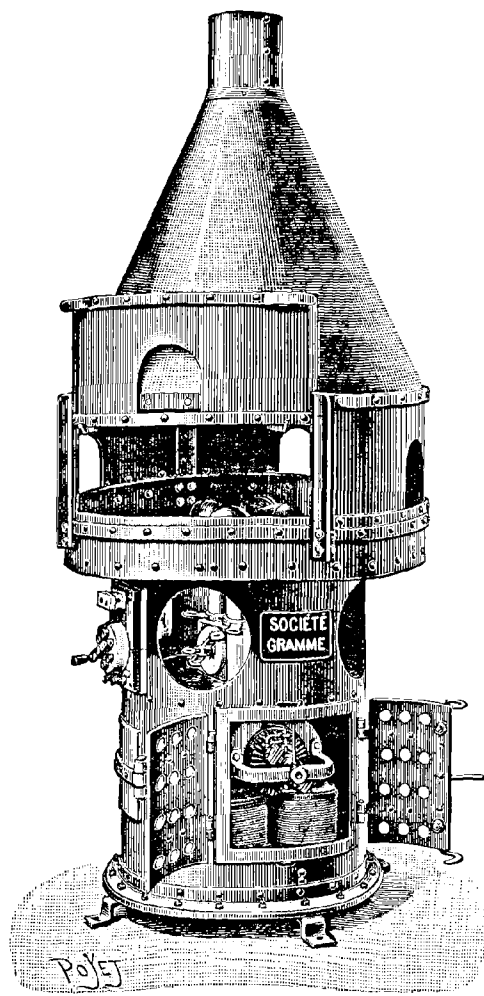


Fig. 78. — Forge électrique de la Société Gramme.

sur toutes les distributions de courant continu de 110 à 120 volts; elle peut alimenter quatre équipes de riveurs à la fois. Chaque feu est indépendant, et, comme le montre la gravure, tout le mécanisme est bien groupé pour donner le maximum de commodité dans l'exécution du travail.

Enfin la figure 79 représente un électromoteur transportable Gramme muni d'un réducteur de vitesse et qui peut être rapidement installé pour commander une machine-outil quelconque, soit par flexible, par arbre à genouillères ou par courroie. Son rhéostat de réglage et de mise en marche est disposé dans une petite caisse indépendante en tôle perforée facilement transportable.

Nous pourrions donner encore de nombreux exemples de commande électrique de machines-outils, réalisés par différents électriciens, mais il faut savoir nous borner dans nos descriptions, d'autant plus que ces accouplements ne diffèrent pas sensiblement les uns des autres et ne présentent aucune particularité assez notable pour mériter un examen spécial et détaillé.

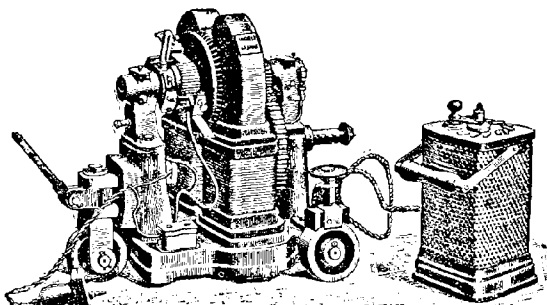


Fig. 79. — Moteur transportable Gramme avec son rhéostat de réglage

## CHAPITRE TROISIÈME

**APPAREILS INDUSTRIELS DE LEVAGE COMMANDÉS ELECTRIQUEMENT.** — La commande électrique directe des appareils industriels de levage présente des avantages particuliers; la manœuvre de ces appareils est, en effet, très délicate, ils demandent des mises en marche, des arrêts et des changements de marche continus; les moteurs destinés à les actionner doivent se prêter à ces conditions.

Or, on connaît la grande facilité de mise en marche, de réglage, de changement de marche et d'arrêt des moteurs électriques; ces moteurs possèdent incontestablement ces qualités au suprême degré et aucun autre système ne peut lutter avec eux sur ce terrain; leur emploi est donc tout indiqué pour la commande des appareils de levage et, de fait, durant ces dernières années, ils ont présenté une tendance très marquée à supplanter, pour cette application particulière, tous les autres modes de production de l'énergie mécanique.

Ici encore les moteurs à courant continu et ceux à courants polyphasés entrent en sérieuse concurrence et leur choix ne peut être définitivement déterminé que par les circonstances spéciales de chaque installation.

Le nombre des appareils de levage employés dans l'industrie est assez élevé; nous examinerons principalement dans ce chapitre, les ponts-roulants, les grues, les treuils et les monte-charges étudiés et construits par certains ateliers d'électricité.

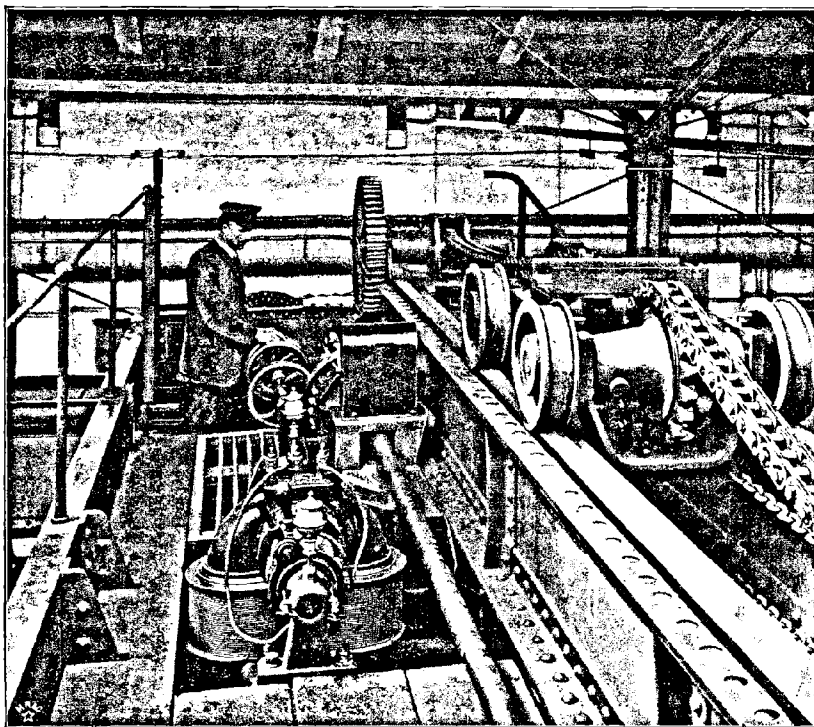


Fig. 80. — Pont roulant commandé par un seul électromoteur Siemens et Halske  
portant le treuil destiné à soulever les charges à mouvoir. On comprend, par

**Ponts roulants électriques.** — Le pont roulant est une machine presque indispensable dans les ateliers de construction et les usines métallurgiques pour le transport, d'une extrémité à l'autre du hall de travail, des pièces à forger, à travailler ou à mettre en place.

Il se compose d'un solide bâti de fer pouvant se déplacer sur toute la longueur de l'atelier en roulant sur des rails spécialement disposés contre les parois ou supportés par des colonnes à la hauteur voulue; sur ce bâti se trouve disposés d'autres rails recevant un chariot se déplaçant sur toute la lon-

suite, que ces deux déplacements, longitudinal et transversal, permettent d'amener le treuil à un point quelconque de la surface de l'usine, d'y prendre une charge et de la transporter à un autre point quelconque. On voit par là les services immenses qu'un tel appareil peut rendre.

Dans tout pont roulant il y a donc trois mouvements distincts : l'un déplaçant le bâti dans le sens longitudinal, l'autre déplaçant le chariot sur ce bâti dans un sens perpendiculaire au premier et, enfin, le troisième soulevant la charge à transporter.

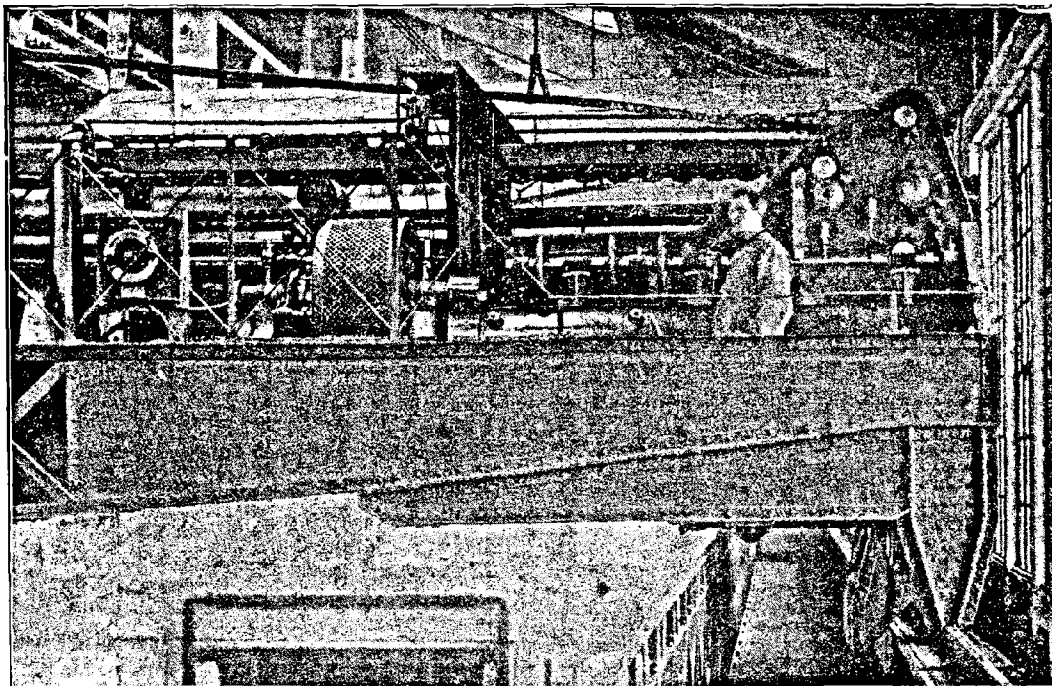


Fig. 81. — Pont roulant électrique de 25.000 kilogrammes des Ateliers Krupp, à Essen.

Les ponts roulants étant des appareils destinés à se déplacer continuellement il est indispensable que les machines motrices qui les actionnent puissent les suivre facilement dans ces déplacements. Autrefois, pour actionner ces appareils de levage, on utilisait des transmissions par arbre ou par câble disposées le long des rails supportant le pont roulant et commandant, par des organes très compliqués, les différents mouvements de l'appareil : élévation et descente des charges, manœuvre transversale du chariot et déplacement longitudinal de l'ensemble. Ces transmissions multiples, constamment actionnées par une machine à vapeur spéciale, absorbaient en frottements inutiles, une quantité considérable d'énergie qui réduisait le rendement à un très faible taux.

La commande par électromoteur permet de simplifier considérablement les transmissions, de faciliter la manœuvre et d'augmenter le rendement ; aussi la presque totalité des ponts roulants à commande mécanique, actuellement en usage dans les grandes usines, reçoivent leur mouvement de l'énergie électrique.

La disposition la plus simple, qui s'emploie surtout pour la transformation des appareils déjà existants, est de placer sur la plateforme du pont roulant un électromoteur recevant le courant électrique par l'entremise de trolleys roulant sur des conducteurs disposés le long du chemin parcouru par l'appareil. Dans ce cas le moteur fonctionne d'une manière continue et actionne,



par un réducteur de vitesse, un arbre qui produit les différents mouvements nécessaires à l'aide de divers accouplements.

Il est toutefois encore plus avantageux, afin de pousser plus loin la simplification des transmissions mécaniques, d'utiliser un moteur spécial pour chaque espèce de mouvement ; chaque électromoteur qui peut tourner aussi bien dans un sens que dans l'autre commande, dans ce cas, l'un des mouvements à l'aide d'un simple train d'engrenages réducteur de vitesse. On peut ainsi disposer de trois moteurs différents ; le premier provoquant le déplacement longitudinal de l'ensemble de la plateforme, le second produisant le mouvement transversal du chariot porte-treuil et le troisième actionnant le treuil qui soulève les charges.

On peut encore employer une solution mixte ne comportant que deux électromoteurs, l'un commandant le mouvement longitudinal de la plateforme, l'autre le treuil et le déplacement latéral du chariot. On peut également, dans certains cas, n'utiliser la commande électrique que pour l'un des mouvements, par exemple le déplacement de la plateforme, les deux autres mouvements étant obtenus à la main.

La manœuvre des ponts roulants électriques peut être effectuée par un homme placé sur une plateforme spécialement disposée sur ou sous le pont roulant, ou encore, du sol même de l'usine, par des cordes commandant les interrupteurs.

**Ponts roulants électriques Siemens et Halske.** — La maison Siemens et Halske construit des ponts roulants de divers systèmes, présentant les différentes dispositions que nous venons d'indiquer. C'est ainsi que la figure 80 représente un pont roulant possédant un seul électromoteur de 5 chevaux qui commande, à l'aide d'un train d'engrenages réducteur de vitesse, un arbre possédant trois accouplements mécaniques ; ces accouplements actionnent respectivement, les roues provoquant le mouvement longitudinal de l'ensemble, une chaîne qui entraîne le chariot dans son mouvement transversal et, enfin, le treuil de levage muni d'une chaîne du type Galle.

Chacun des trois accouplements peut être débrayé ou embrayé à l'aide d'un volant portant les indications respectives : « monter », « descendre » ; « à droite », « à gauche » ; « en avant », « en arrière », et servant à toute la manœuvre.

La mise en marche du moteur s'effectue par l'entremise d'un commutateur à contact de charbons ; pour le démarrage on ferme d'abord le circuit par le contact de deux charbons ; le courant, très intense, qui passe aussitôt, agit sur un électro-aimant qui intervient comme dans une lampe à arc, en éloignant légèrement les charbons, de manière à produire un arc qui forme résistance et préserve le moteur du passage d'un courant trop intense ; lorsque la vitesse normale est obtenue la résistance du moteur augmente et le courant diminue assez pour que l'électro-aimant laisse les deux charbons revenir en contact ; à ce moment il suffit de tourner un peu plus la manivelle du commutateur pour remplacer le contact imparfait des deux charbons par un contact métallique.

Dans les ateliers du chemin de fer, à Francfort, fonctionnent deux ponts roulants de ce système pouvant élever des fardeaux de 12.000 kilogrammes.

La figure 81 représente un pont roulant de plus grande dimension, d'une puissance de 25.000 kilogrammes, fonctionnant dans les ateliers Krupp, à Essen. Le moteur développe 25 chevaux, les transmissions et la manœuvre se font comme dans l'appareil précédent.

Nous avons vu plus haut qu'il est préférable, pour la facilité de manœuvre et la simplification des transmissions mécaniques, de munir chacun des trois mouvements d'un moteur distinct et



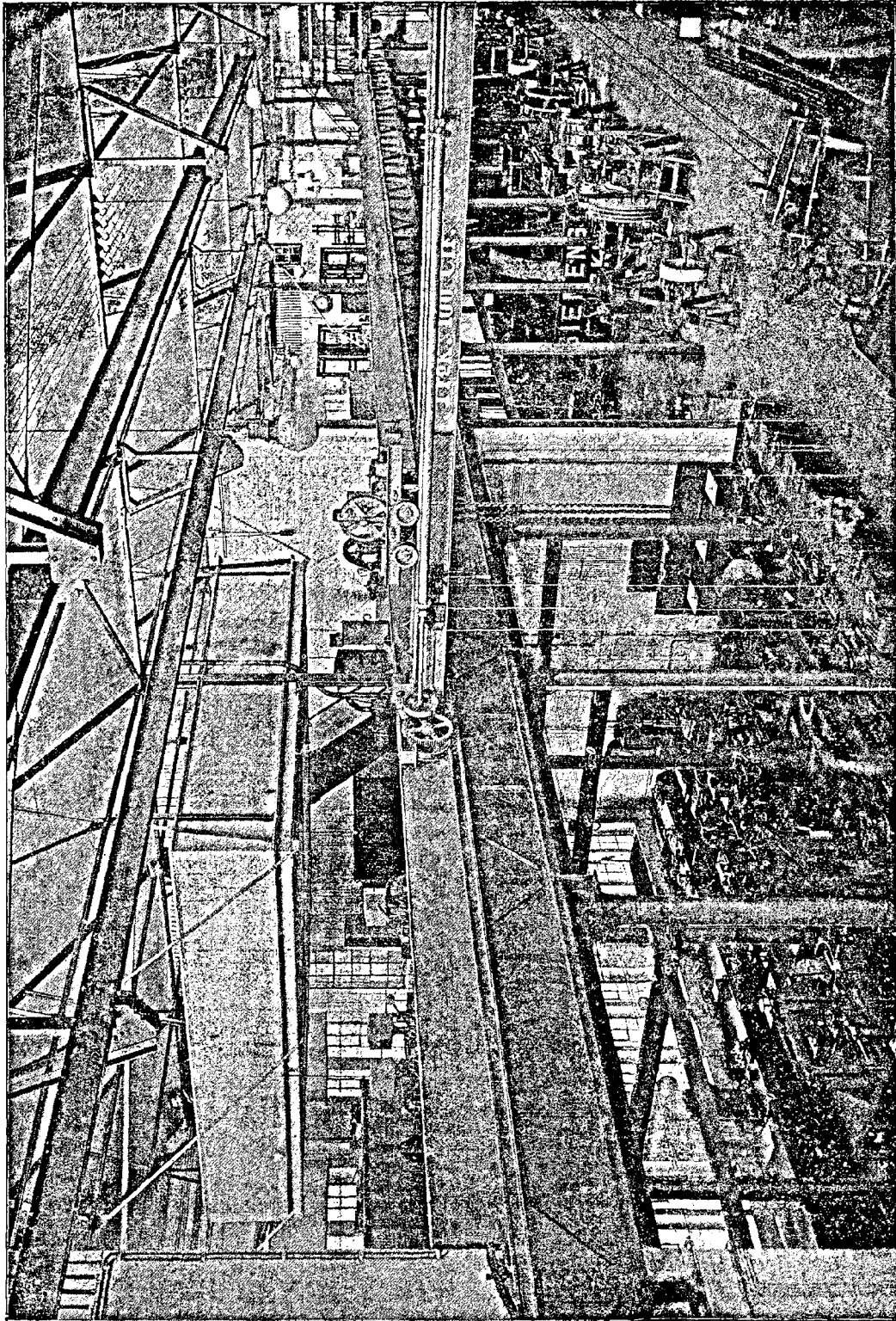


Fig. 82. — Petit pont roulant des Ateliers Siemens et Halske commandé par trois électromoteurs.

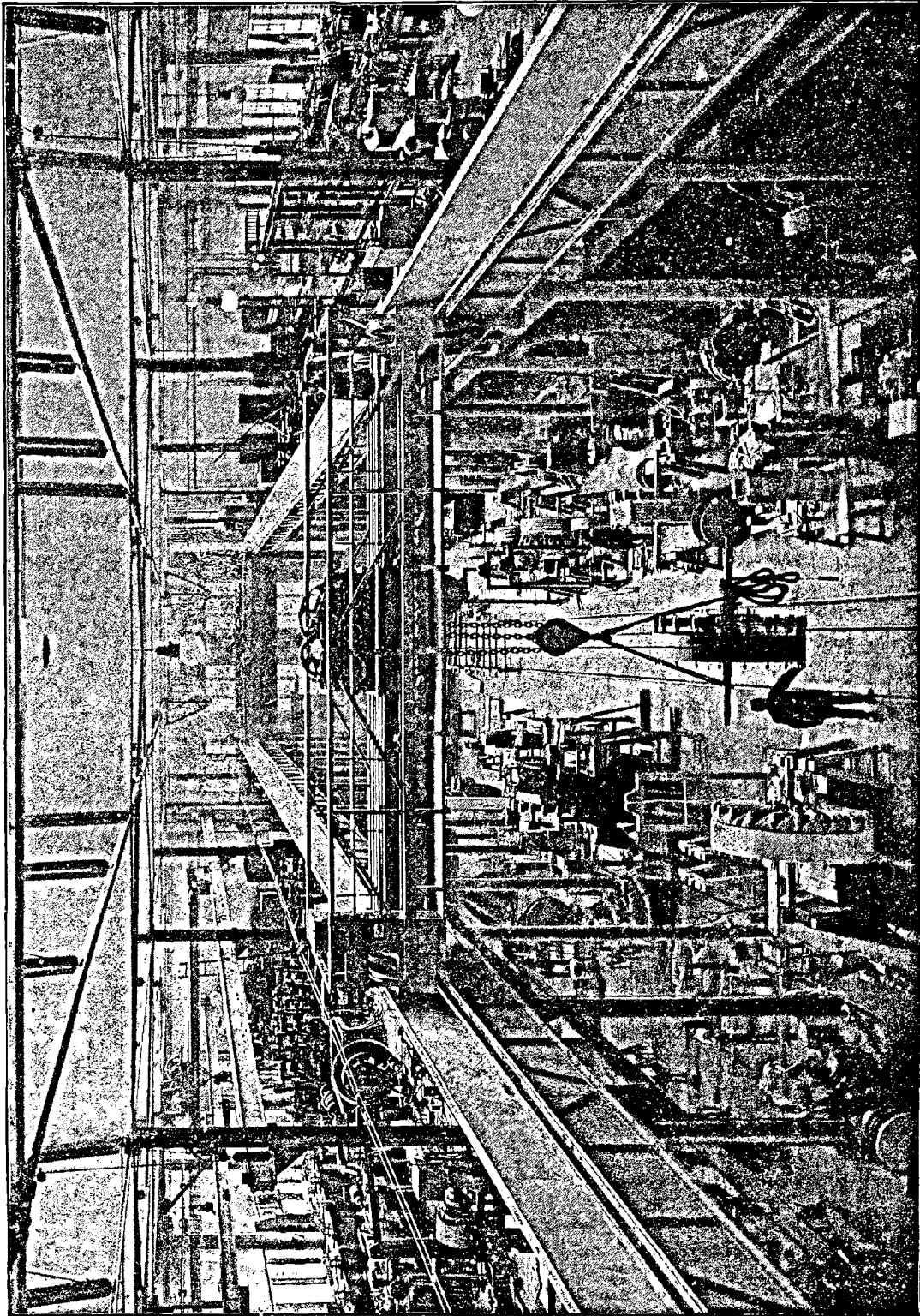


Fig. 88 — Grand pont r. au. des Ateliers Siemens et Halske commandé par trois électromoteurs.

spécial ; la figure 82 représente un pont roulant installé dans les usines Siemens et Halske et présentant cette disposition.

Le bâti, constitué par deux poutres en T très robustes, est porté à chaque extrémité par deux roues reposant sur les rails longitudinaux ; pour que l'avancement se fasse régulièrement, un arbre creux, visible sur le devant de notre gravure, rend solidaire une des roues de droite avec l'une des roues de gauche. Le bâti porte des rails à sa partie supérieure pour le déplacement transversal du chariot porte-treuil.

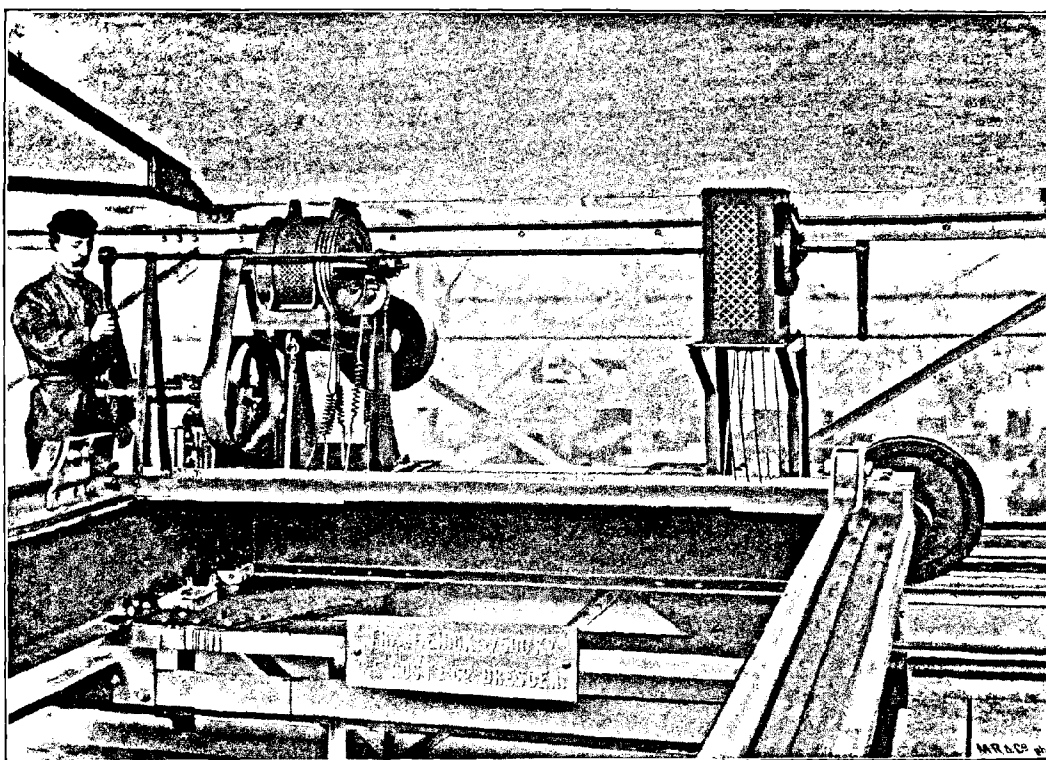


Fig. 84. — Pont roulant électrique Siemens et Halske. Electromoteur à courants triphasés.

L'un des moteurs actionne, par vis sans fin et engrenages, le treuil de levage ; l'autre les roues du chariot et, enfin, le troisième les roues du bâti. Le moteur du treuil est de 2 chevaux, celui du chariot de  $\frac{3}{4}$  de cheval et celui du bâti de 1 cheval et demi. Chaque moteur est muni d'un inverseur de courant lui permettant de tourner à volonté dans un sens ou dans l'autre ; le rhéostat de mise en marche est commun aux trois.

La manœuvre se fait du sol de l'usine à l'aide de sept cordes ; chaque inverseur de courant est commandé par deux cordes portant respectivement les inscriptions : « monter », « descendre » ; « à droite », « à gauche » ; « en avant », « en arrière » ; l'appareil de mise en marche est actionné par une septième corde. Lorsqu'on doit, par exemple, élever un fardeau attaché à la chaîne du treuil on tire la corde portant le mot « monter » et, ensuite, celle de l'appareil de mise en marche que l'on n'abandonne que lorsqu'on veut arrêter le mouvement ascensionnel de la charge ; de même pour les autres mouvements.

Le pont roulant de la figure 83 est également installé dans les ateliers Siemens et Halske ; il

présente une disposition analogue au précédent, il est toutefois plus puissant et sa manœuvre ne se fait plus du sol de l'usine mais d'une plateforme supérieure. Le moteur du treuil est de 8 chevaux et provoque l'ascension du fardeau à une vitesse variant entre 14 à 24 millimètres à la seconde ; le moteur du chariot est de deux chevaux et déplace ce chariot à une vitesse de 65 millimètres à la seconde ; enfin, le moteur du bâti, d'une puissance de 4 chevaux, entraîne l'ensemble du pont roulant à une vitesse de 250 millimètres par seconde. Le courant est amené à ces moteurs par deux conducteurs supportés par des consoles de bois visibles sur la partie gauche de notre figure ; deux fourchettes, en forme de crochet, captent le courant sur ces fils ; au passage des consoles les fils qui y reposent simplement sont soulevés et les fourchettes passent entre les fils et la console.

Il se présente certains cas où l'on préfère, pour réduire les frais d'installation, ne commander qu'un seul mouvement par moteur électrique, les deux autres se faisant à la main. Lorsqu'il s'agit, par exemple, de charges très légères qui peuvent être facilement élevées à la main mais qui doivent être transportées sur une grande longueur, on peut n'employer qu'un seul moteur pour le déplacement de l'ensemble du pont roulant, le treuil et le chariot étant mus à la main. Lorsqu'au contraire, il s'agit de grands poids à transporter à petite distance, on préfère utiliser l'unique moteur pour la commande du treuil.

La figure 84 représente ainsi un pont roulant, fonctionnant dans les ateliers du chemin de fer de Saxe à Dresde, et possédant un seul moteur destiné au déplacement longitudinal de l'ensemble ; le treuil et le chariot sont actionnés à la main à l'aide de chaînes. Le moteur à courants triphasés de trois chevaux commande les roues du bâti, par l'entremise d'une courroie et d'engrenages. La mise en marche du moteur s'opère à l'aide d'un rhéostat qui peut être manœuvré à l'aide d'un levier de l'une ou l'autre des deux plateformes placées de chaque côté du bâti.

**Ponts roulants électriques des ateliers d'Oerlikon.** — La commande électrique des ponts roulants, telle qu'elle est effectuée sur ceux construits par les Ateliers de Construction d'Oerlikon présente, sur les anciens systèmes de commande, les avantages suivants. La construction du chariot-treuil et de tous les mécanismes est la plus simple imaginable et l'on peut en un clin d'œil se rendre compte du fonctionnement de tous les appareils. L'on atteint ce résultat par l'emploi d'un moteur spécial pour chaque mouvement (levage, déplacement longitudinal et transversal), ainsi que par l'emploi de vis sans fin pour la transmission des mouvements. Le service est des plus simples et toutes les manœuvres se font très rapidement, vu l'arrangement pratique de la plateforme du conducteur et des appareils pour la commande, ainsi que la possibilité d'obtenir avec les moteurs électriques de grandes vitesses. Malgré cela ces ponts roulants ne contiennent aucune roue dentée qui fasse plus de vingt tours par minute.

La marche est uniforme, silencieuse et sans chocs. Les moteurs sont continuellement en liaison avec les organes effectuant les mouvements. Tout particulièrement le moteur pour le levage de la charge est toujours en liaison avec la chaîne. Par suite de l'emploi de matériaux de première qualité et par un travail soigné l'on arrive à obtenir une usure minime et un rendement très élevé. Les roues marchant sur rails sont munies de bandages en acier ; tous les engrenages sont taillés sur des machines spéciales. Les vis sans fin sont en acier, les roues hélicoïdales en bronze phosphoreux, le tout étant enfermé dans une boîte pleine d'huile.

On peut employer pour ces ponts-roulants, soit le courant continu, soit les courants alternatifs triphasés ; le premier est indiqué lorsque le courant doit être fourni par une dynamo à courant continu déjà installée ; on adopte, au contraire, les courants triphasés là où l'on n'a à tenir compte d'aucune installation existante.

La figure 85 représente un chariot de pont roulant électrique à courant continu ; le moteur que l'on voit sur la gauche de la figure commande le treuil ; les roues du chariot sont actionnées

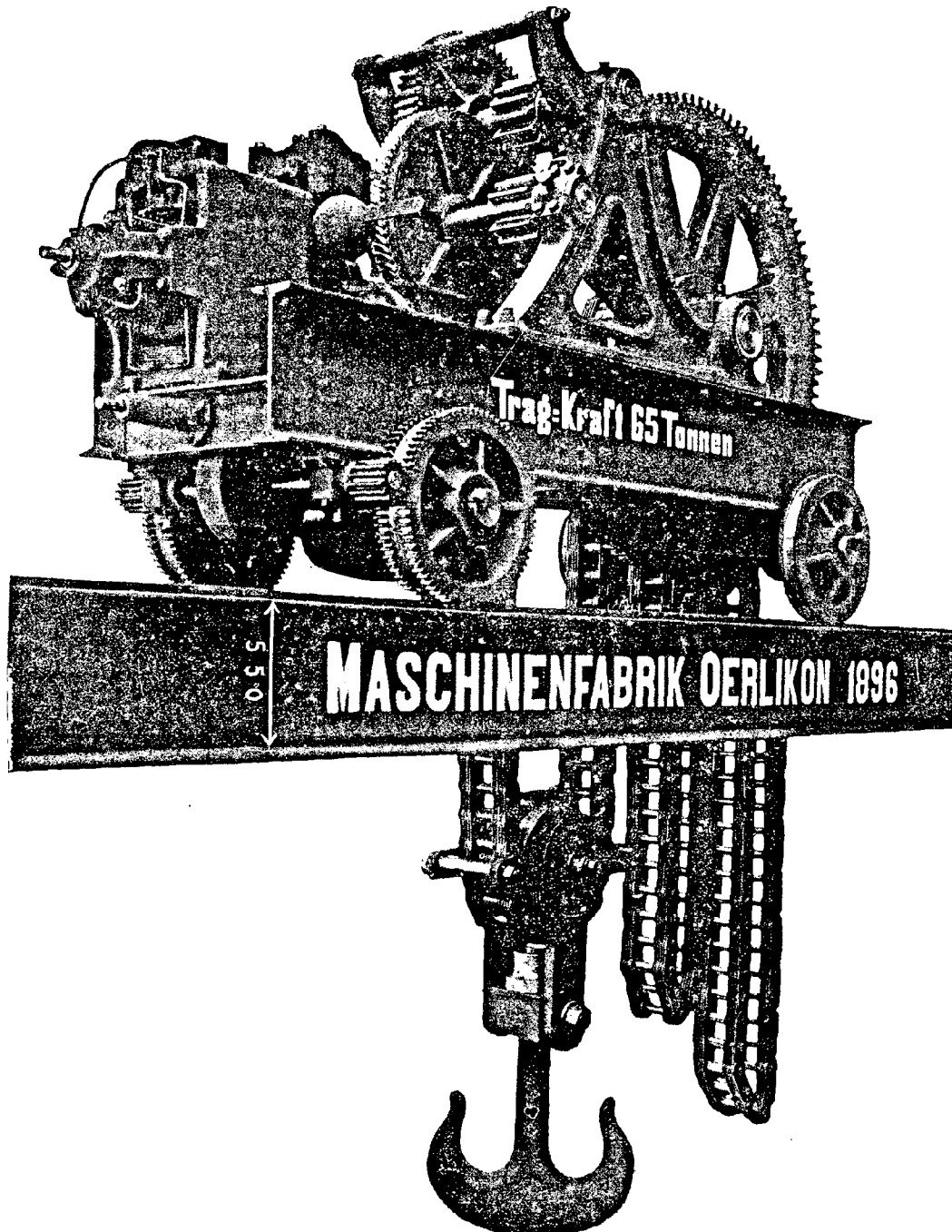


Fig. 85. — Chariot-treuil des Ateliers d'Oerlikon pour pont roulant électrique à courant continu, par un moteur type tramway placé dessous. La figure 86 montre, au contraire, un chariot de pont roulant électrique à courants triphasés ; les deux moteurs placés sur le chariot commandent, par vis sans fin, l'un le treuil, l'autre les roues du chariot.

Les figures 87 et 88 représentent, vu des deux côtés, un pont électrique de 10 tonnes muni de ce chariot pourvu de deux moteurs à courants triphasés; un troisième moteur à courants triphasés placé au centre du bâti (fig. 87) commande les roues de ce bâti par une vis sans fin, un grand arbre tenant toute la longueur du pont roulant et deux paires d'engrenages réducteurs de vitesse. La commande de ces trois moteurs se fait d'une plateforme située sous le pont roulant.

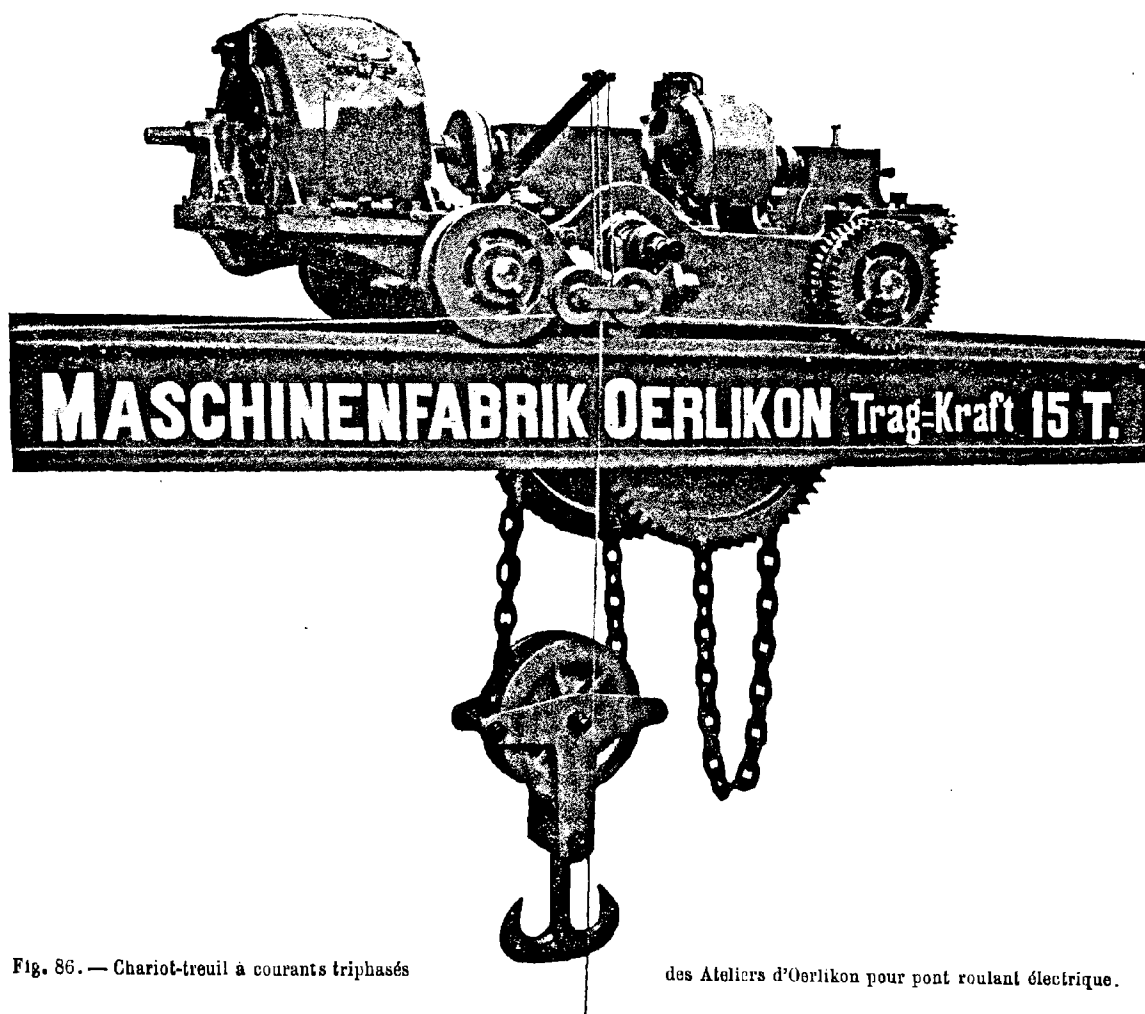


Fig. 86. — Chariot-treuil à courants triphasés

des Ateliers d'Oerlikon pour pont roulant électrique.

Les avantages que les courants triphasés possèdent sur le courant continu résident principalement dans la plus grande simplicité des moteurs. Or, ce sont précisément ceux-ci qui constituent la partie la plus importante du mécanisme des ponts-roulants et c'est de leur construction et de leur solidité que dépend, en premier lieu, le fonctionnement sûr et régulier de l'installation. Les principaux avantages de ces moteurs à courants polyphasés résident dans l'absence complète de collecteurs; les petits modèles n'ont en outre aucun contact mobile; les grands modèles sont pourvus de bagues de contact permettant un réglage quelconque de la vitesse à l'aide d'une résistance reliée à ces bagues. Ces moteurs peuvent supporter, momentanément, de fortes surcharges sans inconvénients; l'on peut également renverser brusquement leur marche sans qu'ils en souffrent.

La rapide et grande diffusion qu'ont pris les ponts roulants à commande électrique prouve



suffisamment l'avantage de leur emploi. Les ateliers d'Oerlikon construisent ces ponts roulants de différentes dimensions et forces, jusqu'à une force de levage de 65.000 kilogrammes.

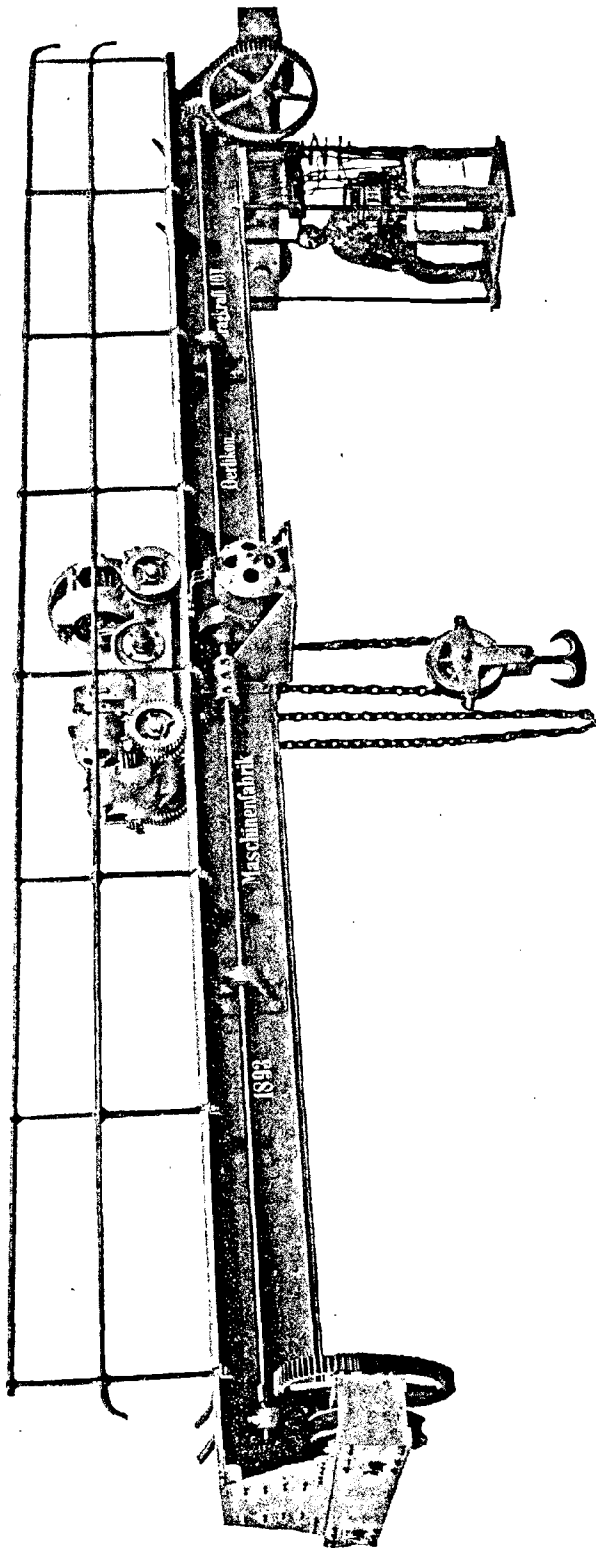


Fig. 87. — Pont roulant électrique de 10 tonnes à courants triphasés des ateliers d'Oerlikon.

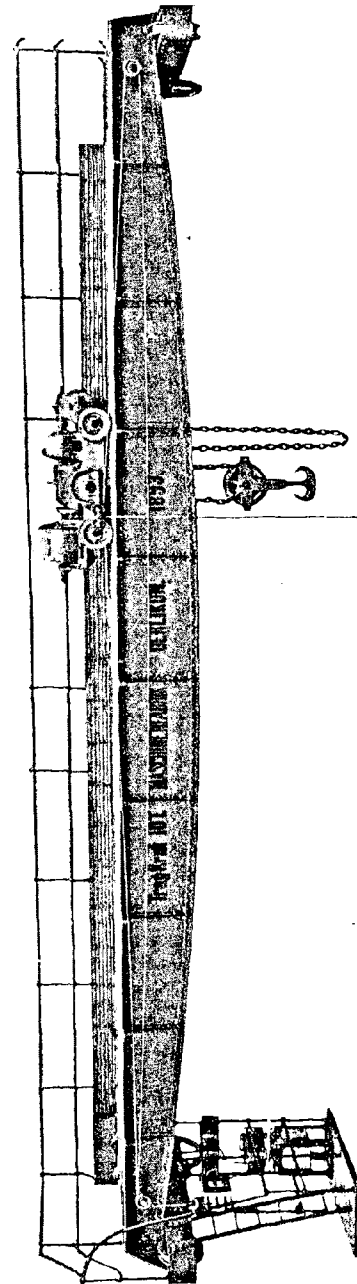


Fig. 88. — Pont roulant électrique de 10 tonnes à courants triphasés des Ateliers d'Oerlikon.

**Ponts roulants électriques de la Société Gramme.** — Le pont roulant de la Société Gramme, que représente la figure 89, est combiné pour fournir le maximum de puissance sous

le moindre volume possible. C'est un chariot robuste, dont les flasques en fonte sont solidement entretoisées. Les moteurs à courant continu du « type supérieur » sont fixés à chaque extrémité du chariot, lequel est monté sur deux essieux pourvus de galets roulant sur deux rails saillants. Les mouvements des moteurs sont transmis au treuil et aux roues par des vis sans fin et des harnais d'engrenages à chevrons. Les vis sans fin tournent dans l'huile et leurs butées sont à billes. L'appareillage est complété par les interrupteurs et rhéostats de manœuvre nécessaires pour le réglage et la mise en marche des moteurs. Le chariot peut ainsi se déplacer sur toute la largeur de l'ate-

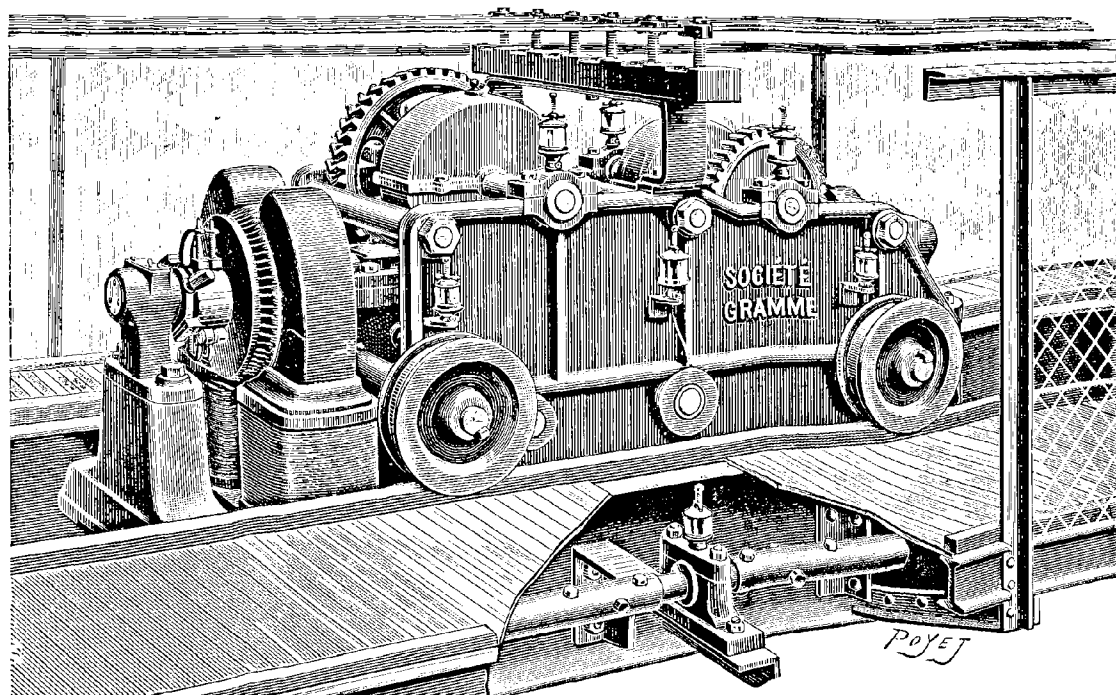


Fig. 89. — Chariot-treuil de la Société Gramme pour pont roulant électrique.

lier, et le pont peut avancer lui-même de toute la longueur du hall au-dessus duquel il se meut. On peut ainsi desservir un vaste espace et enlever des masses pesantes avec une grande commodité.

**Grues et Treuils électriques.** — La commande des treuils et des grues électriques par électromoteurs présente également de très grands avantages résultant principalement de la nécessité de mise en marche et d'arrêt très fréquent des moteurs commandant ces appareils de levage.

Dans les grues surtout, la commande électrique est avantageuse ; ces machines sont, en effet, pourvues de deux mouvements très différents ; un premier mouvement ayant pour but de soulever le fardeau à transporter et un second mouvement de rotation de tout l'ensemble nécessaire pour amener le fardeau au-dessus de l'endroit où il doit être déposé. Le premier mouvement est obtenu à l'aide d'un treuil agissant sur le câble ou la chaîne supportant la charge, le second est réalisé par un pivotement de tout l'appareil autour d'un pivot central. Si l'on utilise un unique moteur il est nécessaire de disposer, pour actionner successivement ces deux mouvements, de deux accouplements mécaniques qui sont embrayés l'un après l'autre. Avec la commande électrique rien n'est plus simple au contraire, d'utiliser deux moteurs différents, l'un destiné à actionner le treuil de levage et l'autre



à commander le mouvement de rotation. Ces deux moteurs, absolument indépendants, peuvent naturellement marcher ensemble ou séparément.

C'est tout particulièrement à bord des navires que les treuils et les grues électriques ont trouvé des applications pratiques. Les avantages indéniables de l'électricité à bord des grands transatlantiques et des cuirassés ont été depuis longtemps reconnus. Le courant électrique est une forme de l'énergie qui s'adapte très facilement aux différentes conditions du service. Les machines commandées électriquement sont toujours prêtes à fonctionner et, si la puissance de ces machines a été convenablement calculée, la sécurité du service est assurée. On n'a pas à craindre les inconvénients inhérents aux conduites de vapeur ou d'eau sous pression; difficultés d'étanchéité, rupture en cas

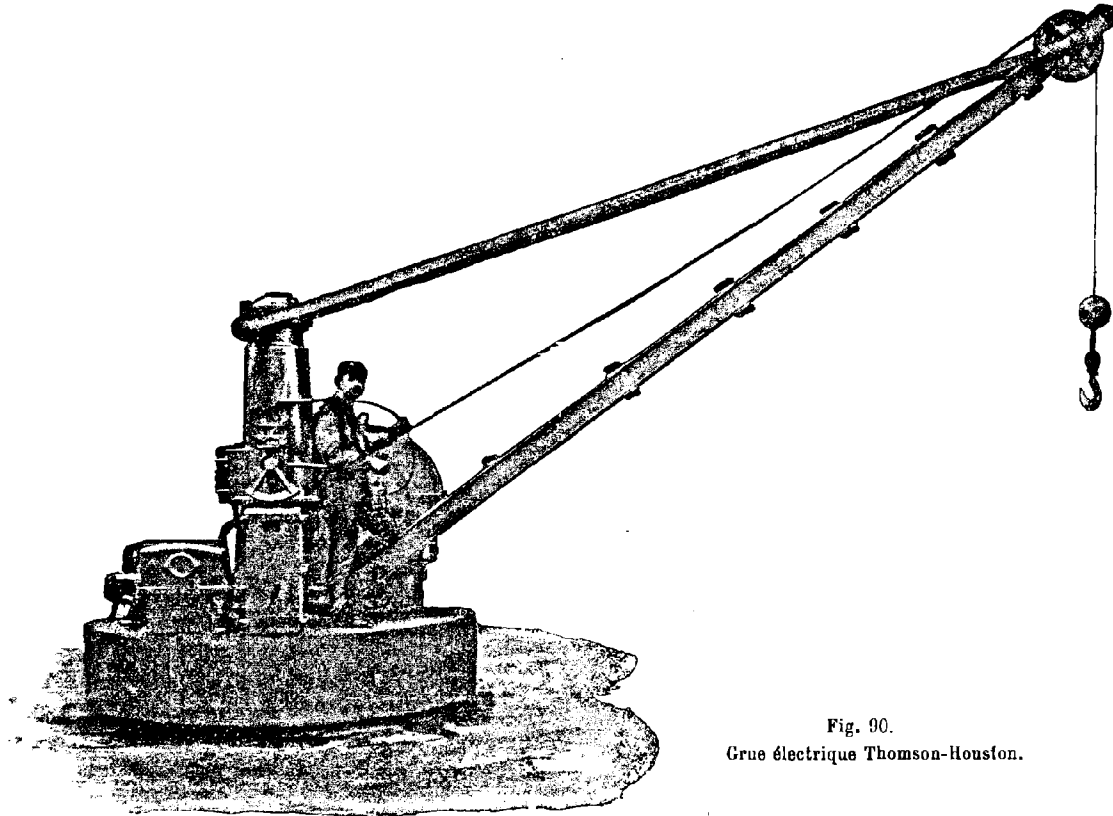


Fig. 90.  
Grue électrique Thomson-Houston.

de gelée ou de surpression, etc. En outre, la pose des câbles conducteurs n'exige pas du constructeur du navire une étude spéciale, car ils peuvent se placer partout sans calcul particulier. Toutefois, la commande par ce procédé, des machines accessoires, nécessite des moteurs, rhéostats et autres appareils expressément construits en vue de cet usage, car les dispositions employées pour des installations fixes ne conviennent pas, en général, au service sur les bateaux. En première ligne, par exemple, tous les éléments employés doivent être assez solides pour pouvoir résister au mauvais temps, à l'influence de l'eau de mer et des émanations salines et surtout au maniement rude de la part des marins, et répondre parfaitement à toutes les conditions aujourd'hui exigées et qui étaient presque inconnues autrefois, comme la marche silencieuse des machines à bord.

**Grues électriques pour navires Thomson-Houston.** — La gloire d'avoir été le champion de l'entrée victorieuse de la transmission d'énergie à bord des bateaux est incontestablement due au treuil. Le désir de faciliter les travaux de transbordement a conduit ensuite à la

construction d'une grue de bateau avec levier rasant l'écoutille et le bord, de telle manière qu'il n'est pas nécessaire de déposer le fardeau sur le pont pour le transborder sur un autre bateau ou sur un quai. L'agence Thomson-Houston, de Berlin, a construit une grue répondant à ces conditions et qui est représentée par la figure 90.

L'addition d'un mouvement supplémentaire, le mouvement de rotation du fardeau, obligeait dans ce cas, à réaliser une construction très simple, de manière à rendre le mécanisme si facilement maniable qu'un manoeuvre puisse faire fonctionner la grue sans difficulté. Pour cette raison, l'engrenage à hélice est calculé de telle manière qu'au repos du fardeau il se produise une sorte de freinage automatique, et que s'il est en mouvement, l'effet utile réalisé soit le plus grand possible. Pour cela,

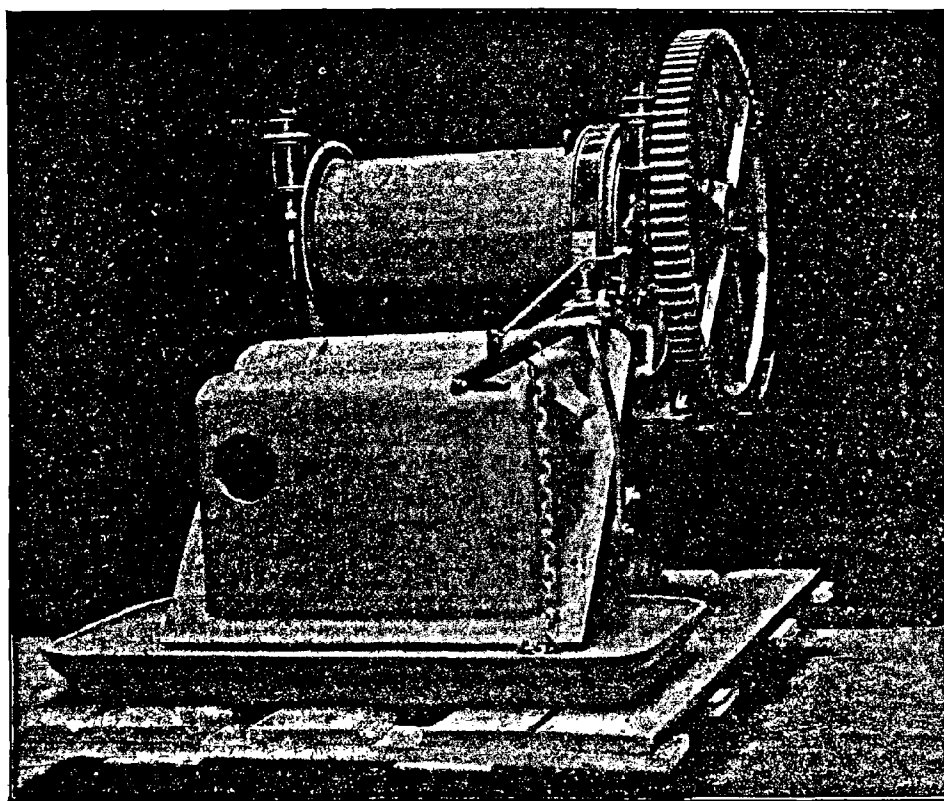


Fig. 91. — Treuil à commande électrique Thomson-Houston.

le moteur de levage est accouplé directement à une hélice hyperbolique de courbure circulaire, en acier fondu, baignant dans l'huile et actionnant un pignon de 70 dents en bronze. Des sept dents de l'hélice, cinq sont en contact parfait avec les dents de la roue, de telle sorte que, pour une pression totale de 2.000 kilogrammes, une division de 25 millimètres paraît très suffisante. La pression suivant l'axe de l'hélice est annulée à chaque extrémité par six bagues posées sur des coussinets en cuivre rouge ; la pression moyenne sur les dents de l'hélice, aussi bien que sur le palier, est tellement faible qu'il ne se produit aucun échauffement des parties frottantes, même après un service continu de dix heures à pleine charge.

Le mouvement de rotation se fait au moyen d'un engrenage à hélice à double révolution. La mise en marche, le réglage de la vitesse et la marche en arrière des moteurs se font par des appa-

reils de mise en circuit spéciaux complètement enfermés; les résistances particulières sont fixées sous la plateforme dans des compartiments légers en fonte qui peuvent être ouverts. Les deux moteurs sont enfermés et à l'épreuve de l'eau; pour visiter les collecteurs, on enlève les couvercles à vis.

Les deux contrôleurs, ainsi que les deux moteurs, sont commandés par un seul levier. Si l'on dévie ce levier, horizontalement placé, de sa position habituelle, les mouvements du crochet à fardeau sont exactement déterminés; si l'ouvrier, qui ne connaît du reste pas le mécanisme de la grue soulève un peu le levier, le fardeau est soulevé, s'il tourne le levier à droite, la grue tourne aussi à droite, s'il meut le levier suivant la diagonale, c'est-à-dire s'il le soulève tout en le tournant à droite, le fardeau se soulève et tourne en même temps.

Pour avoir un retour très rapide, le champ des moteurs qui est produit par le courant principal est shunté, en mettant le contrôleur à sa dernière position.

Par suite du freinage automatique qui se produit quand le fardeau est au repos, un frein spécial pour l'appareil moteur est inutile, mais le mouvement des moteurs peut être arrêté immédiatement par des freins manœuvrés avec le pied.

Pour la grue de bateau, on a les valeurs suivantes :

Fardeau utile : 2.500 kilogrammes;  
 Vitesse élévatoire : 0<sup>m</sup>,35 par seconde à pleine charge;  
 — 0<sup>m</sup>,55 — à vide;  
 — 0<sup>m</sup>,75 — champ shunté;  
 Moteur élévatoire : 25 chevaux, 900 tours par minute;  
 Longueur du levier : 5<sup>m</sup>,5;  
 Vitesse de rotation au crochet : 4 mètres par seconde;  
 Moteur de rotation : 7 chevaux à 700 tours par minute.

Cette grue se distingue par la simplicité de sa construction et de son maniement, par la visite facile de toutes ses parties et par sa construction robuste et à l'abri des intempéries. C'est pourquoi le Norddeutsche Lloyd se décida à équiper le nouveau bateau *Bremen* avec ces appareils électriques pour faire ses transbordements, malgré les frais supplémentaires assez considérables que nécessite une installation électrique en comparaison d'une installation hydraulique.

Le bateau *Bremen* reçoit seize grues à rotation de la forme décrite ci-dessus alimentées par quatre dynamos à vapeur, d'une puissance de 75 kilowatts chacune, à 210 tours par minute et une tension de 105 volts. Deux de ces dynamos à vapeur sont employées en même temps pour le service des grues, la troisième pour l'éclairage et la quatrième sert comme réserve commune.

**Treuil électrique Thomson-Houston.** — La Compagnie Française Thomson-Houston a également créé des modèles fort bien combinés de treuils électriques transportables pour la Société d'Affrètements et de Commission du Havre. Ces treuils (fig. 91), en usage constant, depuis deux ans, ont été construits dans les ateliers Postel-Vinay, et nous croyons qu'il est intéressant d'en donner ici la description.

Le but que se proposait la Société d'Affrètements était le suivant : avoir des treuils qui puissent être utilisés sur un endroit quelconque des quais, aussi bien que sur les ponts des navires; c'est-à-dire, réunissant les conditions nécessaires pour pouvoir être très facilement transportés et

mis en œuvre. L'appareil devait donc être de dimensions aussi réduites que possible et présenter à la fois deux qualités indispensables : la légèreté et la solidité. L'électricité seule pouvait remplir ce but entièrement, grâce à la facilité avec laquelle elle permet de transmettre l'énergie à distance. Le courant continu à 500 volts que la Société *l'Énergie Électrique du Havre* était en mesure de fournir, a pu être appliqué dans de bonnes conditions à actionner les treuils.

Le mode de distribution par courant continu offre, du reste, dans ce cas spécial, plusieurs avantages sur tous les autres systèmes, même sur la distribution par courants triphasés qui paraît indiquée au premier abord.

Voici quelques-unes des raisons qui ont motivé l'adoption du courant continu :

La plus importante est la question de la vitesse du moteur. D'une part, il fallait qu'elle fût aussi faible que possible afin que la transmission put se faire par une ou deux commandes au plus ; or les moteurs à courants triphasés, tournant à faible vitesse, même à 60 périodes par seconde, sont plus volumineux et plus lourds.

D'autre part, il était indispensable que cette vitesse fût essentiellement variable. Elle devait pouvoir être augmentée ou diminuée à volonté, afin d'éviter tout mouvement brusque dans la montée ou la descente de la charge. Or, la vitesse des moteurs à courants triphasés est constante ; pour la faire varier, il faut introduire des résistances dans le circuit de l'induit, et cela au moyen de bagues collectrices. On perd donc partiellement ainsi l'avantage spécial aux moteurs à champs tournants, qui consiste à n'avoir ni bague de contact, ni collecteur ; et on diminue légèrement le rendement du moteur qui marche dans de moins bonnes conditions.

Au lieu de faire varier la vitesse du moteur, on aurait pu songer à se servir de transmissions spéciales pour le démarrage, et de jeux d'engrenages pour faire varier la vitesse du tambour commandant le câble qui supporte la charge, mais l'appareil devient alors très compliqué, et le rendement total diminue également de ce fait.

Les moteurs à courant continu, au contraire, remplissent les deux conditions demandées. En outre, le courant continu permet l'adjonction, à l'usine, d'une batterie d'accumulateurs qui sert de volant, pare aux à-coups, et régularise beaucoup la marche des machines, car l'énergie à fournir varie à chaque instant et dans de grandes proportions relativement à la puissance normale prévue.

Enfin, le montage de la canalisation est moins coûteux dans le cas d'une distribution à courant continu qui n'exige que deux fils, et, après chaque déplacement du treuil, le montage peut se faire beaucoup plus rapidement.

Notre figure 91 représente l'un des treuils employés sur les quais du Havre. Les appareils moteurs se trouvent enfermés dans une grande enveloppe qui les met à l'abri de l'eau et de la poussière ; on y a ménagé un trou à main qui permet le réglage des balais. La puissance du moteur est de 3 chevaux ; il peut soulever 300 kilogrammes à la vitesse de 0<sup>m</sup>,60 par seconde. Son rhéostat de démarrage est constitué par des fils de maillechort enroulés sur des tôles isolées à l'amiante, de façon qu'il puisse chauffer sans aucun danger. Le moteur tourne à 1.200 tours par minute, son mouvement est transmis par un système de deux engrenages au tambour sur lequel vient s'enrouler le câble qui soulève la charge. L'engrenage à grande vitesse baigne entièrement dans l'huile.

Les manœuvres nécessaires pour la mise en marche de l'appareil devaient être très simples. Il fallait éviter, par les dispositions même des commandes, tout danger résultant d'une fausse manœuvre ou d'un court-circuit. Les dispositions adoptées réunissent amplement ces conditions et offrent toutes les garanties. Le grand levier suffit à lui seul pour la commande du treuil. Lorsqu'il

est entièrement abaissé, le courant est coupé sur le moteur, et un frein agissant sur le tambour empêche tout déplacement vertical de la charge. Lorsqu'on le soulève, le frein est débloqué, et simultanément le curseur du rhéostat de démarrage se déplace proportionnellement à la marche du levier, puisqu'il est commandé par la manivelle inférieure. Le moteur se met en route et atteint sa vitesse maximum quand le levier a été entièrement soulevé. Quand la charge est arrivée à la hauteur voulue, on abaisse le levier jusqu'au bout. A ce moment, le courant est coupé, et le frein agit.

Ce frein est constitué par une bande métallique, munie de sabots en bois, qui vient se serrer automatiquement contre une poulie fixée sur le tambour, chaque fois que l'appareil est au repos.

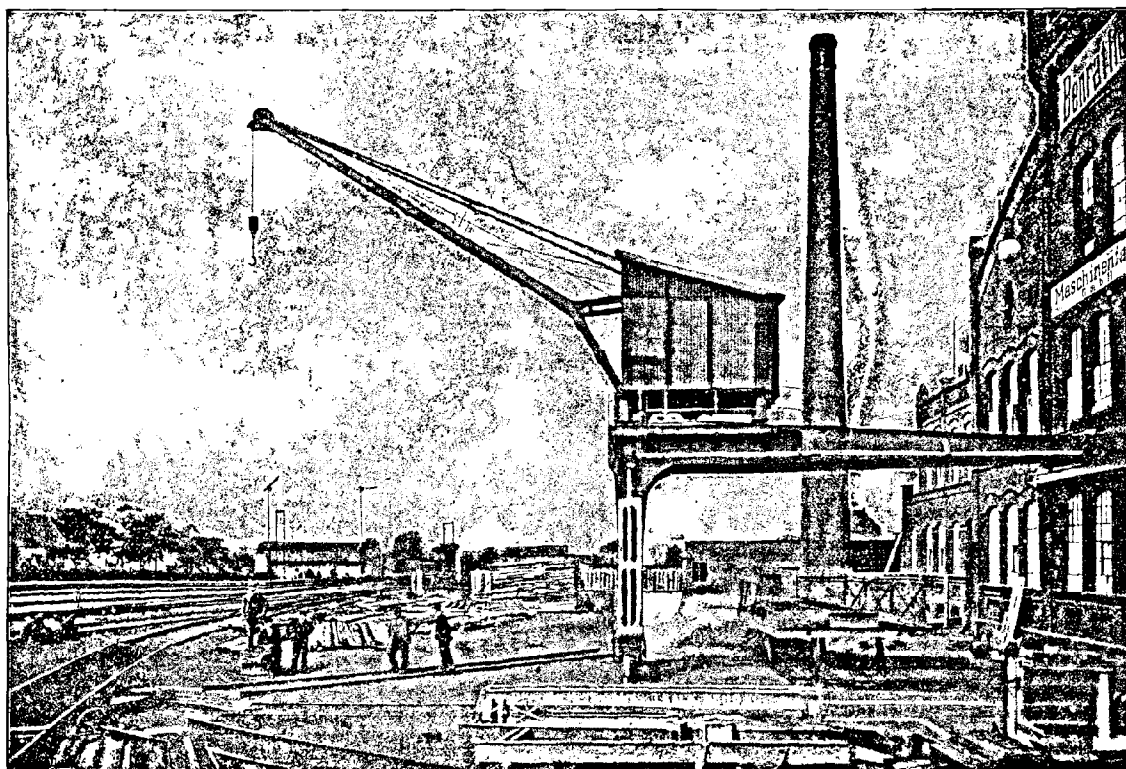


Fig. 92. — Grue électrique Thomson-Houston de 2.500 kilogrammes.

On obtient le changement de marche du moteur en agissant sur le petit levier qui, placé à la partie supérieure du levier de manœuvre, commande un inverseur.

Dès que le moteur a été mis en route par le déplacement du grand levier, il devient impossible de faire manœuvrer l'inverseur dont la manivelle est bloquée automatiquement à cet instant. Le sens du courant ne peut donc être changé que lorsque tout courant a été coupé sur le moteur. Quand le treuil a été transporté d'un endroit à un autre, il suffit, après l'avoir fixé au sol, d'accrocher le câble de levée de charge à l'anneau placé sur le tambour, puis de fixer les deux fils d'amenée du courant au moteur.

Dans l'installation qui a été effectuée au Havre, la dernière manœuvre est encore simplifiée, car il a été pris une dérivation sur le fil aérien distribuant l'énergie aux tramways. De cette façon, les moteurs marchent avec un pôle que l'on réunit à ce câble, l'autre étant constamment relié à la terre.

Les treuils que la Société d'Affrètements et de Commission a fait installer au Havre, sont au

nombre de dix. Ils sont principalement destinés au chargement et au déchargement des charbons sur les navires. La Société employait précédemment pour effectuer ce travail des treuils manœuvrés à la main, et chacun d'eux exigeait le service de quatre hommes. Nous ferons juger de l'économie réalisée par cette substitution en disant que le treuil électrique, produisant le même travail, ne nécessite que la présence d'un seul homme, et ne consomme au plus que 5 à 6 ampères.

**Grue électrique Thomson-Houston.** — L'*Union Elektrizitäts Gesellschaft* qui exploite, en Allemagne les brevets Thomson-Houston, a installé récemment sur les quais du port de Hambourg, trente-quatre grues à commande électrique, semblables à celle de la gravure 92. Le moteur de ces grues fonctionne sous 500 volts et développe 33 chevaux. La vitesse normale de rotation est de 275 tours à la minute, et les grues peuvent soulever 2.500 kilogrammes. Elles sont prévues, ainsi que les treuils, pour la charge maximum de 3.250 kilogrammes. L'engrenage est à simple réduction.

Un autre moteur de 5 chevaux, tournant à 400 tours, sert à faire pivoter l'ensemble de la grue; il actionne une vis sans fin qui transmet son mouvement à une roue hélicoïdale en bronze, et celle-ci agit à son tour sur une couronne dentée, fixée à l'axe vertical de la grue.

Le poids total de la grue est soutenu d'une part par quatre petites roues, et d'autre part par l'axe vertical qui, solidement maintenu par un collier, pivote dans une crapaudine.

Toute la manœuvre est obtenue d'une façon très simple par un contrôleur du type double universel Essberger-Geyer qui permet de faire manœuvrer la grue en tous sens par le déplacement d'une seule manette. En soulevant cette manette, le moteur se met en marche et la vitesse augmente au fur et à mesure du déplacement de la manette. En abaissant la même manette, le moteur tourne en sens inverse et la vitesse suit les mêmes variations. En tournant la manette à droite ou à gauche, dans un plan horizontal, on commande le petit moteur qui fait pivoter la grue dans un sens correspondant au déplacement de la manette. En combinant les deux manœuvres de la manette, on peut faire simultanément les deux mouvements; ascension ou descente du crochet, et rotation de la grue.

Les moteurs sont enroulés en série. Ils sont entièrement enveloppés dans des boîtes hermétiquement closes, qui ne laissent pénétrer ni l'eau, ni la poussière.

Les consommations de courant, pour une manœuvre totale avec rotation de la grue de 180 degrés sont les suivantes :

1 <sup>o</sup>	Charge de 2.500 kilogrammes :	210	watts-heure
2 <sup>o</sup>	— 1.500 — :	150	—
3 <sup>o</sup>	— 500 — :	130	—

Le rendement, — comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre, — est donc d'autant meilleur que le moteur travaille à une charge plus forte et développe l'entière puissance pour laquelle il a été construit.

**Grue électrique Fabius Henrion.** — La grue que représente la figure 93 dessert une partie des ateliers de l'usine Fabius Henrion sur une longueur de 80 mètres, et sur 10 mètres de large. Elle lève 6 tonnes.

Elle prend les pièces de fonte à l'arrivée, les transporte successivement à la bascule, sur les diverses machines-outils, de là au montage, puis à la plaque d'essai, à la peinture, à l'emballage et finalement les remet sur camion.

Cette grue est guidée en bas par un monorail Brunel, en haut par deux fers en **I** entre

lesquels glisse un galet. Sous les deux fers en  $\Gamma$  courent deux fils qui amènent le courant électrique à deux frotteurs.

La dynamo placée sur le chariot donne le mouvement de translation ; ce mouvement est commandé par le régulateur que l'on voit tout à côté de la dynamo. Il suffit de tourner le levier à droite ou à gauche pour marcher en avant ou en arrière et plus ou moins vite, suivant que l'on déplace plus ou moins le levier.

Le renversement de marche ainsi obtenu, est dû à l'inversion du courant dans les inducteurs. Les balais de la dynamo sont en charbon ; on ne les décale jamais, quel que soit la charge ou le sens de la rotation.

La dynamo placée sur la traverse qui joint la colonne à la flèche commande le mouvement de levage au moyen du régulateur fixé sur la colonne. Lorsqu'on laisse descendre la charge, la descente ne peut pas s'effectuer trop vite, parce que, quand la vitesse s'accroît, la dynamo devient génératrice et fait frein.

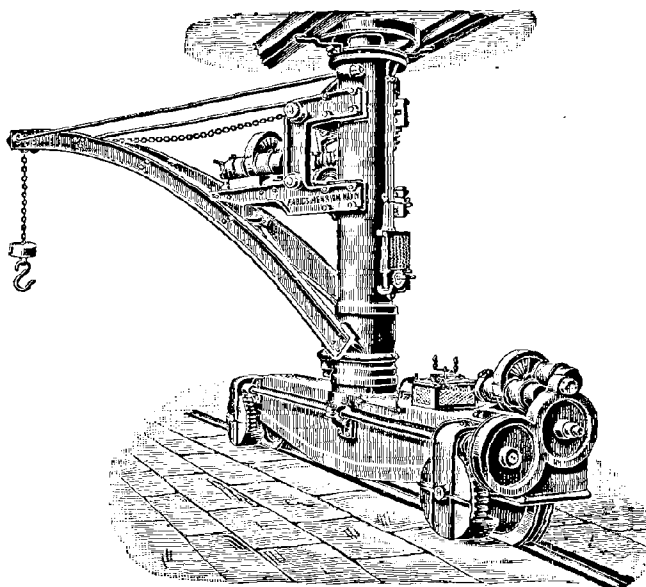


Fig. 93. — Grue électrique Fabius Henrion.

**Grue électrique de la Société Gramme.** — La figure 94 montre l'aspect d'une grue mobile, à commande électrique due aux ingénieurs de la Société Gramme. La machine à vapeur si

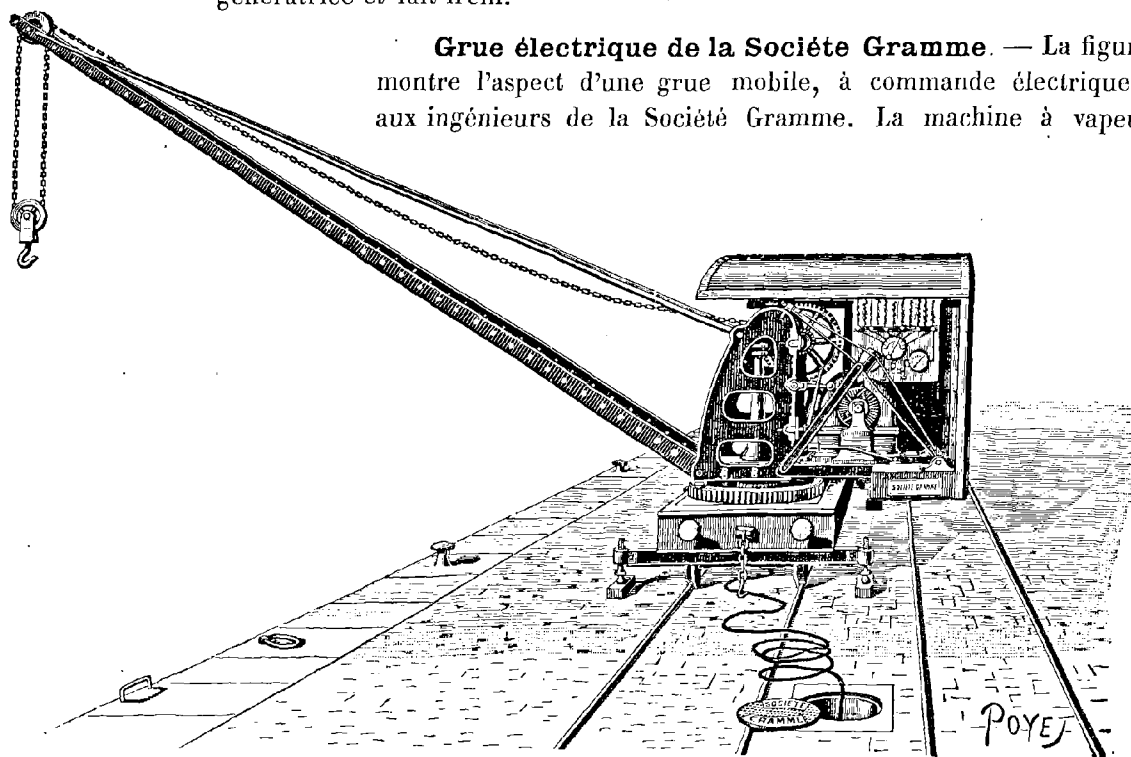


Fig. 94. — Grue électrique de la Société Gramme.

pesante et si compliquée des grues ordinaires, s'y trouve remplacée par des moteurs élec-

triques, de dimensions proportionnelles à la force de la grue, et actionnant les divers engrenages assurant le déplacement de l'appareil, la rotation du bras mobile et l'enroulement de la chaîne sur son treuil. Le courant, produit dans une usine fixe, pouvant servir en même temps à d'autres usages, parvient aux moteurs par une ligne aérienne ou, comme sur notre gravure, par une canalisation souterraine et un câble souple. L'alimentation s'opère par courant continu à 110 volts.

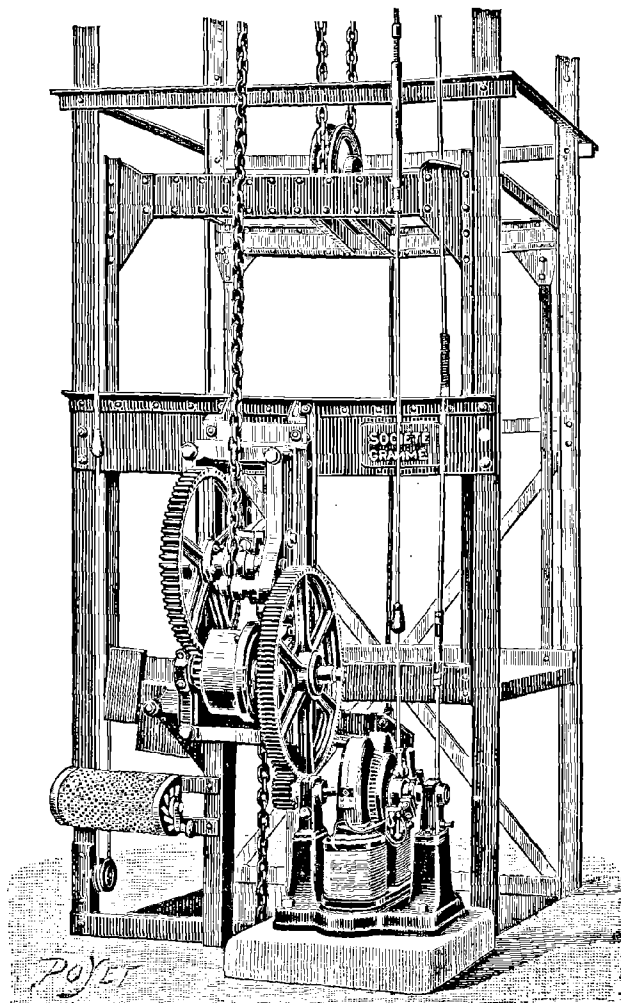


Fig. 95. — Monte-charge électrique de la Société Gramme.

gravure, le tambour où s'enroule le cordage de levage est commandé par une vis sans fin plongeant dans un bain d'huile. L'électromoteur actionne cette vis sans fin par l'intermédiaire de plateaux d'accouplement. Cet électromoteur est du type courant de la maison Fabius Henrion à induit en anneau plat et à quatre inducteurs.

**Monte-charge électrique de la Société Gramme.** — Le mécanisme des monte-charges électriques ne diffère pas très sensiblement de celui des ascenseurs que nous étudierons au chapitre suivant, et là encore la facilité de la transmission du mouvement que permet l'électricité, rend les plus grands services. Notre figure 95 montre l'aspect d'un monte-charge pour usines, construit par la Société des machines Gramme. Le moteur disposé sur un massif de fondation reçoit le courant continu produit, à distance, par une dynamo quelconque actionnée par un moteur à vapeur ou autre. La rotation de l'arbre de l'induit est transmise au tambour d'enroulement du treuil par un double harnais d'engrenages droits. Suivant la force du moteur on peut élever des masses plus ou moins pesantes. Le même appareil, construit sur une échelle plus petite peut trouver sa place dans les magasins, etc., pour élever d'un étage à l'autre les marchandises les plus diverses.

**Monte-sacs électrique.** — La Société Fabius Henrion a combiné un monte-sacs pour moulins et entrepôts représenté par la figure 96. Comme le montre cette

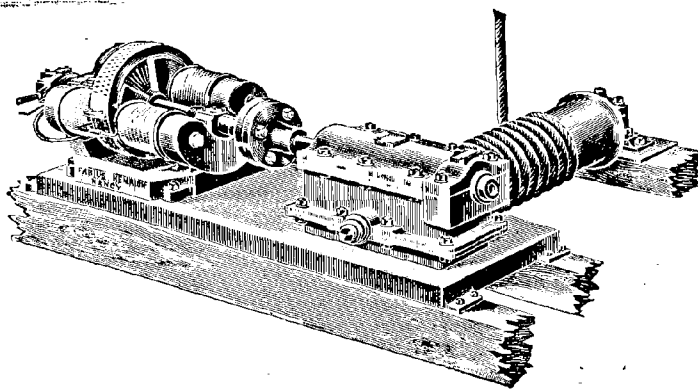


Fig. 96. — Monte-sacs électrique Fabius Henrion.



Ajoutons enfin, qu'on construit également des *monte-plats* pour hôtels, basés sur le même principe. Partout où il existe une canalisation de distribution d'énergie électrique, on a d'ailleurs tout avantage à employer cette force si commode et qui se prête facilement à toutes les combinaisons de commande des machines et instruments de toute espèce.

Pour conclure, en ce qui concerne les appareils industriels de levage à commande électrique, il ne nous reste plus qu'à ajouter, après ce que l'on vient de lire, qu'il existe encore de nombreuses autres machines destinées à la manutention et à l'enlèvement des colis et matériaux de tous genres, et dans lesquelles ce procédé si avantageux de commande a été appliqué. Il est d'ailleurs facile d'imaginer d'autres applications analogues, et une plus longue description technique serait inutile, les exemples donnés dans le cours de ce chapitre étant suffisants pour que le lecteur puisse se rendre un compte exact de l'état actuel de cette question si intéressante et appelée, nous n'en doutons pas, à se développer considérablement dans l'avenir, en raison des avantages et des économies qu'elle procure.

---

## CHAPITRE QUATRIÈME

**ASCENSEURS A COMMANDE ELECTRIQUE.** -- Les ascenseurs appartiennent à une catégorie de machines dont le fonctionnement est particulièrement irrégulier; tantôt ils fonctionnent sous une charge considérable, tantôt ils travaillent à vide, tantôt ils restent en repos durant des heures entières, mais doivent pendant ce temps être toujours prêts à entrer en fonction. Dans de telles conditions il est évident que les moteurs électriques qui n'exigent aucune surveillance spéciale, qui sont toujours prêts à fonctionner, qui ne consomment de l'énergie qu'en marche et règlent automatiquement leur dépense d'énergie suivant le travail à fournir, sont tout indiqués dans la presque totalité des cas pour la commande des ascenseurs.

Il existe toutefois certains cas spéciaux où la commande électrique cesse d'être avantageuse; notamment lorsqu'il se trouve à proximité de l'ascenseur des arbres en rotation continuelle, qu'une installation électrique de lumière ou de transmission de force n'existe pas et qu'il est impossible d'établir une communication avec une station centrale d'électricité. De même, lorsqu'il existe déjà une installation hydraulique, cette dernière peut être avantageusement utilisée pour la commande des ascenseurs.

Mais partout où l'on peut faire le choix du système de commande indépendamment des circonstances que nous venons d'indiquer, le moteur électrique présente des avantages décisifs.

L'installation d'une transmission mécanique pour la commande d'un ascenseur entraîne une dépense continue d'énergie même durant les intervalles de non fonctionnement, par suite du frottement des organes toujours en mouvement.

L'ascenseur hydraulique ne consomme pas d'eau, il est vrai, pendant les repos, mais il use, au moins dans les systèmes de construction simple presque exclusivement employés, la même quantité d'eau lorsqu'il fonctionne à pleine charge ou à vide; cette observation mérite particulièrement d'être prise en considération lorsque l'on puise l'eau à grands frais dans des conduites urbaines. Outre cela, ce système présente le grave inconvénient d'être parfois arrêté momentanément ou même détérioré gravement et mis hors de service par les fortes gelées.

Quant à la commande par une machine à vapeur spéciale ou un moteur à gaz, elle exige une

surveillance continue et de grandes précautions; avec la machine à vapeur on doit entretenir constamment la chaudière sous pression et consommer par suite du combustible même durant les périodes de non fonctionnement; avec le moteur à gaz ou à pétrole, qui présente des difficultés spéciales de mise en marche, on ne peut songer à arrêter l'appareil pendant les périodes de repos, d'où il résulte un véritable gaspillage de combustible gazeux ou liquide pour entretenir la marche à vide du moteur. On ne peut donc songer à ce système de commande que pour les installations présentant un fonctionnement continu, ce qui se rencontre très rarement.

Le moteur électrique, par contre, ne dépense aucune énergie pendant le repos et durant le fonctionnement sa consommation est proportionnelle au travail fourni; de telle sorte que, même si l'énergie électrique est sensiblement plus chère, son utilisation économique et son rendement élevé la rendent, pour cette application spéciale, de beaucoup la moins coûteuse.

A tout ce que nous venons de dire en faveur de la commande électrique il faut encore ajouter les avantages qui résultent de la constitution même de l'électromoteur: le peu d'espace qu'occupe ce dernier, la propreté, la marche silencieuse et sans trépidations, enfin l'absence de produits de

combustion dont l'évacuation est parfois difficile dans les moteurs à gaz. Ces considérations sont particulièrement importantes dans le cas des ascenseurs dont les moteurs doivent être souvent situés dans la cave ou le grenier des maisons à proximité des locaux habités.

Aussi, parmi les nombreuses substitutions que l'électricité réalise, une qui frappe peu et n'en est cependant pas moins fort importante dans certaines grandes villes, réside dans la transformation des vieux et lents ascenseurs hydrauliques.

Dans la majorité des sys-

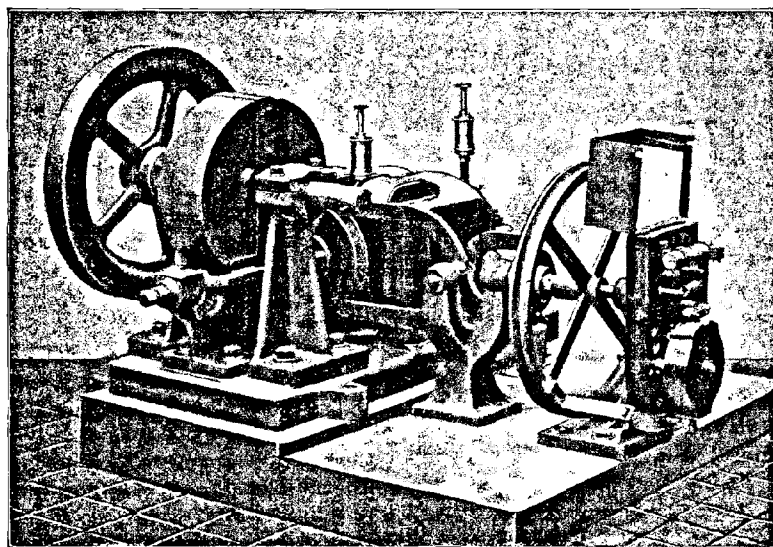


Fig. 97. — Système de commande d'un petit monte-charge Siemens et Halske.

tèmes d'ascenseurs en usage, la cage, à l'intérieur de laquelle les voyageurs prennent place, est supportée par une colonne centrale formant piston, qui est soulevée par la pression hydraulique. Mais, comme nous venons de le voir, ce système d'élévateur présente l'inconvénient de consommer une grande quantité d'eau, ce qui est souvent très coûteux, car l'eau sous forte pression est ordinairement vendue à un tarif assez élevé dans les villes. C'est pourquoi on a essayé de diverses méthodes pour éviter les défauts de l'ascenseur hydraulique, et la meilleure solution fournie jusqu'à présent est incontestablement la commande d'un treuil par le courant électrique fourni par un secteur de distribution.

A vrai dire, il y a fort longtemps que cette question était à l'étude. Elle n'a pu être résolue que grâce au grand développement des distributions d'électricité, qui ont abaissé dans une proportion notable le prix de revient de ce mode d'énergie.

A Paris, par exemple, où l'eau de la ville ne coûte pas bien cher, il ne faut pas moins de

275 litres d'eau pour élever un ascenseur au sixième étage, et ce débit liquide représente une dépense de 16 centimes environ.

Avec l'ascenseur électrique, le voyage au sixième avec trois personnes ne revient guère qu'à 2,5 centimes (prix parisiens). Pour peu qu'il y ait quelques locataires dans la maison ou que l'hôtel soit achalandé, on voit d'ici la différence au bout de l'année.

Quant au système utilisé, il est très simple. Au lieu de la pression hydraulique, on dispose par exemple, dans les sous-sols de la maison un petit treuil électrique composé d'une petite dynamo commandant une roue dentée au moyen d'une vis sans fin ; l'axe de cette roue dentée porte une grande roue à encoches sur laquelle vient mordre la corde sans fin qui meut l'ascenseur, corde elle-même munie, de distance en distance, « d'olives » qui viennent se loger dans les encoches comme les grains d'un énorme chapelet. Ce dispositif peut d'ailleurs varier comme nous le verrons dans les descriptions ci-après.

La manœuvre de l'ascenseur se fait ordinairement comme dans les systèmes hydrauliques à l'aide d'une corde ou de boutons électriques. Il est donc aisé de transformer un ascenseur hydraulique en électrique, et les frais de premier établissement sont rapidement amortis par l'économie journalière réalisée.

**Ascenseurs électriques Siemens et Halske.** — Nous allons décrire les différents systèmes d'élévateurs électriques utilisés par la maison Siemens et Halske, aussi bien pour les ascenseurs que pour les monte-charges, la différence entre ces deux appareils consistant surtout dans la disposition de la cage et le luxe de l'installation.

La figure 97 représente le système de commande électrique très simple, ordinairement utilisé pour les petites charges : monte-plats, monte-livres, etc. L'électromoteur commande par un engrenage à vis sans fin un arbre qui reçoit une poulie à gorge sur laquelle s'enroule la corde portant à l'une de ses extrémités la cage du monte-charge et à l'autre un contrepoids. La friction de la corde sur la poulie est assez grande, dans ce cas, pour éviter le glissement. Entre la vis sans fin et le moteur se trouve calée sur l'arbre commun une poulie sur laquelle agit un frein à sabot ou à collier qui peut être actionné de chaque étage à l'aide d'une corde passant sur la poulie de droite de notre figure ; le même mouvement de la corde et de la poulie manœuvre en même temps l'appareil de mise en marche et de changement de marche du moteur ; le frein n'agit que lorsque le moteur est mis hors circuit.

Pour des charges plus considérables, l'appareil de levage doit naturellement être plus robuste et exige un tambour pour l'enroulement du câble, l'entraînement par simple friction n'étant plus possible. La commande de ce tambour peut être effectuée au moyen de courroies, de trains d'engrenages droits ou de vis sans fin ; ce dernier système, présentant plus de sécurité, est ordinairement utilisé pour les ascenseurs, le premier étant réservé aux monte-charges.

On peut également utiliser une transmission par courroie comme le représente la figure 98 ; dans ce dispositif, le moteur tourne constamment dans le même sens et le renversement de marche se fait par la transmission mécanique. Le moteur à courant alternatif commande par une courroie droite un arbre fixé au plafond. Cet arbre actionne le tambour du treuil par une double courroie, l'une droite et l'autre croisée, pouvant agir à tour de rôle sur une unique poulie fixe, entourée par deux poulies folles placées de chaque côté. A l'aide de la corde de commande, qu'on peut manœuvrer de chaque étage, on déplace le guide-courroie dans un sens ou dans l'autre pour embrayer sur la poulie fixe l'une ou l'autre courroie suivant que l'on désire monter ou descendre. Dans la position moyenne, lorsque les deux courroies se trouvent sur leur poulie folle respective, le frein est mis en action et

immobilise la cage de l'ascenseur. Le moteur est placé sur des glissières qui permettent le réglage de la tension de la courroie principale. On peut également obtenir une tension constante de la courroie en plaçant le moteur, s'il n'est pas trop lourd, sur un système à bascule de telle sorte que ce soit le poids même de ce moteur qui opère la tension de la courroie.

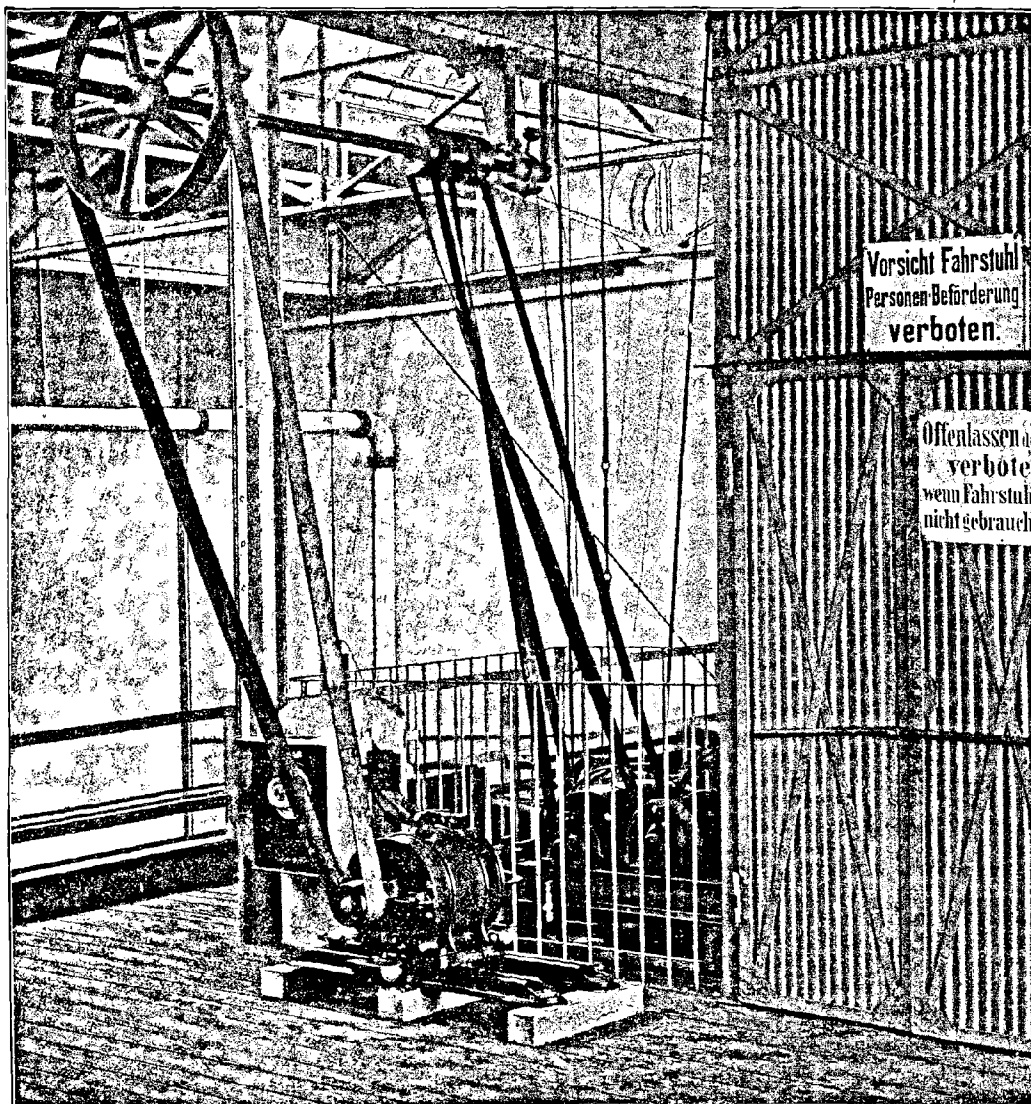


Fig. 98. — Monte-charge électrique Siemens et Halske. Transmission et changement de marche par courroies.

Dans ce mode d'installation on met d'abord le moteur en marche à vide et l'on embraye ensuite l'une ou l'autre courroie suivant les besoins du fonctionnement; le moteur reste en mouvement continuellement, même durant les périodes d'arrêt nécessitées par la charge ou la décharge de la cage de l'élévateur; on l'arrête seulement lorsque le travail est interrompu pour longtemps. Cette disposition ne diffère donc en rien des transmissions ordinaires, par machine à vapeur ou moteur à gaz; elle convient surtout dans les cas où l'on rencontre des périodes de grande activité séparées par des intervalles prolongés de repos comme, par exemple, dans les entrepôts de grains où

l'on charge et décharge les navires et les wagons. Ce dispositif est moins coûteux comme coût de première installation surtout lorsqu'il s'agit de transformer électriquement des élévateurs actionnés précédemment par une machine motrice quelconque.

Dans les installations où les ascensions se trouvent séparées par des intervalles prolongés de non fonctionnement le dispositif que nous venons de décrire ne saurait convenir et rendrait la commande électrique aussi incommode que les autres systèmes; il faut dans ces cas, qui sont d'ailleurs de beaucoup les plus fréquents et les plus intéressants, mettre le moteur hors circuit durant les périodes d'arrêt et le faire tourner à volonté dans un sens ou dans l'autre pour déterminer la montée ou la descente de la cage.

Dans ce dispositif la mise en marche de l'appareil s'effectue au moyen d'une corde passant par tous les étages et reliée à un commutateur électrique permettant de changer à volonté le sens du courant traversant l'induit du moteur et par suite de faire tourner celui-ci dans un sens ou dans l'autre, ce qui détermine la montée ou la descente de la cage de l'ascenseur.

On sait toutefois qu'il est nécessaire pour la mise en marche d'un moteur d'intercaler au début dans son circuit des résistances empêchant le courant qui traverse d'abord l'induit d'être trop considérable, ce qui pourrait échauffer et brûler l'isolant qui sépare les diverses

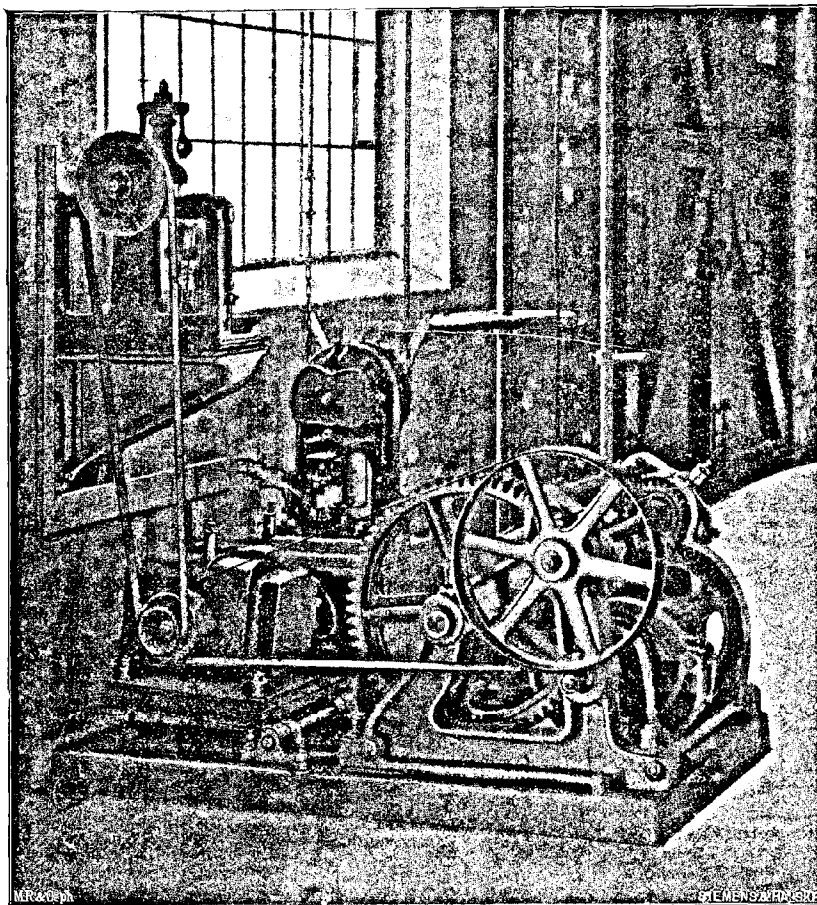


Fig. 99. — Treuil d'ascenseur électrique Siemens et Halske.  
Commande du tambour par courroie et engrenages.

spires et mettre ainsi le moteur hors de service; de plus, il est utile de retirer ces résistances dès que l'appareil se trouve en mouvement et que sa force contre-électromotrice est suffisante pour empêcher l'intensité du courant de dépasser une certaine limite. Or, on ne peut guère donner cette opération à effectuer à la première personne venue complètement ignorante du fonctionnement de l'appareil et à qui on ne peut demander qu'un mouvement très simple, sans aucune complication de manœuvre. Il est donc nécessaire de faire effectuer les opérations de mise en marche d'une manière entièrement automatique. Voici comment la maison Siemens et Halske est parvenue à ce résultat.

La force contre-électromotrice du moteur dépendant de la vitesse de rotation de ce dernier,

il suffit de retirer les résistances primitivement placées dans le circuit au fur et à mesure que la vitesse s'accélère. Cela s'effectue à l'aide d'un régulateur centrifuge qui reçoit son mouvement de l'arbre du moteur et agit sur l'appareil de mise en marche; les contacts de ce dernier consistent en lames de charbon réunies en deux groupes, l'un fixe et l'autre mobile, disposés l'un vis-à-vis de l'autre; des résistances graduées sont intercalées entre les contacts du groupe fixe; le groupe mobile est mû par le régulateur. Au début, toutes les résistances sont introduites dans le circuit mais, dès que la vitesse du moteur augmente et avec elle sa force contre-électromotrice, le régulateur applique les contacts mobiles les uns après les autres sur les contacts fixes de manière à mettre les résistances au fur et à mesure en court-circuit jusqu'à leur élimination complète lorsque la vitesse normale est obtenue.

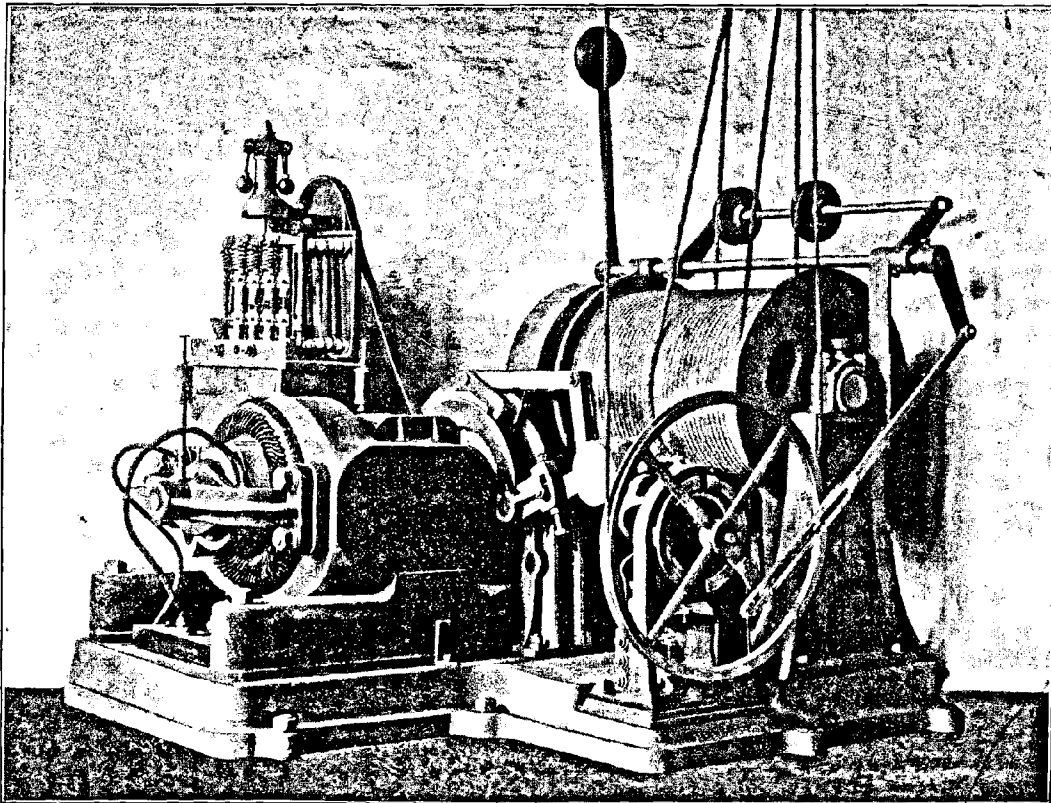


Fig. 100. — Treuil d'ascenseur électrique Siemens et Halske. — Commande du tambour par vis sans fin.

Cette disposition donne une sûreté parfaite car, si pour une cause ou une autre le moteur ne pouvait surmonter un obstacle quelconque, les résistances seraient aussitôt intercalées et le courant ne pourrait pas, par suite, prendre une intensité dangereuse, capable de détériorer le moteur. Nous avons vu que les contacts de l'appareil sont en charbon, c'est afin d'éviter la détérioration rapide des contacts métalliques par les étincelles de rupture.

Notre figure 99 montre un treuil pour ascenseur muni d'un appareil de mise en marche de ce genre. Le moteur actionne par courroie le treuil ainsi que l'appareil de mise en marche que nous venons de décrire et qui se trouve placé sur une console fixée au mur; la tension des courroies est assurée par le poids même du moteur, monté à bascule, comme l'indique clairement la

figure. Derrière le moteur se trouve le commutateur de mise en marche manœuvré par une corde.

La figure 100 représente un treuil d'ascenseur actionné par un électromoteur au moyen d'une vis sans fin; l'arbre du moteur porte une poulie à gorge sur laquelle agit un frein puissant à sabot et une poulie commandant par courroie l'appareil automatique de mise en marche placé sur un socle dans le fond de la figure.

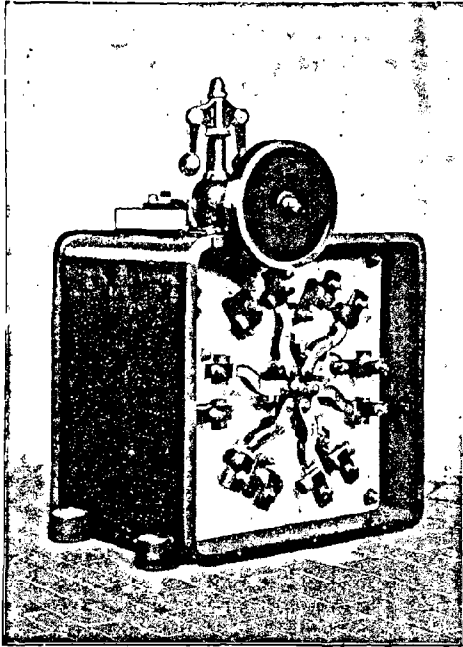


Fig. 101. — Appareil de mise en marche automatique Siemens et Halske.



Fig. 102. — Commutateur Siemens et Halske pour ascenseur.

par la figure 101; au lieu d'être disposés suivant une droite, les contacts de charbons sont rangés en cercle; les contacts mobiles tournent autour d'un axe mû par le régulateur. Le commutateur manœuvré par la corde de commande (fig. 102) est également muni de contacts de charbon; de plus, l'étincelle de rupture qui pourrait se produire est aussitôt soufflée par un extincteur magnétique.

La figure 103 représente un treuil d'ascenseur utilisant les deux appareils de mise en marche des figures 101 et 102. Le

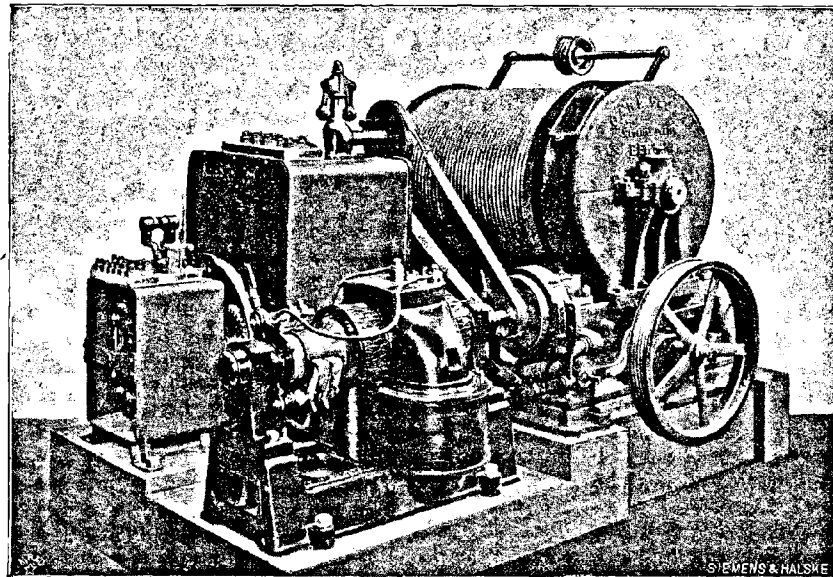


Fig. 103. — Treuil d'ascenseur électrique Siemens et Halske muni du commutateur (fig. 112) et de l'appareil automatique de mise en marche (fig. 101).

J.-L. BRETON. — 7



commutateur automatique est actionné par une courroie passant sur une poulie calée sur l'axe même du moteur. Le treuil est commandé par une transmission à vis sans fin.

La figure 104 montre la partie supérieure d'un monte-charge électrique muni d'un treuil d'un système analogue à ceux que nous venons de décrire; l'électromoteur à courant continu commande le tambour par vis sans fin et train d'engrenages.

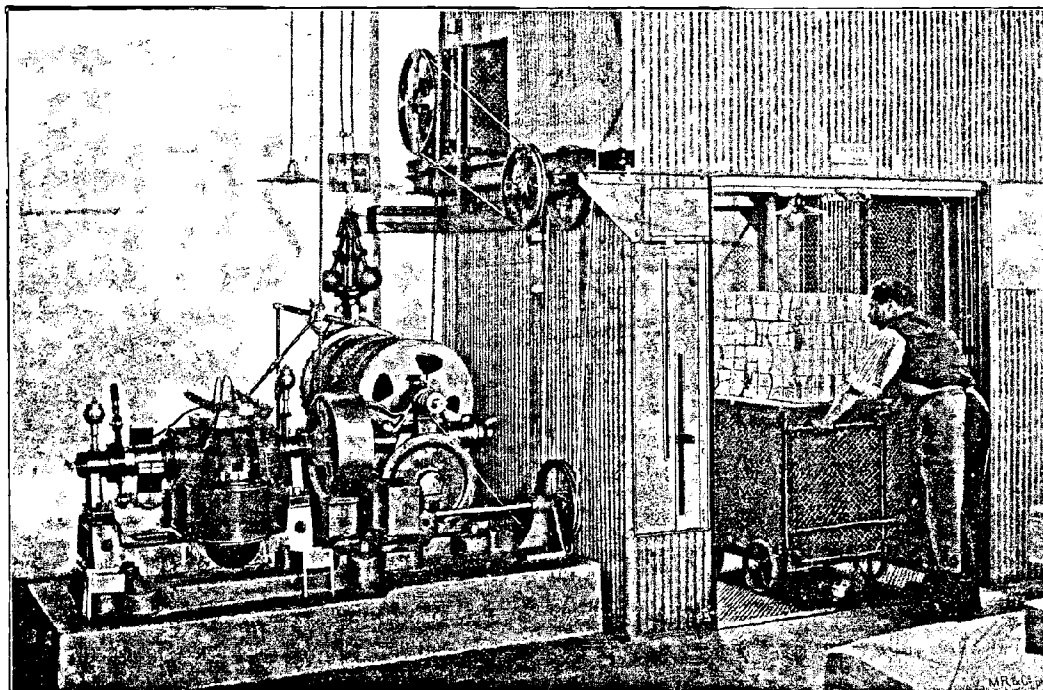


Fig. 104. — Monte-charge muni d'un treuil électrique Siemens et Halske.

La maison Siemens et Halske a réalisé un grand nombre d'installations d'ascenseurs électriques munis des appareils que nous venons de décrire notamment à l'Hôtel de Ville de Berlin. En 1890, elle a construit un grand ascenseur électrique à Salzburg sur la montagne Mönchs, qui fonctionne très régulièrement depuis; la hauteur totale à franchir est de 60 mètres et la vitesse obtenue de 50 centimètres à la seconde. Notre figure 105 représente une vue générale de l'ascenseur et la figure 106 une vue de sa partie supérieure. Cet ascenseur possède deux cabines pouvant contenir chacune 12 personnes et reliées l'une à l'autre par 6 câbles en acier; les mouvements des deux cabines sont solidaires et lorsque l'une monte, l'autre descend. L'entraînement s'effectue par un électromoteur commandant le tambour du treuil au moyen d'une vis sans fin. L'électromoteur placé à la partie supérieure développe 15 chevaux.

Un autre ascenseur public du même genre a été installé à Berlin en 1897 (fig. 107); il est installé comme celui de Salzburg dans une charpente verticale en fer de 30 mètres de hauteur; les cabines peuvent contenir chacune 6 personnes, soit une charge d'environ 500 kilogrammes; elles sont reliées par deux câbles en acier passant sur le treuil fixé à la partie supérieure. L'électromoteur actionnant ce treuil par vis sans fin est d'une puissance de 14 chevaux. La vitesse des cabines est de 80 centimètres à la seconde. Le courant fourni par les secteurs de la ville présente une tension de 240 volts.



Lorsqu'il s'agit de transformer avec le minimum de frais un ascenseur hydraulique, on peut utiliser les électromoteurs simplement pour fournir l'eau sous pression nécessaire à la mise en marche des appareils déjà installés. On peut ainsi réaliser une sérieuse économie, surtout dans les villes où l'eau est distribuée à un prix élevé. La figure 108 représente un coin de la petite usine de compression installée à l'hôtel Marquardt, à Stuttgart, pour la commande des ascenseurs par l'eau sous pression fournie par des électromoteurs actionnant des pompes. On voit dans le fond de la gravure un des réservoirs recevant l'eau et dans le milieu un appareil de mise en marche automatique provoquant le démarrage et l'arrêt du moteur suivant que la provision d'eau sous pression diminue ou que cette eau se trouve accumulée en abondance. Au milieu de la gravure se trouve la

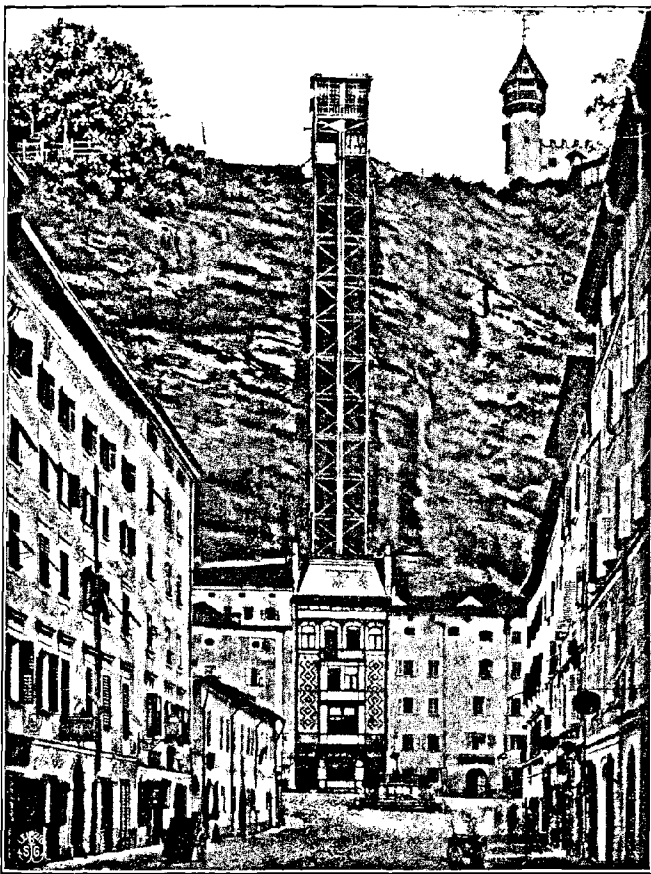


Fig. 105. — Vue générale de l'ascenseur électrique Siemens et Halske de Salzburg.

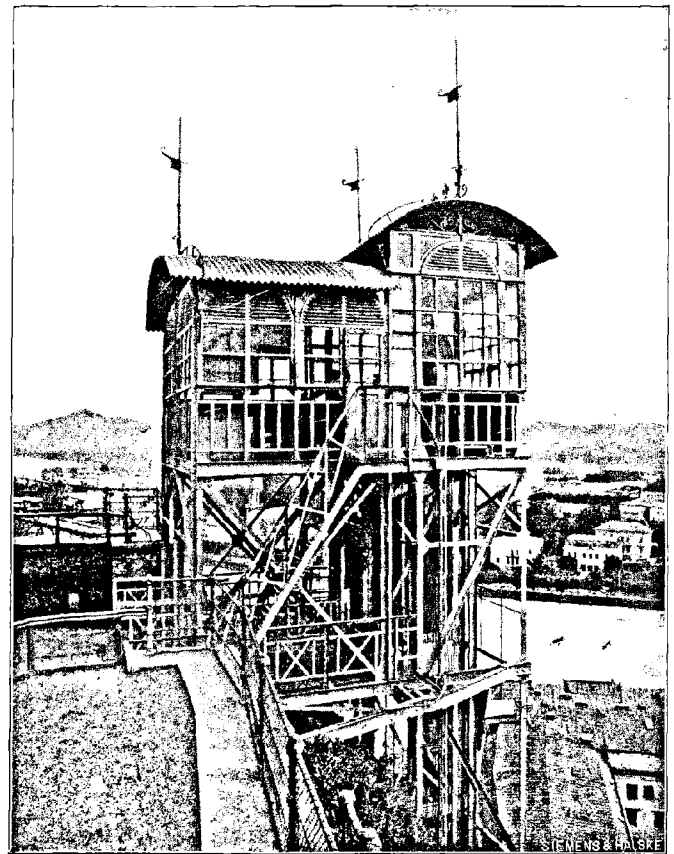


Fig. 106. — Vue de la cabine supérieure contenant la machinerie de l'ascenseur de Salzburg.

transmission intermédiaire actionnée par courroie par un électromoteur et commandant, également par courroie, deux pompes de compression.

La mise en marche et l'arrêt du moteur peuvent être déterminés par l'aiguille d'un manomètre agissant sur deux contacts actionnant des relais lorsque la pression est trop faible ou trop forte ; suivant le cas le moteur démarre ou s'arrête.

**Ascenseurs électriques de la Société Gramme.** — La figure 109 représente un ascenseur électrique construit par la Société Gramme. L'électromoteur du type Gramme supérieur

renversé, commande par pignon et grande roue dentée l'appareil d'entraînement de la chaîne à

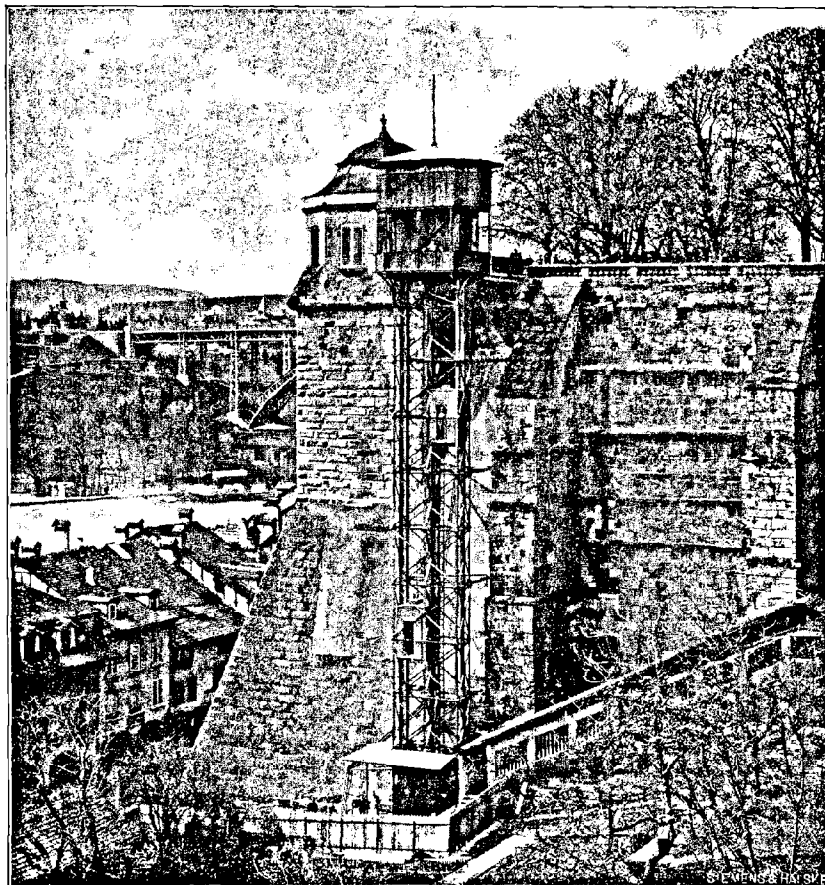


Fig. 107. — Vue d'un ascenseur électrique Siemens et Halske fonctionnant à Berlin.

laquelle est suspendue la cabine de l'ascenseur; cette chaîne passe sur une poulie fixée à la partie supérieure. La manœuvre se fait de chaque étage au moyen d'une corde qui vient aboutir comme l'indique notre figure, à un commutateur de mise en marche. Un parachute spécial donne toutes les garanties désirables en immobilisant la cage si le courant électrique venait à faire défaut, si le frein cessait d'agir ou si la chaîne venait à se rompre.

**Ascenseurs électriques Otis.** — Un des modèles d'ascenseur électrique les plus appréciés en Amérique, et qui a reçu le meilleur accueil en Europe, est celui de la Société Otis dont les figures 110 et 111 représentent l'aspect et le

mode de montage. Ce système offre en tous points et au même degré la même sécurité que le système hydraulique dont il possède tous les appareils de sûreté. Le moteur électrique, peu volumineux, est disposé soit à côté de la cage de l'ascenseur, soit au-dessous dans une cave par exemple, soit même au-dessus du plafond de l'escalier ou de la trémie. Le fonctionnement s'opère sans bruit ni secousses, l'appareil étant construit de telle sorte que toutes les variations pouvant se produire dans l'intensité du courant sont automatiquement régularisées.

Nous emprunterons à un rapport de MM. Pollet et Richardière, à la quatrième section de la Société des Architectes, quelques indications relatives aux ascenseurs électriques Otis, que ces spécialistes ont été à même d'examiner en détail et de juger.

Ces ascenseurs, dit M. Pollet, sont en usage aux Etats-Unis depuis plusieurs années déjà; la direction de chacun d'eux est confiée aux soins d'un groom qui ne quitte pas l'appareil. La manœuvre se fait absolument comme celle des ascenseurs hydrauliques de nos grandes administrations, l'Hôtel de Ville, par exemple.

Pour rendre l'appareil pratique en France, il fallait également trouver le moyen de le rendre facile à manœuvrer par les voyageurs. Voici comment la question a été résolue.

Pour monter ou descendre sans recourir au concierge, il suffit d'appuyer sur un bouton de montée ou de descente placé dans l'intérieur de la cabine.

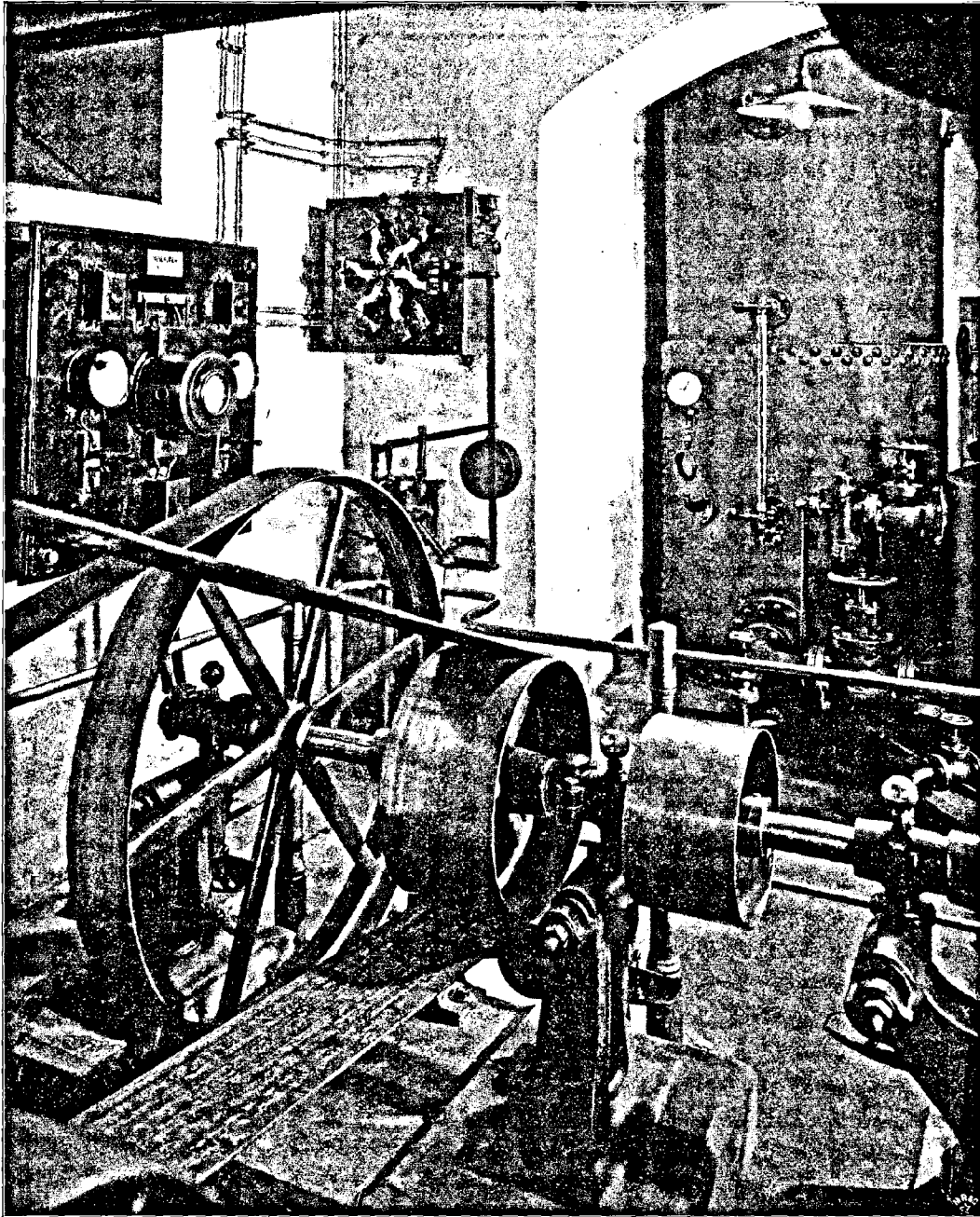


Fig. 108. — Usine électrique de l'Hôtel Marquardt, à Stuttgart, pour l'alimentation des ascenseurs hydrauliques.

Veut-on, en montant, s'arrêter au premier ou au deuxième étage ? On pousse un des boutons, semblables à ceux des harmoniums, et correspondant à l'une des indications *Premier étage* ou *Deuxième étage*.

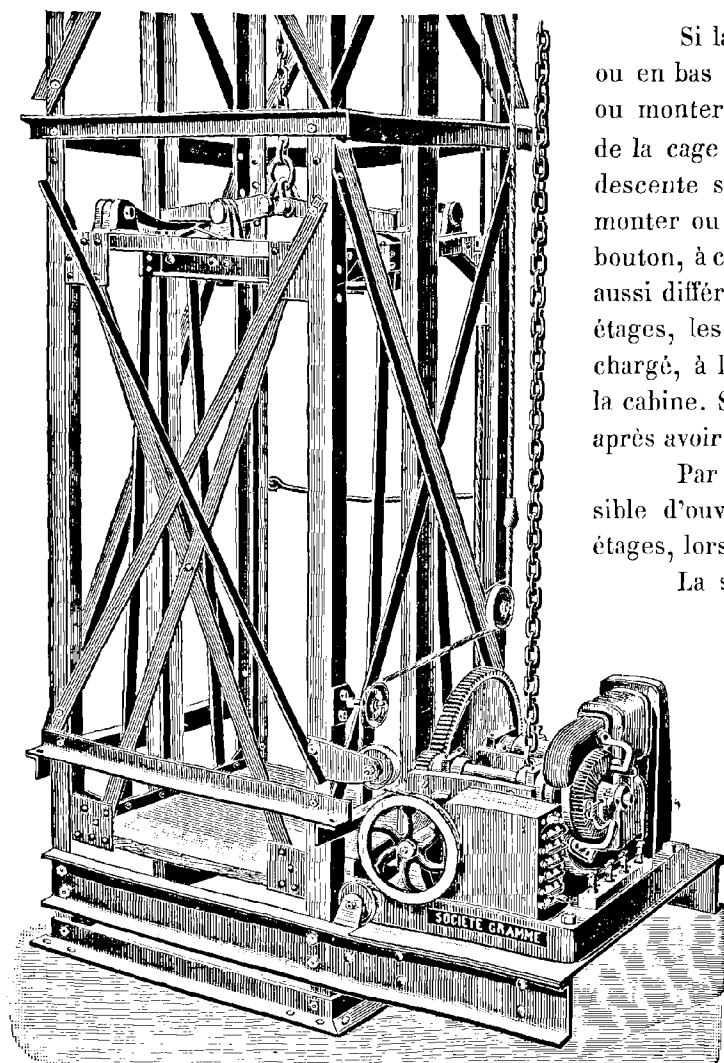


Fig. 109. — Ascenseur électrique de la Société Gramme.

Les appareils sont actionnés directement par l'énergie électrique à courant continu fournie par les secteurs.

En appuyant sur le bouton pour monter ou descendre, on agit sur un basculeur, et le courant est transmis par un servo-moteur à une dynamo réceptrice qui communique le mouvement de rotation de son axe au treuil, par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée en bronze faisant corps avec ce treuil. Sur ce treuil s'en-

Si la cabine est en haut lorsqu'on est en bas, ou en bas lorsqu'on est en haut, on la fait descendre ou monter en appuyant sur un bouton placé à côté de la cage de l'ascenseur et correspondant soit à la descente soit à la montée. Cette facilité de faire monter ou descendre l'appareil en appuyant sur un bouton, à chacun des étages, a été une source d'abus ; aussi différents propriétaires ont fait supprimer, aux étages, les boutons de montée. Le concierge est alors chargé, à la demande des voyageurs, de faire monter la cabine. Seul, le bouton qui fait descendre la cabine après avoir conduit les voyageurs a été conservé.

Par une combinaison ingénieuse, il est impossible d'ouvrir les portes de la cage, aux différents étages, lorsque l'appareil est en marche.

La sécurité des voyageurs est encore garantie par le frein Otis et le régulateur de vitesse.

La cabine est suspendue à des câbles qui passent, à la partie haute de la cage, sur une poulie et redescendent jusqu'à un treuil autour duquel ils s'enroulent, à la partie basse, dans la cave (fig. 111).

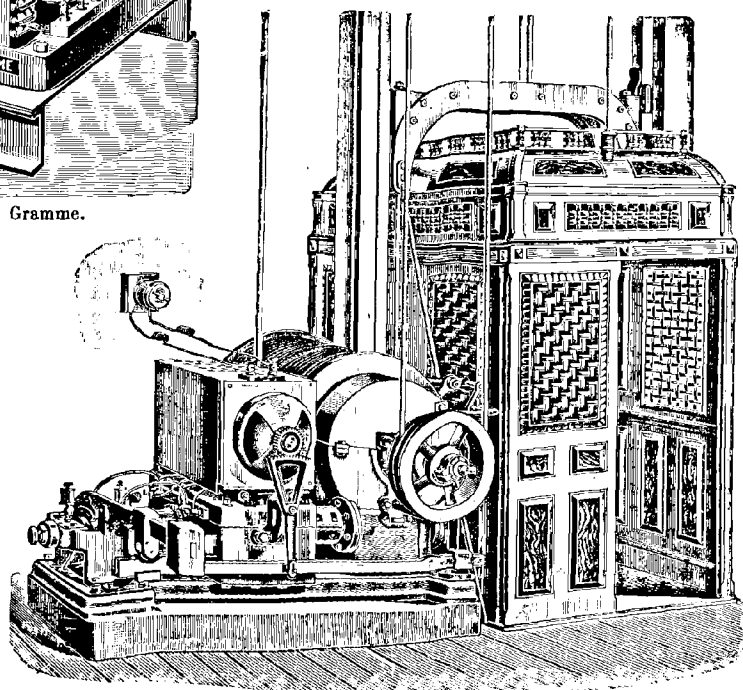


Fig. 110. — Ascenseur électrique Otis.

roulent quatre câbles, deux dans un sens, portant la cabine, deux dans le sens contraire, portant le contrepoids.

Une poulie placée à la partie supérieure, sur laquelle passe une corde spéciale, actionne un régulateur à boules centrifuges. Ce régulateur, lorsque la vitesse devient exagérée, fixe la corde entre deux cames à griffes, par l'intermédiaire d'un manchon et d'une bielle.

Ces deux cames enserrant ainsi fortement entre leurs griffes la corde, celle-ci se trouve dans l'impossibilité de suivre le mouvement de la cabine en cas d'allongement du câble de suspension de la cabine ou en cas de rupture, et la cabine s'arrête sous l'action du mécanisme suivant.

La corde spéciale traverse un anneau formant tête d'un bras de levier fixé latéralement au bâti de la cabine et porte un ressort à boudin disposé de façon à réagir de bas en haut contre le levier dès que la vitesse de la corde devient inférieure à celle de la cabine. La cabine presse alors par la tête du levier sur le ressort, le comprime de toute sa force vive, et celui-ci, réagissant sur le levier, le fait basculer. Ce levier, rencontrant un doigt en fer fixé sur un arbre, actionne cet arbre et, par suite, deux leviers fixés aux extrémités de cet arbre. Ces derniers leviers agissent sur les coins de calage, qui produisent l'arrêt immédiat de la cabine.

Les ascenseurs électriques réalisent, sous le rapport de la consommation, une économie importante sur les ascenseurs hydrauliques, les secteurs ayant jusqu'à présent consenti des forfaits moyennant 150 francs par année. Nous croyons que les secteurs se refusent à présent à passer ce forfait; mais, le prix de l'eau devant être doublé pour les usages de luxe, l'économie résultant de l'emploi des ascenseurs électriques serait, au dire de la Compagnie Otis, de 85%. Ce chiffre demanderait à être contrôlé; il ne nous a pas été possible de faire ce travail.

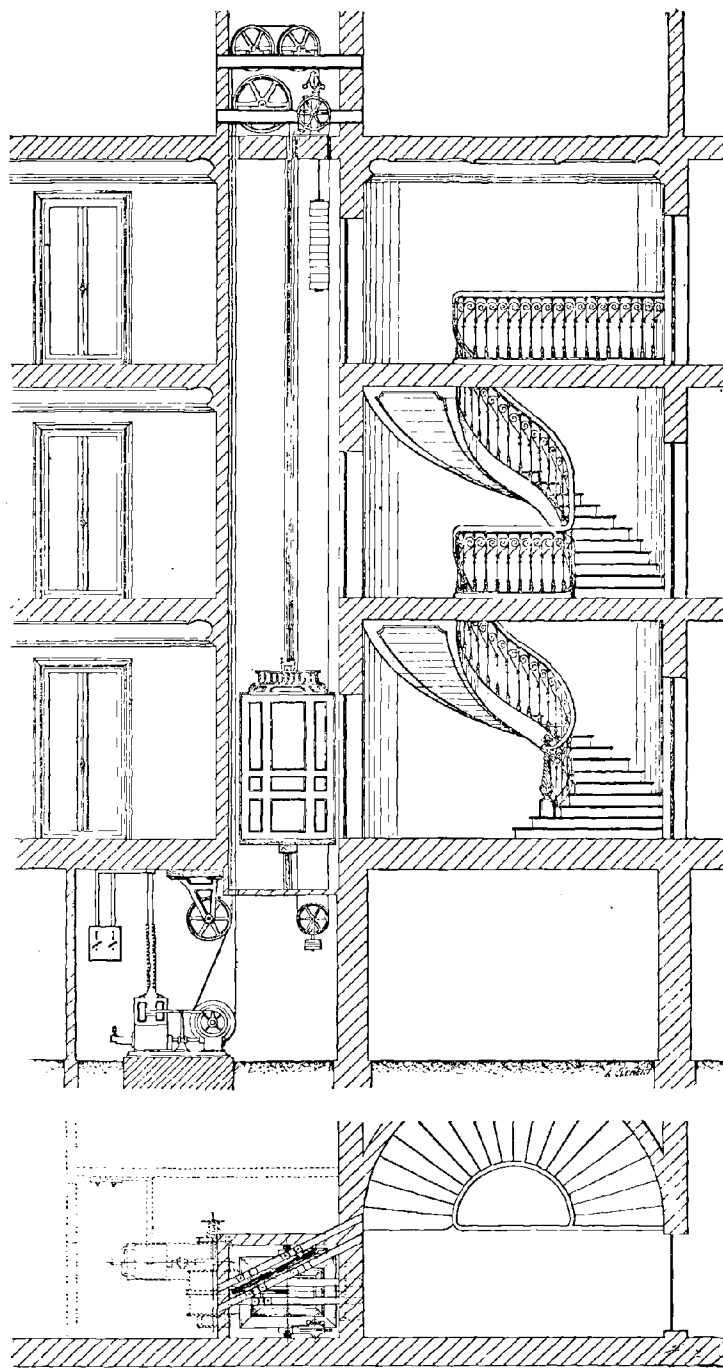


Fig. 111. — Disposition de l'ascenseur électrique Otis avec treuil placé en cave.

Lorsque l'ascenseur électrique dessert un hôtel ou un établissement public assez important pour qu'un employé spécial soit chargé de son fonctionnement, on peut se contenter d'une manœuvre à corde semblable à celle des ascenseurs hydrauliques; mais lorsqu'il doit être mis en service par les voyageurs eux-mêmes, ce qui est le cas de toutes les maisons de rapport de Paris, on remplace la manœuvre à corde par une manœuvre électrique à trois boutons correspondant respectivement à la montée, l'arrêt et la descente de la cabine.

Ces ascenseurs électriques sont munis de tous les dispositifs nécessaires pour assurer automatiquement la fermeture des portes d'accès, l'arrêt facultatif des voyageurs aux étages à desservir, et l'immobilisation de la cabine chaque fois qu'une porte d'accès est ouverte, évitant ainsi toute cause possible d'accident de personnes par suite de fausse manœuvre.

Dans le courant de l'année 1898, la Société Otis a apporté quelques modifications, non sans importance, à la manœuvre de ses ascenseurs électriques pour maisons d'habitation comportant beaucoup d'étages. Ces améliorations permettent de penser que désormais tout accident par fausse ou intempetive manœuvre de l'appareil est rendu impossible, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par la description qui suit. C'est donc un très réel progrès de réalisé.

Cette nouvelle manœuvre supprime complètement la boîte d'arrêts automatiques des systèmes actuels; chaque étage a un bouton électrique spécial et numéroté, placé dans la cabine. En poussant, même très légèrement, l'un de ces boutons, la cabine se met immédiatement en marche pour se rendre et s'arrêter d'elle-même à l'étage dudit bouton montant vers lui si elle se trouvait au-dessous, descendant, au contraire, si elle se trouvait au-dessus de lui; assurant ainsi aussi bien les arrêts automatiques à la descente qu'à la montée.

Quant à la manœuvre extérieure, chaque porte palière porte un bouton électrique analogue à celui de la cabine et produisant les mêmes effets que celui-ci. Ces boutons intérieurs et extérieurs n'ont point d'action tant que la cabine n'est pas au repos et que toutes les portes ne sont pas fermées, aussi bien la porte de la cabine elle-même que les portes des paliers. Si en cours de marche, les portes de la cabine ou une porte palière vient à être ouverte par une cause quelconque, la cabine s'arrête instantanément au point où elle se trouve à ce moment. Un deuxième bouton extérieur permet de renvoyer de chaque étage la cabine au rez-de-chaussée.

Ajoutons qu'un bouton d'arrêt, placé dans la cabine, permet au voyageur de s'arrêter instantanément en un point quelconque du parcours, en montant ou en descendant; il peut également produire cet arrêt instantané en ouvrant la porte de la cabine elle-même, comme il est dit ci-dessus.

Pour compléter les garanties d'une sécurité absolue, contre tout accident, ajoutons qu'un frein électrique bloque instantanément l'ascenseur si, en cours de marche, le courant vient à manquer pour une cause quelconque.

---

## CHAPITRE CINQUIÈME

---

**APPAREILS DIVERS COMMANDÉS ELECTRIQUEMENT. — Les Ventilateurs électriques.** — Une application qui a été accueillie avec une réelle faveur par le public est celle de la commande des appareils d'aérage des appartements et salles de toutes dimensions.

Il fallait pour cela disposer d'une source d'énergie mécanique pouvant actionner les appareils de ventilation; l'extension acquise par les entreprises de distribution d'énergie électrique a permis à ces appareils de se multiplier et de se répandre un peu partout, dans les salles de théâtre et de réunion, dans les magasins, cafés, restaurants, et même dans les salons et appartements privés.

Nos gravures montrent la disposition des modèles de ventilateurs électriques les plus usités et qui se composent ordinairement d'un moteur à courant continu ou alternatif et d'une hélice à deux ou plusieurs branches montées directement sur l'arbre de l'induit. Les collecteurs sont disposés à l'opposé de l'hélice et un rhéostat de réglage complète l'appareillage.

La figure 112 représente un ventilateur à courant continu fonctionnant sur tous les secteurs de 100 à 110 volts et construit par les ateliers Gramme. Le moteur est du type dit « supérieur » déjà utilisé pour de nombreuses autres applications de commande électrique, et la vitesse de rotation est de 1800 tours par minute, ce qui assure un brassage énergique de l'air de la pièce où l'appareil est installé.

Dans le modèle américain, figure 113, vendu par M. Ullmann, la roue à ailettes est entourée d'une cage en treillage de fil de laiton; les deux électro-aimants sont disposés verticalement comme dans le modèle précédent et l'arbre tourne dans des coussinets à longues portées.

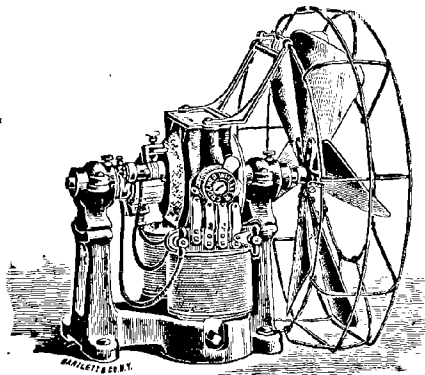


Fig. 113. — Ventilateur électrique Ullmann.

La même disposition se retrouve dans les types de ventilateurs, figures 115 et 116, dont les moteurs diffèrent toutefois de construction, l'agencement des organes variant avec chaque constructeur.

La commande du ventilateur mural, figure 117, construit par M. Ullmann, au lieu d'être opérée directement est effectuée par une courroie. Le moteur, que l'on aperçoit à droite de la gravure, porte une poulie plate, d'un diamètre un peu inférieur celui de la poulie commandée et qui est animée d'une vitesse de rotation de 1200 tours environ par minute. La roue à ailes tourne dans le vide de l'ouverture circulaire pratiquée dans la cloison.

Le ventilateur représenté figure 118 est un modèle américain vendu par M. Ullmann, qui rappelle la disposition donnée aux *punkhas* employés dans les pays chauds pour rafraîchir l'air embrasé

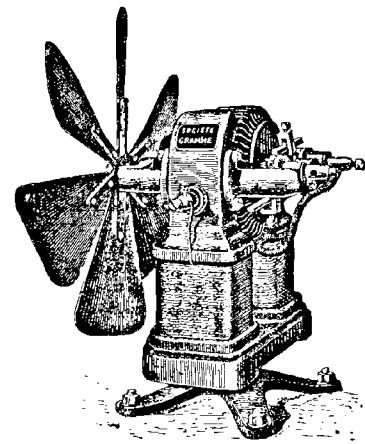


Fig. 112. — Ventilateur électrique Gramme.

Dans le ventilateur, figure 114, vendu par la maison Cadot, le moteur à inducteurs Manchester, est fixé à une baie pratiquée dans une muraille extérieure, par l'intermédiaire de trois bras en fonte. La baie est entourée d'un cercle métallique, dans le vide duquel tournent les ailes, d'une forme spéciale, au nombre de six. La même disposition se retrouve dans les types de ventilateurs, figures 115 et 116, dont les moteurs diffèrent toutefois de construction, l'agencement des organes variant avec chaque constructeur.

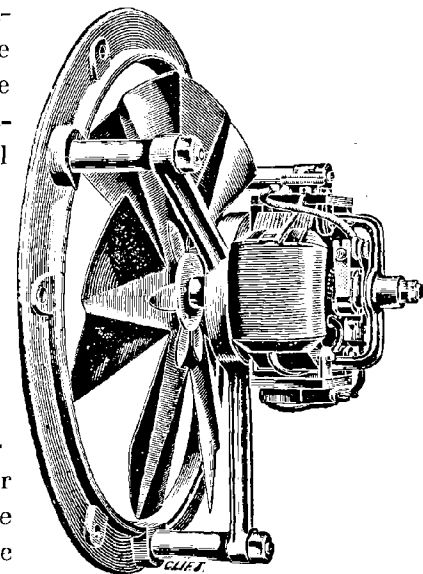


Fig. 114. — Ventilateur électrique Cadot.



et stagnant des appartements. Le moteur, enfermé dans une cage sphérique ajourée, est fixé au plafond par une tige retenue dans une rosace. Il commande directement, sans renvoi d'engrenages ou

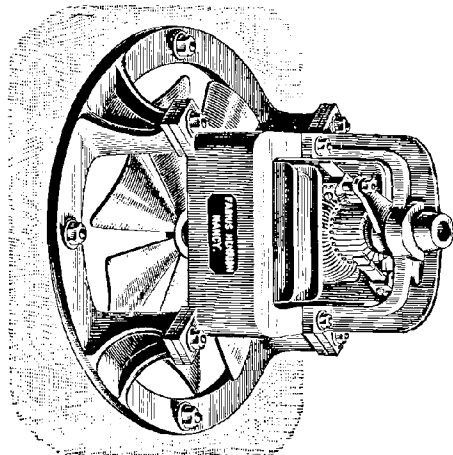


Fig. 115. — Ventilateur électrique Fabius Henrion.

de poulies, deux larges palettes disposées obliquement sur leur axe, et qui brassent énergiquement l'air dans leur mouvement de rotation.

La dépense de courant de ces appareils ne dépasse pas 2 ampères, soit 200 watts environ, à la tension de 100 à 110 volts. Cette dépense est même encore réduite avec des modèles de faibles dimensions tels que ceux des figures 119 et 120, lesquels sont montés sur un pied et un socle ornementé. Le moteur du ventilateur 119 est entièrement enfermé dans une enveloppe de métal venu de fonte avec

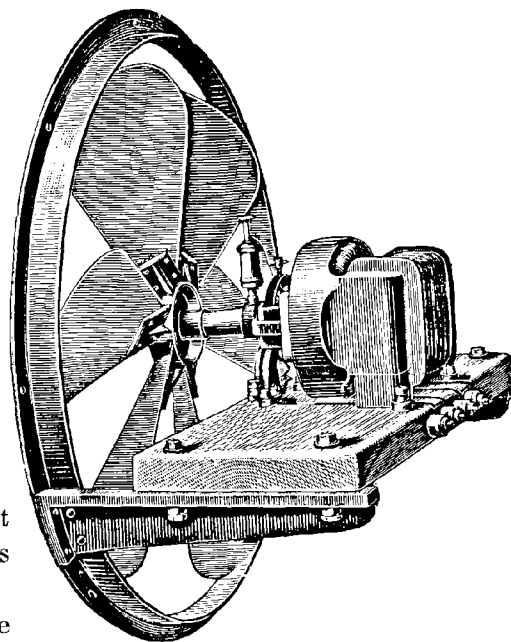


Fig. 116. — Ventilateur électrique Siemens et Halske.

les inducteurs et d'où sort l'axe supportant l'arbre à ailes. Le moteur 120, à électros droits est mobile sur un pivot et il tourne autour de son axe en même temps que son hélice à six branches. Ce dispositif est vendu par M. Ullmann.

On a également construit des ventilateurs pouvant fonctionner sur des distributions de courants alternatifs simples ou polyphasés. La figure 121 montre un dispositif à moteur synchrone de la Société Fabius Henrion de Nancy. Ces ventilateurs se construisent sur quatre dimensions que l'on choisit suivant la grandeur des locaux à aérer.

La figure 122 est un petit ventilateur électrique, de M. Ducretet, pour distributions à courants alternatifs triphasés. L'arbre est supporté par deux paliers et l'ensemble est monté sur un socle en matière isolante.

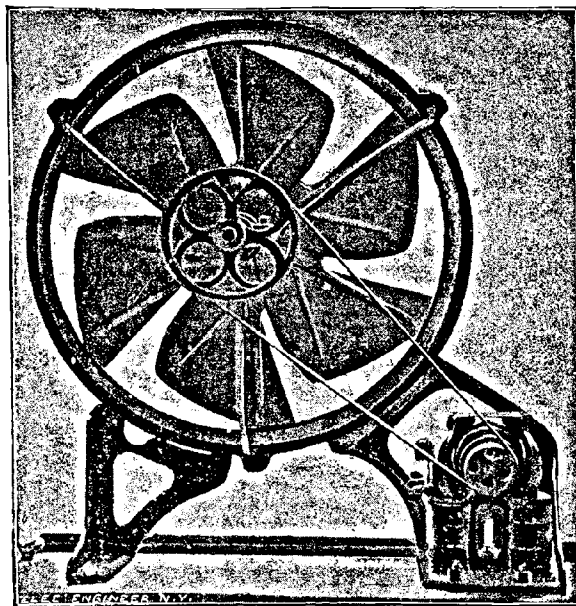


Fig. 117. — Ventilateur électrique Ullmann.

En résumé, le ventilateur électrique constitue un appareil des plus utiles et capable de rendre les meilleurs services. Aussi est-il aujourd'hui



très employé sur les divers secteurs et constitue-t-il une des machines commandées électriquement dont l'usage s'est le plus répandu durant ces dernières années.

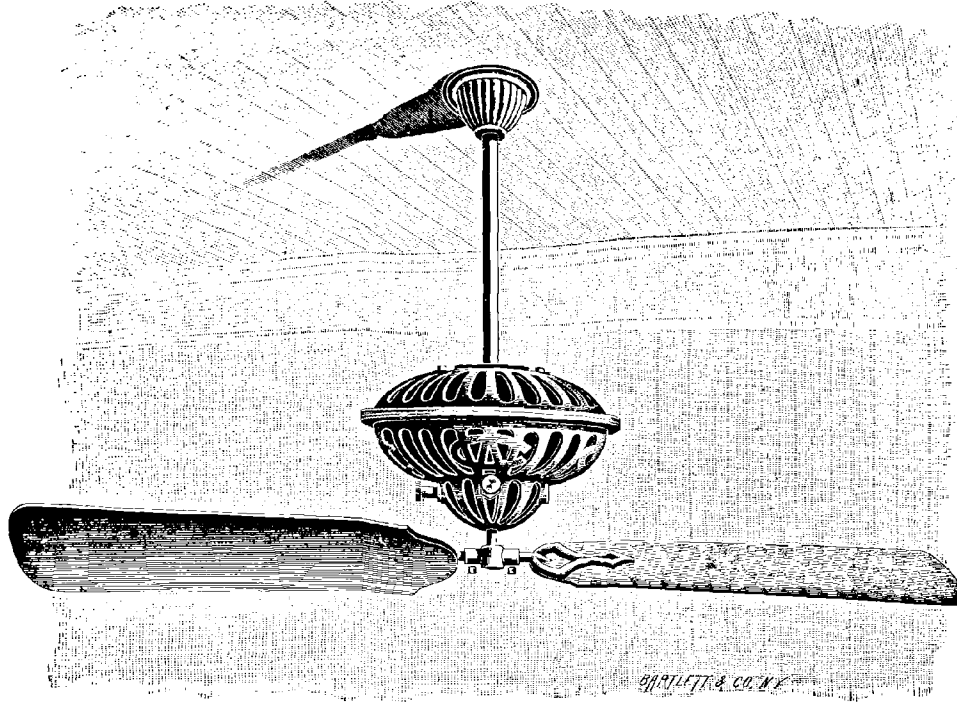


Fig. 118. — Ventilateur électrique de plafond.

**Les trottoirs roulants.** — Parmi les applications de l'énergie électrique les plus intéressantes qui seront réalisées lors de l'Exposition Universelle de 1900, il faut particulièrement mentionner les trottoirs roulants qui seront une des attractions ou tout au moins une des curiosités de ce concours pacifique entre les nations.

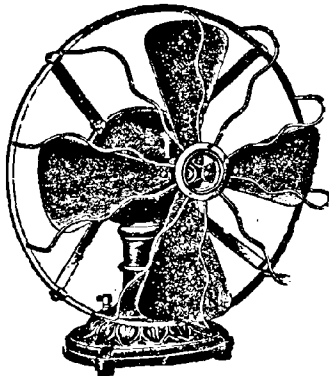


Fig. 119. — Petit ventilateur électrique.

Les transports à l'Exposition présentait une grande difficulté, en raison de l'affluence formidable de voyageurs à prévoir. MM. de Mocomble et Guyenet ont proposé une solution ingénieuse et à laquelle nous devons consacrer dans cette *Revue* quelques lignes d'examen.

Le plan dressé par ces ingénieurs comporte, outre une voie de chemin de fer électrique, une plateforme roulante, semblable à celle qui eut un si grand succès en 1893 et en 1896 aux Expositions de Chicago et de Berlin.

Cette plateforme formera une véritable route mobile qui entourera le pàté de constructions compris, entre le Champ de Mars et l'Esplanade des Invalides en suivant le quai d'Orsay, les avenues de Suffren, de la Mothe-Picquet et le boulevard de la Tour-Maubourg jusqu'au quai ; la longueur totale sera d'environ 4.200 mètres.

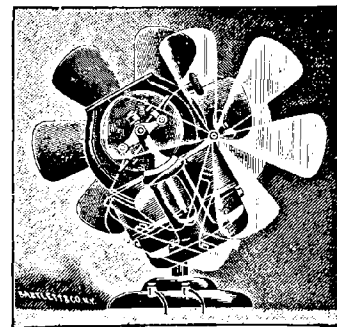


Fig. 120. — Ventilateur électrique à double mouvement.

« Ce mode de locomotion est, dit le rapport de la Commission supérieure de l'Exposition de nature à séduire les visiteurs et à constituer un des éléments de succès de l'Exposition. La plateforme, supportée constamment par un viaduc, dessert le premier étage de toutes les constructions et répartit les visiteurs au mieux des intérêts des exposants. Les points d'embarquement peuvent être indéfiniment multipliés. Un d'entre eux peut être placé notamment à l'angle Fabert-Orsay, qui est le point du tracé le plus rapproché du pont Alexandre III, alors que le plan et le profil en long du chemin de fer ne permettent guère l'établissement d'une station en cet endroit.

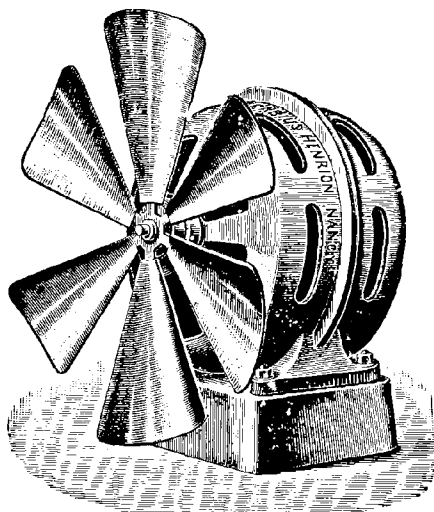


Fig. 121. — Ventilateur électrique à courants alternatifs.

phénomènes physiques que la traction des wagons par les locomotives. Les locomotives ne se déplacent qu'à cause de l'adhérence de leurs roues sur les rails ; c'est également l'adhérence d'un rail sur des surfaces cylindriques qui provoquera la marche de la plateforme. Dans un cas, la surface cylindrique se déplace en contre-haut de la surface plane, qui reste fixe ; dans l'autre cas,

« Il ne s'agissait plus, dès lors, que de rechercher si le nouvel engin de transport étudié par M. de Mocomble présentait des garanties suffisantes de bon fonctionnement. La commission estime qu'on ne peut avoir à cet égard aucune appréhension. Si la plateforme était constituée par un train continu roulant sur une voie ferrée, comme l'a proposé dès 1886 M. Hénard, personne ne songerait à mettre en doute le succès de l'entreprise. Or, la translation de la plateforme de M. de Mocomble s'opère en vertu précisément des mêmes

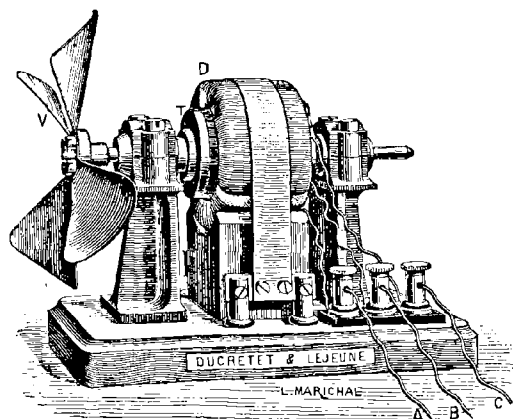


Fig. 122. — Ventilateur Ducretet pour courants triphasés.

au contraire, c'est la surface plane qui est mobile au-dessus de la surface cylindrique ; mais le mouvement relatif des deux surfaces n'en est pas moins toujours identique. Rien ne permet de penser que l'action des forces semblables ne parvienne à produire ce mouvement dans le deuxième cas tout comme elle le produit journallement dans le premier.

« Les plateformes installées en 1893 et 1896 aux expositions de Chicago et de Berlin reposaient, d'ailleurs, sur la même idée. On ne saurait mettre en doute qu'elles aient fonctionné ; la pratique a donc sanctionné, comme on devait le prévoir, ce renversement des dispositions usuelles.

« Le projet de M. de Mocomble comporte, par rapport au système employé à Chicago et à Berlin, des perfectionnements d'une importance capitale.

« Les deux zones de la plateforme animées de vitesses différentes, sont absolument indépendantes l'une de l'autre. Chacune d'elles est entraînée par un rail unique articulé tous les 4 mètres et actionné par des poulies distinctes établies à demeure sur une construction métallique. Ces poulies ne peuvent subir aucun déplacement latéral ; elles ont seulement, dans le sens vertical, un léger jeu qui permet d'en régler avec précision l'adhérence sur le rail. Les moteurs sont fixes, comme les poulies. Il est aisé de visiter à chaque instant tous les organes du système. »

A Chicago et à Berlin, les deux zones étaient au contraire solidaires l'une de l'autre ; une double file de rails frottant sur les roues de la première zone provoquait le déplacement de la seconde; ni les moteurs, ni aucun des organes de transmission du mouvement n'étaient accessibles pendant la marche de la plateforme.

Le système de M. de Mocomble a le double avantage de réduire les risques d'avaries et de faciliter les réparations. Chaque zone est à la fois dirigée et maintenue en équilibre dans le sens transversal par des galets à boudins qui roulent sur des rails placés de part et d'autre des poulies ; ces galets et les poulies motrices sont munis de ressorts dont le réglage calculé à l'avance doit donner au rail central une adhérence suffisante sur les poulies.

L'ensemble du projet fut accepté par la commission. Toutefois, M. de Mocomble fut invité à procéder, au préalable, à un essai de sa plateforme sur un circuit fermé de 300 à 350 mètres de développement. Cet essai constituait pour l'administration une garantie supplémentaire et permettait notamment d'apporter aux études primitives toutes les améliorations désirables.

Cet essai préalable a eu un plein succès ; la Compagnie des transports électriques de l'Exposition a établi son circuit de 350 mètres de développement sur les terrains qui bordent la rive droite de la Seine entre Clichy et Saint-Ouen. Le tracé de ce circuit comprend toutes les difficultés que les constructeurs doivent rencontrer au Champ de Mars, courbes, droites, contre-courbes, rampes et pentes de 3 millimètres par mètre.

Disons que cette plateforme a été imaginée avec la collaboration de MM. Guyenet et Blot. La première étude de ce genre date de 1886 ; elle est due à M. Blot qui avait pour objectif la fixation au sol des mécanismes moteurs de manière à réduire le poids de la partie roulante ; cette première étude fut complétée neuf ans plus tard, de manière à permettre au système de se mouvoir dans les courbes. A la même époque, M. Guyenet étudiait un dispositif analogue, mais dans lequel intervenaient deux files de galets roulant sur des rails fixes et placés de chaque côté de rail axial boulonné au plancher ; le rail axial est constitué par tronçons de 4 mètres fixés entre eux par des charnières à axe vertical ; ce projet complété par différents perfectionnements et par l'adjonction d'une vitesse intermédiaire constitue le système Blot, Guyenet et de Mocomble, que M. Maréchal a rendu applicable à l'Exposition malgré les difficultés qu'offrait la combinaison de la plateforme et du chemin de fer au point de vue du plan du profil en long.

L'infrastructure comporte une charpente en fer composée de 32 travées métalliques construites par la Société de constructions de Levallois-Perret. Chaque travée a 10<sup>m</sup>,50 de long, 3<sup>m</sup>,80 de large et 1<sup>m</sup>,20 de haut. Elles seront, à l'Exposition, supportées par des palets de 7 mètres de hauteur moyenne. Au terrain d'essai, ces travées reposent sur deux traverses en bois fixées sur béton. Sur ces traverses sont des traverses en bois qui supportent les longrines sur lesquelles sont placés les rails extérieurs des deux voies.

Les rails de la voie de grande vitesse sont à 1<sup>m</sup>,20 d'écartement ; ceux de la petite vitesse à 0<sup>m</sup>,50. Sur ces voies se trouve placé le matériel roulant qui comprend une série de trucks en fer alternativement avec roues et sans roues ; les roues sont à fusées, c'est-à-dire indépendantes.

Chaque truck porte, sous le platelage et suivant l'axe, une poutre en fer qui s'articule entre deux trucks à roues par une charnière verticale ; les trucks sans roues sont supportés entre les autres par la charnière même de cette poutre axiale.

Pour éviter le balancement, les trucks à roues portent à leurs extrémités quatre galets sur lesquels reposent les trucks sans roues.

Le circuit d'essai comprend, pour la grande vitesse, 46 trucks sans roues, autant à roues,

plus un truck mixte de raccordement et, pour la petite vitesse, 48 trucks de chaque sorte et un mixte.

Le poids d'un truck est, pour la grande vitesse : avec roues, 1.800 kilogrammes ; sans roues, 721 kilogrammes ; petite vitesse : avec roues, 721 kilogrammes ; sans roues, 501 kilogrammes (platelage compris).

La longueur de la voie d'essai est, pour la grande vitesse, et sur l'axe, de 386 ; pour la petite voie, 397 mètres. Chaque poutre axiale a 4 mètres de longueur d'une charnière à l'autre.

Ce circuit d'essai est entraîné d'un mouvement continu et uniforme au moyen de 27 treuils placés entre les travées. Ces treuils déterminent la rotation d'un galet qui entraîne la poutre axiale par friction ; l'adhérence convenable est obtenue au moyen de ressorts à lames très robustes et convenablement réglés par une forte vis.

Les galets de ces treuils agissent sur la poutre axiale grande vitesse ; en même temps ils commandent un arbre d'accouplement qui entraîne un galet de diamètre, moitié moindre, qui fait mouvoir la plateforme de petite vitesse.

Les moteurs sont à champ tournant triphasés Alioth, de 5 chevaux ; ils sont disposés en sept groupes de quatre moteurs en série. L'un des groupes ne comporte que trois moteurs et une résistance.

Ils reçoivent leur énergie d'un alternateur Alioth de 400 kilowatts à basse fréquence ; le courant arrive de l'usine génératrice située à environ 600 mètres du champ d'expérience, à 220 volts et un ampérage variable suivant la charge et le nombre de groupes en service.

L'alternateur est excité à environ 17 ampères ; on augmente progressivement la fréquence.

La plateforme démarre lorsque la tension a atteint environ 40 volts ; le débit est alors de 530 à 540 ampères. On augmente alors le voltage jusqu'à 150 volts environ.

La consommation en marche normale était, aux essais auxquels nous avons assisté, de 50 kilowatts avec une charge de près de 2.000 personnes. Ce résultat sensiblement conforme aux prévisions et, d'autre part, le fonctionnement parfait de la plateforme d'essais font présager un réel succès pour l'Exposition et font le plus grand honneur aux initiateurs de ce projet.

Le passage du trottoir fixe à la plateforme petite vitesse ne saurait présenter aucun danger, non plus d'ailleurs que le passage des personnes de la plateforme petite vitesse à celle de la grande vitesse. Les personnes passent ainsi de la vitesse de 4 kilomètres à l'heure à celle de 8 kilomètres. D'ailleurs, ni à Chicago, ni à Berlin, on n'a eu à constater aucun accident dans des conditions identiques, d'après les renseignements que la Commission a pu se procurer.

On sait qu'il n'a pas été possible d'adopter intégralement les dispositions proposées par M. de Mocomble à l'Exposition.

Les services de l'architecture et l'exploitation avaient repoussé l'installation de la plateforme entre les deux files d'arbres du quai d'Orsay les plus rapprochées de la Seine. Le service de la voirie a dû étudier un nouveau projet qui restreignit au strict minimum l'espace occupé par le chemin de fer et la plateforme et qui reportât le chemin de fer comme la plateforme en bordure de l'avenue de La Bourdonnais. Les deux engins de transport ont été superposés sur une partie notable de leur parcours.

Pour faciliter l'accès de la plateforme, M. de Mocomble a consenti à installer deux plans inclinés mobiles aux extrémités de l'avenue de La Bourdonnais ; l'évacuation des foules, après les fêtes de nuit du Champ de Mars sera ainsi parfaitement assurée.

Quant au fonctionnement régulier du système, on sait qu'il est absolument garanti, puisqu'au

cahier des charges il a été stipulé que l'usine ou les usines qui fourniront l'énergie électrique devront disposer d'une puissance d'au moins 2.000 chevaux.

**Machines électriques à balayer les rues.** — Parmi les applications les plus originales qu'on a faites de l'électricité, la machine à balayer les rues occupe une place importante.

Le moteur électrique qui s'y trouve actionne, non seulement, les roues du chariot, mais aussi les brosses destinées à balayer toutes les ordures de la rue. Les brosses peuvent être déplacées de manière à pouvoir s'adapter facilement à la largeur des rues qu'on doit balayer. La vitesse de la machine atteint de 9 à 12 kilomètres par heure.

Les nouvelles machines électriques à balayer sont appliquées dans plusieurs villes des États-Unis; depuis le temps qu'elles y fonctionnent, on n'a jamais eu à s'en plaindre; les résultats qu'elles ont donnés ont été toujours satisfaisants.

Nous avons décrit dans notre volume de 1897, dans le chapitre relatif aux tramways électriques, une machine à balayer semblable construite par la maison Siemens et Halske (1).

**Stores électriques.** — Signalons encore une très intéressante application de commande électrique effectuée dans les amphithéâtres de la nouvelle Sorbonne à Paris pour la fermeture facile et rapide des stores destinés à produire l'obscurité nécessaire à de nombreuses expériences.

Prenons, comme exemple, l'installation du grand amphithéâtre disposé en demi-cercle, de 15 mètres de diamètre sur 10 mètres de haut et éclairé sur sa circonférence par 14 grandes baies et au plafond par un panneau vitré de 5 mètres sur 4. Chaque fenêtre est munie à l'intérieur d'un encadrement en menuiserie derrière lequel descend verticalement un rideau noir opaque. Ces rideaux se déroulent sous l'action d'une transmission qui, grâce à une série d'engrenages d'angle (abcde etc., fig. 123) épouse la

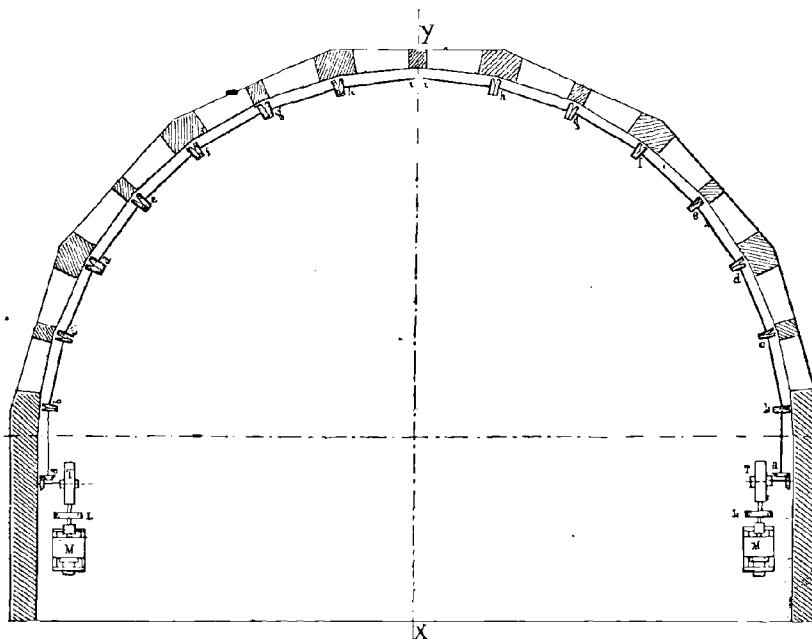


Fig. 123. — Schéma de l'installation des stores électriques dans le grand amphithéâtre de la nouvelle Sorbonne.

forme polygonale de l'amphithéâtre et qui est commandée, à chacune de ses extrémités par un petit moteur électrique M dont le rapide mouvement de rotation est ralenti par une transmission à vis sans fin T. Les moteurs employés sont du type Miot, représenté par la figure 124, à un seul électro-inducteur; la figure 125 montre le moteur avec son appareil réducteur de vitesse; en A se trouve le moteur et en C la vis sans fin commandant sa roue renfermée dans un manchon contenant de l'huile; entre la vis sans fin et le moteur se trouve ingénieusement intercalé un man-

(1) *La Revue Scientifique et Industrielle de l'Année*, année 1897, page 468.

chon limiteur B destiné à limiter le couple d'entraînement du moteur dans le cas où il se produirait un effort subit trop considérable et capable de caler le moteur; cette disposition a pour objet de permettre au moteur de continuer à tourner sans entraîner sa vis sans fin, dans le cas d'un obstacle accidentel s'opposant à la manœuvre des stores; on ne risque pas ainsi de brûler l'induit du moteur.

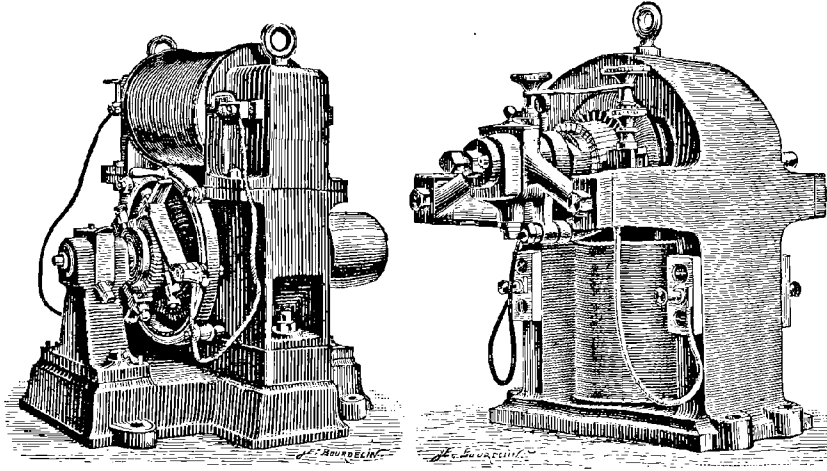


Fig. 124. — Moteurs électriques Miot.

Le panneau vitré du plafond est obturé à l'aide d'une toile horizontale qui se replie à la façon d'un éventail à l'aide d'un mécanisme spécial actionné par un troisième moteur.

Un tableau de distribution se trouve à portée du professeur et lui permet de mettre en marche simultanément les trois moteurs; les stores se déroulent aussitôt et en moins de vingt secondes, l'obscurité la plus complète règne dans la salle; il est à noter qu'à la fin de la course des stores l'arrêt des moteurs se fait automatiquement sans qu'il y ait lieu de s'en préoccuper.

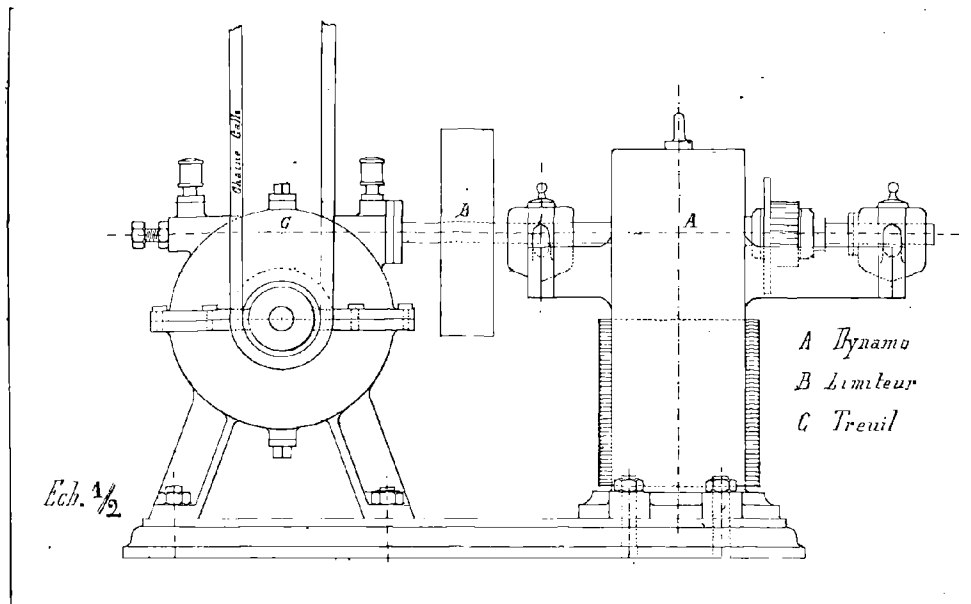


Fig. 125. — Mode de commande des stores.

Les expériences ou les projections une fois terminées, les moteurs sont mis en marche en sens inverse par le renversement du courant, les stores s'enroulent et la lumière reparait avec la même facilité qu'elle avait mise à disparaître.

Cette intéressante et pratique application montre combien les moteurs électriques se prêtent à surmonter toutes les difficultés; seuls ils permettent de résoudre avec élégance et commodité une infinité de problèmes analogues.

Puisque nous parlons de la Sorbonne signalons encore l'emploi multiple des moteurs électriques dans les différents laboratoires; il s'en trouve partout pour actionner les ventilateurs, pour entraîner les monte-charges et les ascenseurs, pour agiter les flacons, pour commander les machines les plus diverses; jusque sur les toits, sous le rayonnement du soleil, des moteurs électriques impriment à des flacons une agitation méthodique et continue qui peut se prolonger sans aucun entretien durant des journées entières.

**Métiers à tisser commandés électriquement des ateliers Oerlikon.** — La commande des métiers à tisser, spécialement des métiers à tisser la soie, d'après le système créé par les Ateliers de Construction Oerlikon est une des applications où la commande individuelle des machines a trouvé une des solutions les plus élégantes et les plus suivies de succès. Les propriétés caractéristiques des moteurs électriques sont ici toutes mises à profit, et tous les avantages que peut présenter le système de commande individuelle, lorsqu'il est bien appliqué, sont largement utilisés.

La simplicité des moteurs employés pour cette application offre toute garantie d'un service sûr et régulier. Ces moteurs à courants triphasés (fig. 126) ne portent ni bagues, ni collecteurs, ni balais; le courant d'alimentation ne circule que dans leur partie fixe; les paliers sont à longue portée et pourvus de graissage automatique à bagues, et toutes les parties sujettes à usure peuvent être facilement et rapidement remplacées.

La disposition de la commande est des plus simples. Chaque moteur est directement placé au-dessous de la poulie de commande du métier, qui reste la même que si le métier était commandé par une transmission. Le moteur est d'un côté articulé à charnière à un axe faisant corps avec la plaque de fondation, et de l'autre suspendu au moyen d'un ressort, de sorte qu'une partie de son poids sert à donner à la courroie la tension que l'expérience enseigne être la plus convenable.

La plaque de fondation, sur laquelle est fixé tout le système de suspension, est munie d'un rebord et sert ainsi de coupe dans laquelle sont recueillies les gouttes d'huile qui peuvent accidentellement couler des paliers. Le moteur reste entièrement compris dans l'espace occupé par le métier, et peut être tout simplement fixé au plancher au moyen de quatre vis.

La mise en marche du moteur se fait au moyen d'un interrupteur relié au métier d'une façon telle que le tisseur, pour mettre en marche et arrêter son métier n'a absolument qu'à faire les mêmes manœuvres que si celui-ci était commandé par une transmission.

Les conducteurs pour l'alimentation des moteurs sont disposés comme les conducteurs pour l'éclairage. Il est donc facile d'alimenter les différentes parties d'un même établissement indépendamment les unes des autres, et, ce qui est plus important, il est facile d'alimenter depuis un seul point les parties éloignées d'un même établissement de grande extension. Dans les cas où il s'agit d'utiliser une force hydraulique située à quelque distance de l'atelier, le courant peut être transporté à haute tension, et, après une simple transformation à l'arrivée, servir à l'alimentation des

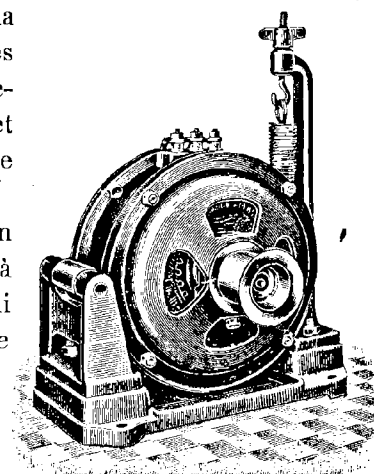


Fig. 126. — Moteurs à courants triphasés pour la commande des métiers à tisser.

moteurs pour les métiers, ainsi que d'autres moteurs pour machines de préparation, pour monte-charges, ventilateurs, etc.

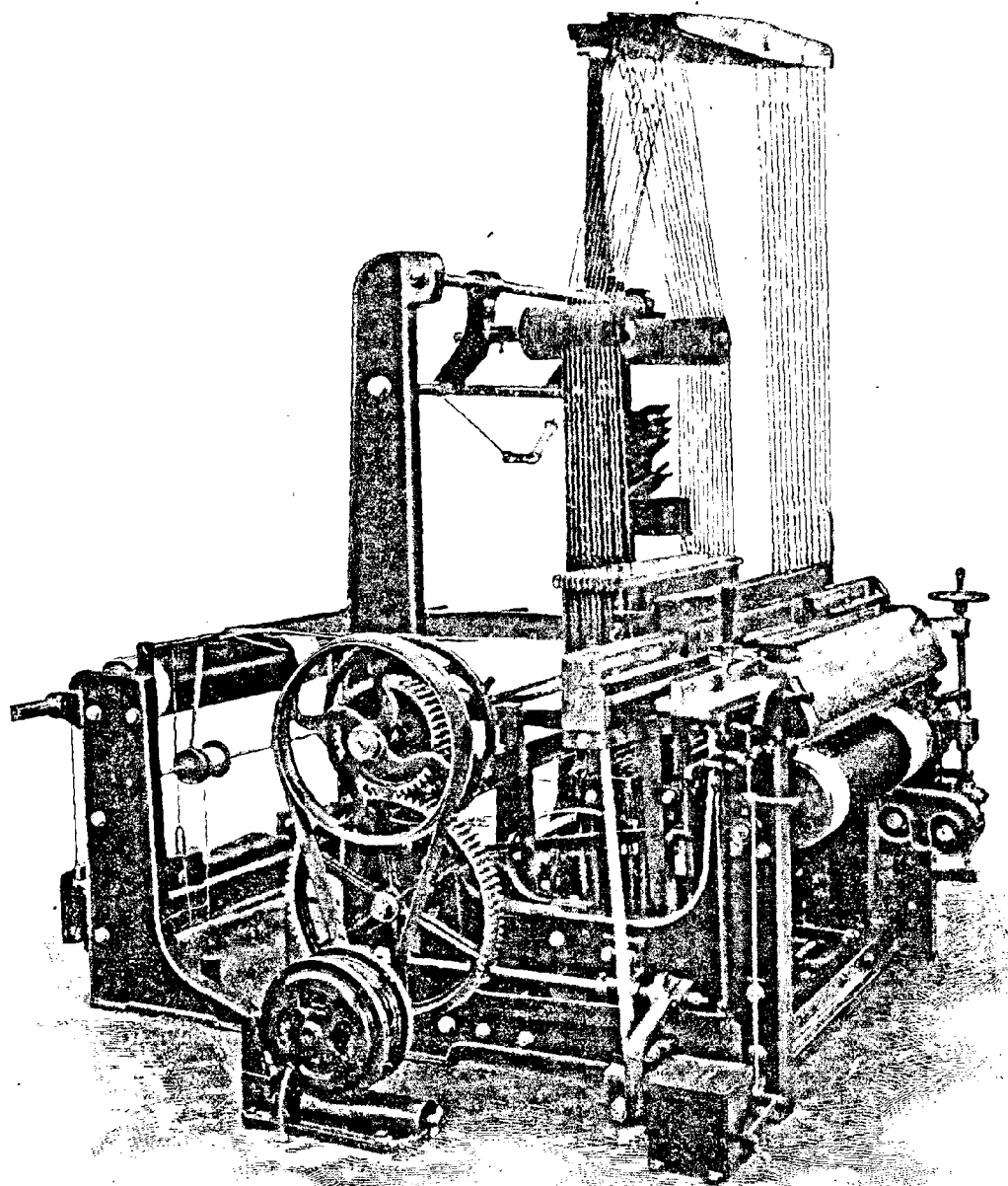


Fig. 127. — Machine à tisser.

Les résultats assez concordants d'une série d'essais dans plusieurs installations ont donné comme moyenne de métiers (préparation non comprise) actionnés par cheval effectif développé à la machine motrice le nombre de 11, tandis qu'avec une transmission par arbres l'on compte généralement sur 8 à 10 métiers. Il est certain qu'une certaine économie d'énergie doit être réalisée par le



fait que les moteurs marchent seulement lorsque les métiers travaillent; toute marche à vide de moteurs, arbres, courroies, est complètement supprimée.

Mais lors même que la commande électrique ne représenterait pas une économie de force en comparaison d'une transmission établie dans des conditions tout spécialement favorables, ce système se recommanderait encore par une série d'autres avantages.

Le service des moteurs est beaucoup plus simple que celui des transmissions, tout d'abord parce qu'ils sont facilement accessibles, puis parce que, étant munis de graissage automatique ils ne demandent presque aucune manipulation. Il n'y a pas de danger qu'aucune goutte d'huile vienne tomber sur l'étoffe, comme cela peut arriver avec les arbres fixés au plafond. La courroie a toujours une juste tension, de sorte qu'il n'y a jamais de palier qui se chauffe, ni d'arbre qui se courbe, ni de courroie qui glisse. Les frais d'entretien et de remplacement des courroies sont beaucoup plus réduits avec la commande électrique qu'avec une transmission par arbres. L'entretien des petits moteurs est moins cher que celui de tout un réseau de transmissions à arbres, courroies, cordes, et peut-être roues dentées; la consommation d'huile est bien plus réduite aussi. L'expérience a démontré en outre, que l'étoffe obtenue aux métiers commandés électriquement est supérieure comme régularité à celle obtenue aux métiers commandés par transmission. En général les premiers ont une marche plus régulière, car tout glissement de la courroie est supprimé.

Ces nombreux avantages de la commande électrique des métiers à tisser expliquent le bon accueil qu'a trouvé cette application et le rapide développement qu'elle a pris. Après que des essais faits en commun avec les Ateliers de Construction Rütli vers la fin de l'année 1895 dans le tissage mécanique d'étoffes de soie de Rütli eurent démontré à l'évidence les nombreux avantages de ce système, les Ateliers de Construction Oerlikon lancèrent sur le marché un petit nombre de modèles de moteurs répondant à toutes les exigences du tissage de la soie. De petites installations ont été tentées en premier lieu en Suisse et en Italie, dans des établissements de premier ordre, et partout les résultats ont été assez satisfaisants pour que les maisons qui avaient fait une installation d'essai se décidassent, toutes sans exception, à adopter d'une façon définitive ce mode de commande, si avantageux à tous égards, des métiers à tisser.

#### Métiers à tisser commandés électriquement Fabius Henrion. —

La maison Fabius Henrion a également imaginé d'associer le métier à tisser avec le moteur électrique et elle a combiné l'ensemble représenté par la figure 128. Le moteur commande les divers organes du mécanisme par des engrenages droits de diamètres variables. La vitesse peut être réglée suivant la qualité des filés et suivant que l'ouvrier conduit 2, 3 ou 4 métiers. Ce dispositif permet de supprimer toutes les transmissions par arbres et par courroies, et d'économiser complètement la force motrice durant les arrêts. Le casse-fils arrête automatiquement le métier

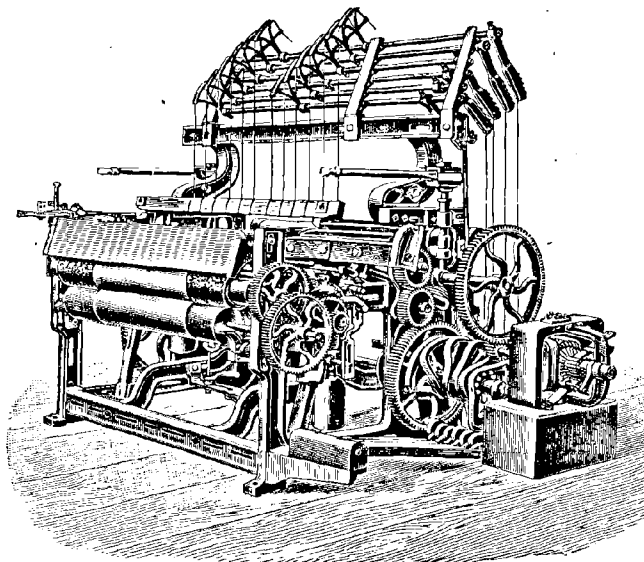


Fig. 128. — Métier à tisser commandé par un électromoteur Fabius Henrion.

quand la trame est usée ou cassée; un commutateur sert pour la mise en marche, tandis qu'un autre petit régulateur, placé au-dessous, permet de régler la vitesse.

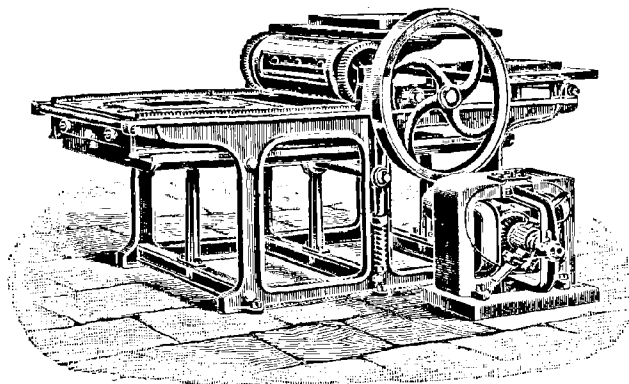


Fig. 129. — Machine à imprimer commandée par un électromoteur Fabius Henrion.

**Machines à imprimer commandées électriquement.** — L'accouplement du moteur électrique et de la machine à imprimer était tout indiqué, en raison des avantages que cette association procure. La fig. 129 représente une machine *en blanc* commandée par un électromoteur Fabius Henrion au moyen d'un galet de friction entraînant le volant. Le bruit dû aux transmissions est évité, et il est facile de régler la vitesse de rotation, en intercalant un rhéostat.

**Charrues électriques** — Les agriculteurs ont suivi l'exemple des manufacturiers des villes, et ils perfectionnent chaque jour leur outillage mécanique pour exécuter aussi économiquement que possible les multiples opérations de la préparation des terres et des récoltes. L'électricité est venue, dans ces derniers temps, leur apporter un aide des plus utiles, et déjà les applications se multiplient un peu partout.

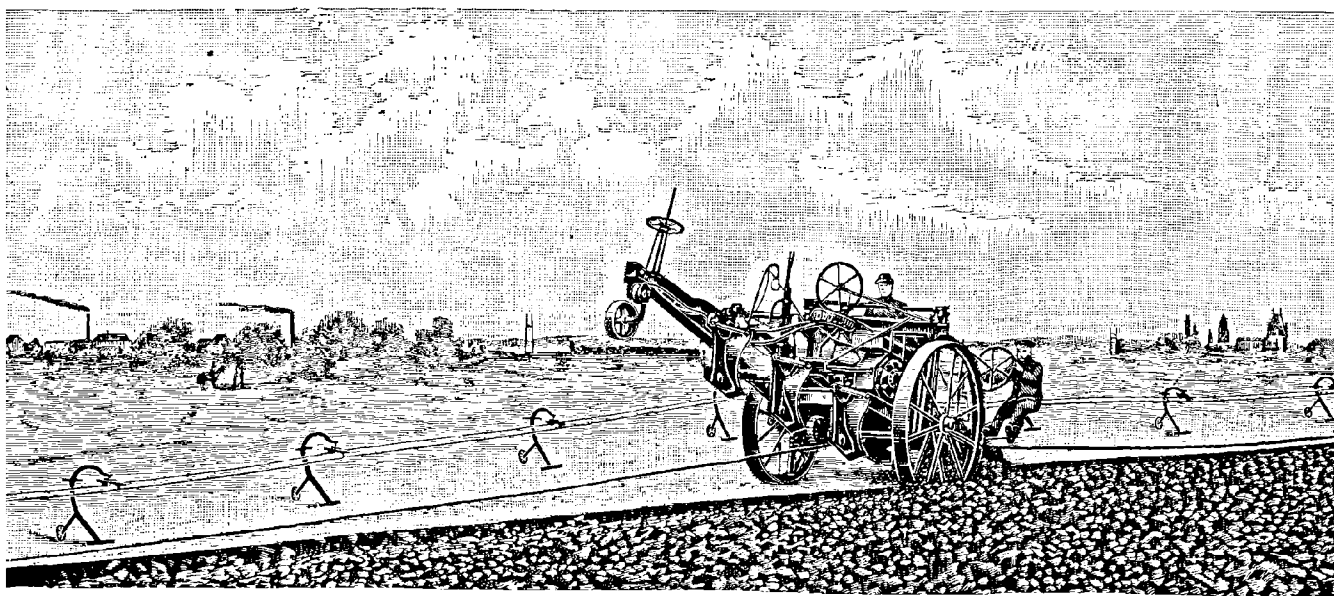


Fig. 130. — Charrue électrique de M. Zimmermann.

C'est le 8 mai 1879, qu'eurent lieu, avec le concours de MM. Gramme et Fontaine, les premiers essais de labourage électrique, qui eurent un si grand retentissement. Un champ situé à 500 mètres de la sucrerie de Sermaize, fut labouré au moyen d'une charrue tirée par un câble enroulé sur un treuil mû électriquement. Avec une puissance qui était de 8 chevaux à la génératrice et de 4 chevaux aux réceptrices, on arrivait à faire avancer la charrue à des vitesses variant

de 50 à 81 mètres par minute. La largeur du labour était de 0<sup>m</sup>,275 et la profondeur des sillons de 0<sup>m</sup>,20; la surface labourée par minute atteignait 20 mètres carrés.

Quelques années plus tard, en 1891, le comte Victor de Asarta faisait, à Fraforiano, au Sud de la province de Frioul, de nouveaux essais de ce genre, où l'énergie était fournie par une roue Poncelet actionnant une dynamo Helvétia.

En 1894, à Haal-sur-Saale, en Saxe, M. Zimmermann faisait procéder à d'autres expériences, où l'on inaugurait une innovation des plus intéressantes. La charrue (fig. 130) portait un moteur électrique actionnant un treuil, sur lequel passait une chaîne solidement ancrée à une extrémité et qui servait de chaîne de touage; le conducteur avait ainsi constamment sous la main la commande de la charrue, ce qui constituait un avantage très réel sur le système à treuil fixe.

Dans une installation toute récente faite en France avec le matériel Zimmermann, M. Landrin, de Bertaucourt-Epourdon (Aisne), a cherché à obvier à l'inconvénient résultant de l'emploi d'un conducteur souple et isolé se déplaçant avec la charrue.

Malgré l'emploi de chariots porteurs destinés à empêcher son trainage sur le sol et toutes les précautions prises pour éviter les à-coups, ce conducteur se détériore vite. Pour remédier à ce défaut, MM. Magnin et Bureau, chargés de l'installation de M. Landrin, ont employé une double ligne disposée le long des côtés du champ, perpendiculairement aux sillons et supportée à 2,5 mètres au-dessus du sol, par des isolateurs en porcelaine placés sur poteaux. De cette ligne part une ligne mobile constituée par deux câbles de fils de cuivre tordus et nus, tendus parallèlement au rayage de la charrue au moyen de deux petits chars; celui de ces chars qui est du côté de la ligne fixe porte deux rouleaux isolés sur lesquels sont enroulés séparément les deux câbles; celui de l'autre extrémité est un char-ancre muni de deux tendeurs. Les câbles sont soutenus tous les trois mètres par des supports légers (fig. 130); un double frotteur amène le courant au moteur de la charrue, et, en même temps, soulève les supports et les déplace parallèlement à eux-mêmes; la ligne mobile est ainsi convenablement disposée pour le retour de la charrue.

A l'installation de labourage électrique de Bertaucourt-Epourdon, on arrive ainsi à une vitesse pratique de 0<sup>m</sup>,80 par seconde avec une longueur de rayage de 230 à 240 mètres, la longueur de la chaîne de touage étant de 250 mètres. La profondeur du labour est de 0<sup>m</sup>,23, sa largeur de 0<sup>m</sup>,73 avec une charrue à deux socs. La puissance nécessaire est d'environ 24 chevaux 1/2, la génératrice donnant 40 à 48 ampères sous une tension de 400 à 450 volts; on arrive à un rendement de 0,454. Avec un laboureur-conducteur et trois aides, on peut couvrir 1,6 hectare en une journée d'hiver et l'on a pu établir que, pour une surface de 2.100 mètres carrés, correspondant à 2.400 mètres de rayage, l'énergie dépensée est 12 kilowatts-heure.

M. Félix Prat, dans son domaine d'Angibaud, a fait également procéder à une installation de labourage électrique qui a donné sensiblement les mêmes résultats que celle de M. Landrin à Bertaucourt-Epourdon, c'est ainsi, notamment, que le rendement total, c'est-à-dire le rapport du travail de la charrue au travail de la turbine y ressort à 0,43.

Le but à atteindre était de donner une plus grande vigueur à la végétation d'un immense domaine, en effectuant des labours de défoncement à une profondeur moyenne de 80 centimètres. Un treuil électrique fut construit par M. Pelous, sur les plans de M. Tailhad, avec le concours de M. Delgaye. Ce treuil était pourvu d'une dynamo réceptrice recevant le courant engendré à la ferme par une génératrice « type supérieur » de Gramme actionnée par une turbine hydraulique de 20 chevaux. La charrue, remorquée par le treuil, ne comportait qu'un soc unique; la raie n'était tracée que pendant la route d'aller; lors du retour à vide, le soc et le versoir sont

dégagés du sillon, et l'âge vient reposer sur un galet en fonte roulant au fond du guéret.

L'installation du matériel et la commande de la charrue pouvant s'opérer très simplement, le personnel agricole a pu être notablement réduit. D'autre part, l'électricité étant développée par une force naturelle gratuite, est obtenue à très bon compte; il en résulte donc que le labourage est bien moins coûteux par cette méthode que par toutes les autres, soit avec bœufs ou chevaux ou même matériel à vapeur. Le prix de revient d'un hectare défoncé est de 110 francs, c'est-à-dire inférieur de plus de moitié à celui que coûterait tout autre procédé. Le matériel électro-mécanique est peut-être encore d'un prix élevé, mais il faut tenir compte que l'électricité peut être appliquée à un grand nombre d'usages, à l'éclairage de la ferme, etc. Une fois l'usine génératrice installée, les applications du courant se présentent en foule.

Bien des agriculteurs, convaincus des avantages de l'électricité ont suivi, d'ailleurs, l'exemple de M. Prat. M. Renaud cite M. Vergnes de Castelpers, qui vient d'installer une usine électrique, avec turbine, à Montlaur dans l'Aveyron, et plusieurs viticulteurs algériens. Nous ajouterons à sa liste, la magnifique installation qui est aujourd'hui en plein fonctionnement à Lamoricière, à la ferme de M. Cureyras. Une chute d'eau de 42 mètres est utilisée dans une turbine pour faire tourner une dynamo multipolaire donnant 45 ampères et 950 volts à 400 tours. Le courant est envoyé par une ligne aérienne de 1.800 mètres de long à travers la propriété qui mesure 350 hectares d'un seul tenant. Pour le labourage, le treuil qui opère le touage de la charrue, et qui a été désigné sous le nom d'*Aratromoteur* par son créateur, le colonel Bussière, directeur du génie d'Algérie, est mis en relation avec la ligne aérienne fixe par une ligne volante, et le mouvement de retour du câble entraînant la charrue est obtenu par un débrayage, le câble passe sur une grande poulie de renvoi horizontale, placée à l'extrémité du champ à labourer.

Toutefois, tandis que cette application nouvelle se développe très lentement en France, où la routine tenace considère avec méfiance les meilleures inventions et les progrès les plus avantageux pour l'état général, à l'étranger, notamment en Allemagne, la commande électrique des machines agricoles gagne de plus en plus du terrain et recrute des prosélytes de plus en plus nombreux.

Ce rapide développement est dû surtout à l'initiative des constructeurs de machines agricoles qui louent aux cultivateurs, suivant un tarif qui n'a rien d'exagéré, le matériel électro-mécanique qu'ils ont imaginé. Il existe, en effet, divers modèles de charrues électriques pour le labourage et le défonçage, dont les plus connus sont ceux de Zimmermann (principe des bateaux à touage sur chaîne noyée), Brutschke (un seul treuil et câble de retour parallèle au câble d'aller), Dollberg (deux treuils), Koerting (2 treuils), Foerster (2 treuils, le courant passe dans le câble tracteur, ce qui permet au laboureur d'être tout à fait maître de la marche de sa charrue), enfin le type employé au Sillium (à deux treuils), qui est de beaucoup le préférable à cause de sa rapidité et parce que les treuils sont automoteurs.

Voici un tableau comparatif des quatre systèmes : Sillium, Dollberg, Brutschke, Zimmermann.

TYPES	RENDEMENT	TEMPS	PUISSANCE
		nécessaire pour labourer 150. h à 30 cm.	au treuil.
	p. 100	h.	ch.
Sillium . . . . .	66	500	16,5
Dollberg . . . . .	66	572	16,5
Brutschke . . . . .	60	550	15
Zimmermann . . . . .	60	630	15

Les rapports en plus obtenus par le défonçage mécanique, sur une période de neuf ans, sont : pour le blé, 20 %; l'orge 35 %; les betteraves, 26 %.

Après le labourage, viennent le drainage, l'arrosage et en particulier le transport des matières, notamment par le système à trolley de M. Koppel, qui présente un intérêt pour les fermes d'une assez grande étendue. Ces indications nous montrent que la question suit une marche ascendante, car les agriculteurs reconnaissent les avantages que présente l'emploi des forces naturelles et des machines sur les anciens procédés. Il y a là tout un champ nouveau à exploiter, et l'on peut croire que, maintenant les applications de l'électricité à la vie agricole ne feront que se multiplier d'année en année.

\*  
\* \*

Nous pourrions prolonger encore longuement l'exposé des appareils divers qui peuvent recevoir, avec grand avantage, la commande électrique; nous pourrions citer notamment les cabestans électriques pour le halage des bateaux tels qu'il en existe dans un certain nombre de ports de commerce et le long de quelques canaux à écluses ainsi que les cabestans qui servent dans toutes les gares importantes à la manœuvre des wagons. Nous verrons encore, dans la partie suivante, de nombreux exemples de commande électrique spécialement utilisés dans les exploitations minières. Nous pouvons rappeler aussi l'application des électromoteurs à la traction des véhicules, particulièrement des tramways. Nous avons d'ailleurs étudié en détail cette application capitale dans notre volume de 1897.

Dans une question aussi vaste, il faut savoir nous borner; disons donc pour terminer que tous les appareils, quels qu'ils soient, qui nécessitent une machine motrice peuvent utiliser avec avantage les électromoteurs qui constituent actuellement la machine motrice la plus parfaite.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE



# TROISIÈME PARTIE

---

## L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES MINES

---

### CHAPITRE PREMIER

**LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TRANSMISSION DE FORCE EMPLOYÉS DANS LES MINES.** — Dans l'exploitation des mines, il est nécessaire de disposer d'une quantité considérable d'énergie mécanique pour une foule d'applications différentes que nous étudierons plus loin ; or actuellement, dans les exploitations les mieux agencées, la transmission de force par l'électricité tend à remplacer complètement les systèmes anciennement utilisés. Pour cela, une usine centrale est spécialement disposée pour la production des courants électriques, qui sont transmis par des canalisations isolées, jusqu'au centre d'utilisation où ils viennent actionner les multiples appareils disséminés au fond des galeries souterraines. Cette récente et très importante application de l'électricité présente des avantages sérieux, elle est susceptible de prendre un développement considérable et mérite de retenir quelques instants notre attention.

Autrefois, la force motrice nécessaire dans les exploitations minières était produite exclusivement par des machines à vapeur ; plus tard, devant les multiples inconvénients inhérents à cette méthode on fit usage de l'air comprimé envoyé par des tuyaux métalliques aux machines à actionner ainsi que de l'eau sous pression agissant sur des moteurs hydrauliques. Et ce n'est que dans ces dernières années que l'on a songé à demander à l'électricité, déjà employée pour l'éclairage, la puissance motrice pouvant donner la vie aux appareils indispensables dans toutes les industries minières.

Nous allons rappeler rapidement, quelles sont les propriétés caractéristiques, les avantages et les inconvénients que présentent les divers procédés de transport de la force dans le cas spécial qui nous occupe. Deux questions s'imposent tout d'abord à l'esprit : en premier lieu celle du rendement économique de chaque système de transmission de l'énergie, puis celle relative aux difficultés et au prix d'installation des conduites servant à la transmission.

**Transmission par la vapeur.** — Dans les machines à vapeur le rendement, déterminé par la consommation de vapeur par cheval produit, dépend essentiellement de la grandeur de la machine, de sa construction et du fait qu'elle est à simple, à double ou triple expansion, avec ou sans condensation.

Les machines employées dans les mines, soit à la surface pour faire subir aux matériaux extraits une première préparation, soit sous terre pour les besoins de l'exploitation sont ordinairement unicylindriques, de grandeur moyenne et souvent sans condensation. La consommation de vapeur de ces machines oscille entre 15 et 25 kilogrammes par cheval ; c'est dire qu'elles consomment

environ le double ou le triple d'une machine centrale de grande puissance à condensation que l'on pourrait employer avec le transport de force électrique.

Les conduites de vapeur qui, dans des exploitations minières étendues doivent avoir une longueur très grande, occasionnent des pertes considérables même si elles sont protégées par des enduits spéciaux mauvais conducteur de la chaleur contre l'influence du refroidissement extérieur. Si la canalisation est défectueuse, comme on peut le constater malheureusement si fréquemment, ces pertes s'élèvent jusqu'à 30 et même 40 %. La température élevée de la vapeur détermine une dilatation longitudinale des conduits à laquelle on doit remédier par l'emploi de parties extensibles, constituées ordinairement par des boîtes à étoupes ; ces organes deviennent la source d'une foule d'accidents et de pertes ; ils nécessitent en tout cas une installation coûteuse. C'est pourquoi on préfère, dans beaucoup de cas, pour éviter les dilatations produites par les changements de température, laisser les conduits sous pression même quand les machines motrices ne travaillent pas ; dans ce cas, les pertes de condensation deviennent naturellement considérables. De plus, les conduits de vapeur élèvent la température des espaces souterrains, température qui est déjà si élevée dans de nombreuses usines, il en résulte une action nuisible à la santé des ouvriers, une détérioration rapide des boisages et des perturbations dans la ventilation.

**Transmission par l'air comprimé.** — Dans les générateurs et moteurs à air comprimé il intervient, comme action perturbatrice, une loi physique bien connue d'après laquelle la compression de l'air produit un dégagement de chaleur, tandis que son expansion provoque, au contraire, une absorption de chaleur. La chaleur mise en liberté dans les compresseurs des générateurs pneumatiques passe par l'intermédiaire des parois du cylindre dans l'air ambiant d'où il résulte une perte d'énergie. Par contre, les parois du moteur pneumatique, quand l'expansion se produit, empruntent de la chaleur à l'extérieur et produisent ainsi un abaissement de température qui peut être assez considérable pour condenser et transformer en glace la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant.

On a essayé de remédier à ces inconvénients par une expansion et une compression graduées ainsi que par le réchauffement artificiel de l'air au moment de sa détente. Mais ces opérations exigent des machines compliquées que l'on peut, à la rigueur, installer dans l'usine centrale au niveau du sol, mais qui ne peuvent trouver leur emploi dans les nombreuses stations souterraines. On peut encore faire travailler les moteurs pneumatiques presque sans détente, ce qui évite l'expansion et par suite la formation de glace ; mais il faut alors se contenter d'un rendement d'au plus 40 à 50 %.

Les conduits servant à canaliser l'air comprimé, doivent être très soigneusement établis, car de très petites fuites, qu'on ne découvre et ne supprime que très difficilement, peuvent occasionner des pertes considérables dont se ressent le rendement final. Il faut toutefois reconnaître que l'emploi de l'air comprimé pour actionner les machines motrices dans les exploitations minières possède le très grand avantage de produire une bonne ventilation, ce qui est surtout apprécié par les ouvriers travaillant en fond de galerie ; néanmoins il est nécessaire d'assurer la ventilation par d'autres procédés pour le cas de non fonctionnement des moteurs ; les conduites d'air comprimé peuvent d'ailleurs servir à cet usage.

**Transmission par l'eau sous pression.** — Les transports de force hydrauliques peuvent fournir un bon rendement quand la charge est toujours uniforme, mais ce cas ne se présente



qu'assez rarement ; ordinairement il faut actionner un grand nombre de moteurs qui supportent une charge très variable. Or les moteurs hydrauliques, surtout quand ce sont des moteurs à piston, ont un rendement d'autant plus mauvais que leur charge tombe au-dessous de la normale.

Les conduites d'eau sous pression ne doivent pas être établies avec moins de soin que les conduits d'air comprimé. Un inconvénient important résulte du poids relativement grand de l'eau ; si, en effet, une prise d'eau se trouve brusquement fermée, la force vive de la masse d'eau en mouvement produit des chocs violents, dont l'action est particulièrement nuisible ; l'influence de ces coups de bélier peut être atténuée mais non complètement supprimée par des poches à air convenablement disposées. C'est à ces chocs qu'il faut attribuer beaucoup de ruptures de conduits.

Dans certaines galeries l'épuisement de l'eau qui s'échappe des moteurs présente des difficultés sérieuses et nécessite l'installation de pompes spéciales qui élèvent l'eau jusqu'aux réservoirs destinés à la recevoir.

Ces multiples inconvénients ont empêché les transmissions d'énergie motrice par l'eau sous pression de se répandre dans les exploitations minières ; l'on ne rencontre en effet que quelques rares applications de ce système.

**Transmission électrique.** — La transmission de force électrique présente le grand avantage d'avoir un rendement qui reste toujours dans des limites acceptables, qu'il s'agisse de grands ou de petits moteurs et que ces moteurs soit fortement ou faiblement chargés. En moyenne, on peut compter sur un rendement de 75 %, dans le cas de transport de forces importantes on peut atteindre 80 % et même plus. Il est vrai que les dispositifs de réduction de vitesse par engrenages, qui, dans la plupart des cas sont nécessaires avec les moteurs électriques, diminuent un peu l'effet utile ; malgré cela le rendement final des transmissions électriques surpasse encore constamment et d'une façon très notable les rendements que l'on peut obtenir avec la vapeur, l'eau sous pression, ou l'air comprimé.

On sait que les qualités caractéristiques des moteurs électriques résident dans leur grande facilité de conduite, le peu de place qu'ils exigent et leur poids relativement très léger ; ces propriétés recommandent spécialement l'emploi de ces moteurs dans le travail des mines.

Les conducteurs servant à transmettre l'énergie électrique sont d'une installation commode et présentent, contrairement aux conducteurs des autres systèmes de transmission de force, la propriété de se déplacer très facilement et d'être flexibles. Pour apprécier convenablement cette précieuse qualité il faut se représenter l'importance qu'il y a dans les mines de pouvoir profiter à n'importe quel endroit des bénéfices d'une exploitation mécanique.

De plus, avec le transport de force électrique, il est possible d'utiliser le courant disponible pour l'éclairage électrique des galeries souterraines ; cet éclairage est particulièrement avantageux dans les chambres de machine, les centres d'exploitation, les galeries principales ; il permet de prendre le maximum de précautions et d'assurer une grande sécurité.

Il est bon toutefois de faire remarquer que le degré de rendement est un avantage qui n'est pas toujours décisif dans le choix d'un système de transport de force. Dans des mines de charbon, par exemple, où l'on peut produire l'énergie mécanique à très bon marché on ne sera pas amené à rechercher le système dont le rendement est le plus élevé, mais bien plutôt celui qui coûte le moins cher d'établissement.

Aussi, est-il difficile de déterminer d'une manière absolue quel est le meilleur système à employer ; ce sont les conditions particulières qui permettent seules de se prononcer dans chaque cas.

Mais il y a pourtant des cas où les conditions sont telles qu'aucun système ne peut lutter avec la transmission électrique. Dans des mines très étendues, par exemple, où la force motrice trouve emploi à tout moment, le transport de force électrique est le seul rationnel ; de même quand on veut utiliser une chute d'eau assez éloignée ; ou encore quand tout un bassin doit recevoir la force d'un seul point. En résumé, chaque fois qu'il s'agit de grandes distances, l'électricité est le seul moyen pratique de transporter la force dans de bonnes conditions.

## CHAPITRE DEUXIÈME

**LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE PAR COURANTS CONTINUS, ALTERNATIFS SIMPLES ET ALTERNATIFS POLYPHASÉS.** — On sait que, dans le transport de force électrique, l'énergie mécanique, produite par des machines à vapeur, moteurs à gaz,

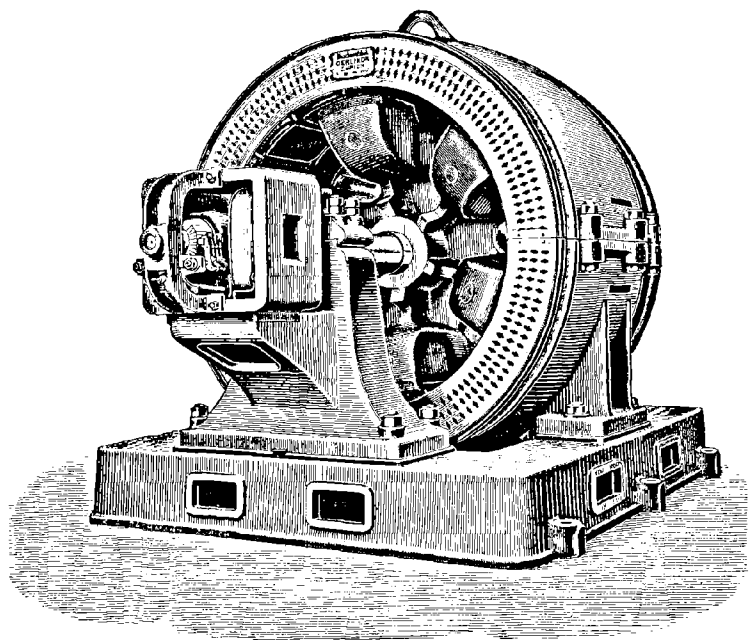


Fig. 131. — Alternateur Oerlikon de 70 chevaux à enroulements induit et inducteur fixes.

turbines, etc., est transformée par des dynamos génératrices, en énergie électrique c'est-à-dire en un courant électrique d'une certaine tension et d'une certaine intensité. Ce courant ainsi produit est amené au moyen de fils de cuivre isolés, dont la section doit croître proportionnellement avec l'intensité du courant, dans les spires des moteurs électriques et retransformé en énergie mécanique par la mise en mouvement de la partie mobile de ces électromoteurs.

On peut distinguer deux sortes principales de courants électriques : les courants se produisant continuellement dans le même sens ou courants *continus*, et les courants changeant constamment de sens ou courants *alternatifs*.

Les courants alternatifs présentent l'avantage sur les courants continus de permettre, sans compromettre la sécurité de l'exploitation, l'emploi de tensions beaucoup plus élevées. Ceci est d'autant plus important que les distances séparant les réceptrices de la génératrice sont plus considérables.

On sait en effet que l'énergie électrique se mesure par le produit de la tension et de l'intensité ; le nombre de volts indiquant la tension d'un courant multiplié par le nombre d'ampères indiquant l'intensité du même courant, donne en watts la quantité d'énergie électrique transportée par ce courant ; par conséquent, plus la tension est grande, plus l'intensité du courant peut être faible, et par suite aussi, plus la section des conducteurs peut être petite, pour une même quantité d'énergie transportée.

Un autre avantage des courants alternatifs réside dans ce fait que leur tension peut être modifiée dans la mesure que l'on désire par des appareils très simples appelés transformateurs, ne possédant aucune pièce mobile, ne demandant aucune surveillance, et ne nécessitant qu'un emplacement relativement très faible. De plus les alternateurs peuvent être construits de manière à ne recevoir aucun enroulement sur leur partie mobile, les circuits induit et inducteur restant fixes et les variations de flux dans les bobines induites étant obtenues par la rotation d'armature en fer fermant périodiquement à travers le noyau de ces bobines le circuit magnétique des inducteurs. Ces alternateurs acquièrent par là même une robustesse inconnue aux dynamos à courant continu; on n'a pas, en effet, à craindre de déplacement des spires par la force centrifuge et l'on peut augmenter par suite la vitesse de rotation; on n'a plus non plus aucune surveillance à exercer sur les collecteurs ou bagues de prise de courant, ces alternateurs en étant totalement dépourvus. Nos figures 131, 132 et 133 représentent des alternateurs construits dans ces conditions et dont la partie mobile est simplement constituée par une masse d'acier fondu de forme appropriée ne possédant aucune spire de fil.

Malgré toutes ces qualités les courants alternatifs n'ont guère été employés jusqu'ici que pour l'éclairage; toutes les tentatives faites en vue de construire un moteur à courant alternatif répondant aux nécessités de la pratique n'ont pas donné de résultats parfaits.

Il y a quelques années un système de combinaison des courants alternatifs en courants polyphasés, a marqué un progrès technique important sur les courants alternatifs simples. Pour les transports électriques de force les cou-

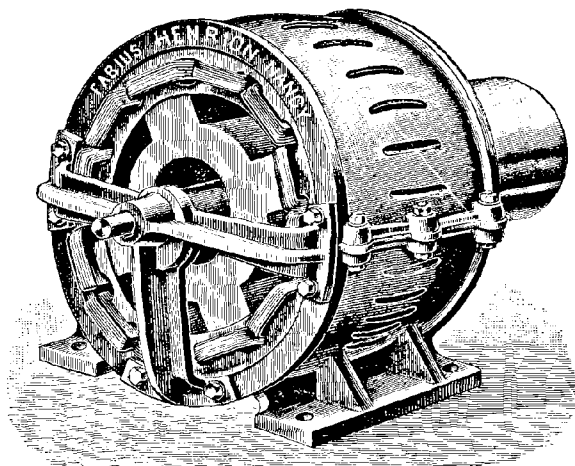


Fig. 132. — Alternateur Fabius Henrion à inducteur et induit fixes.

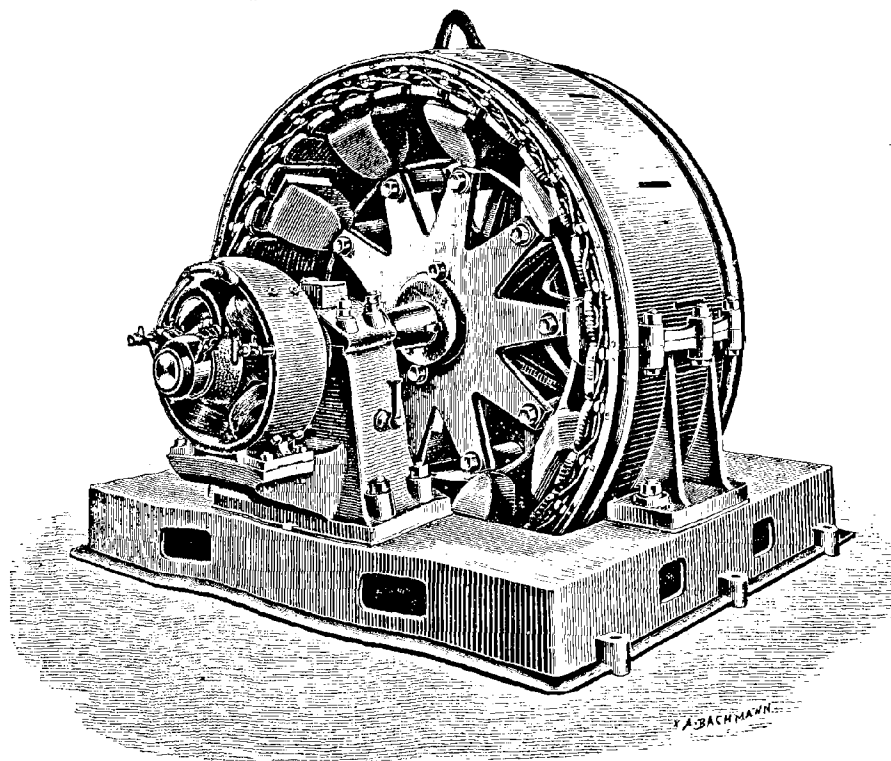


Fig. 133. — Alternateur Oerlikon de 300 chevaux à enroulements induit et inducteur fixes.

rants polyphasés l'emportent maintenant dans la plupart des cas, sur les courants continus ou alternatifs simples.

Le système des courants polyphasés repose sur l'emploi simultané de plusieurs courants alternatifs différents; ces courants sont d'égales périodes, c'est-à-dire qu'entre deux passages par une valeur nulle il s'écoule pour tous le même temps; les valeurs positives et négatives extrêmes auxquelles ils s'élèvent sont aussi égales; mais les phases de ces courants sont retardées les unes par rapport aux autres, si bien que leurs valeurs positives ou négatives extrêmes ne se produisent pas

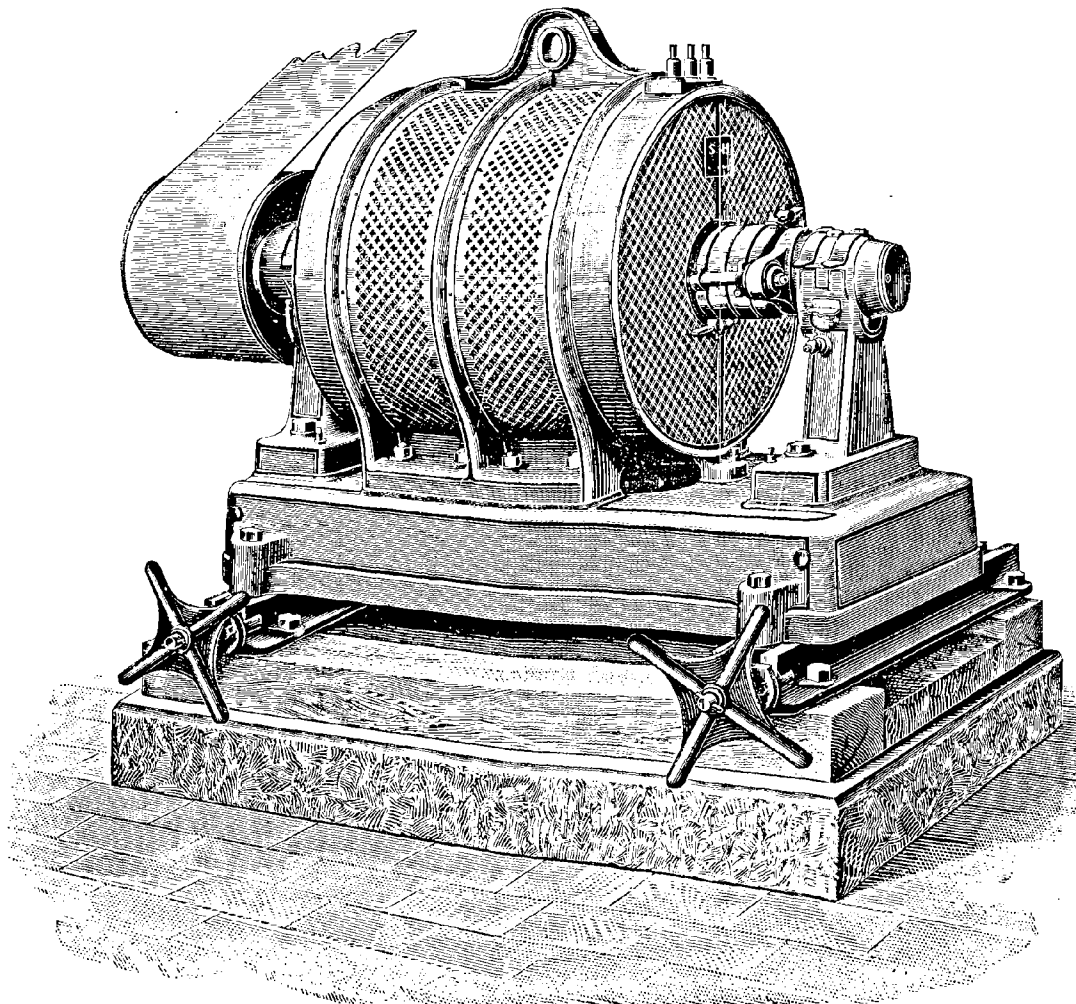


Fig. 134. — Alternateur à courants triphasés Siemens et Halske.

simultanément mais successivement, à des intervalles égaux; ces courants n'ont donc jamais au même moment la même intensité. Les courants polyphasés sont constitués, en un mot, par une série de courants alternatifs simples ayant même phase et même période, mais dont les phases ne concordent pas. S'il y a deux courants décalés d'un quart de période, les courants sont dits diphasés; s'il y a trois courants décalés d'un tiers de période, les courants sont dits triphasés. Ces derniers courants surtout sont intéressants.

Les alternateurs qui produisent des courants diphasés ou triphasés sont semblables comme

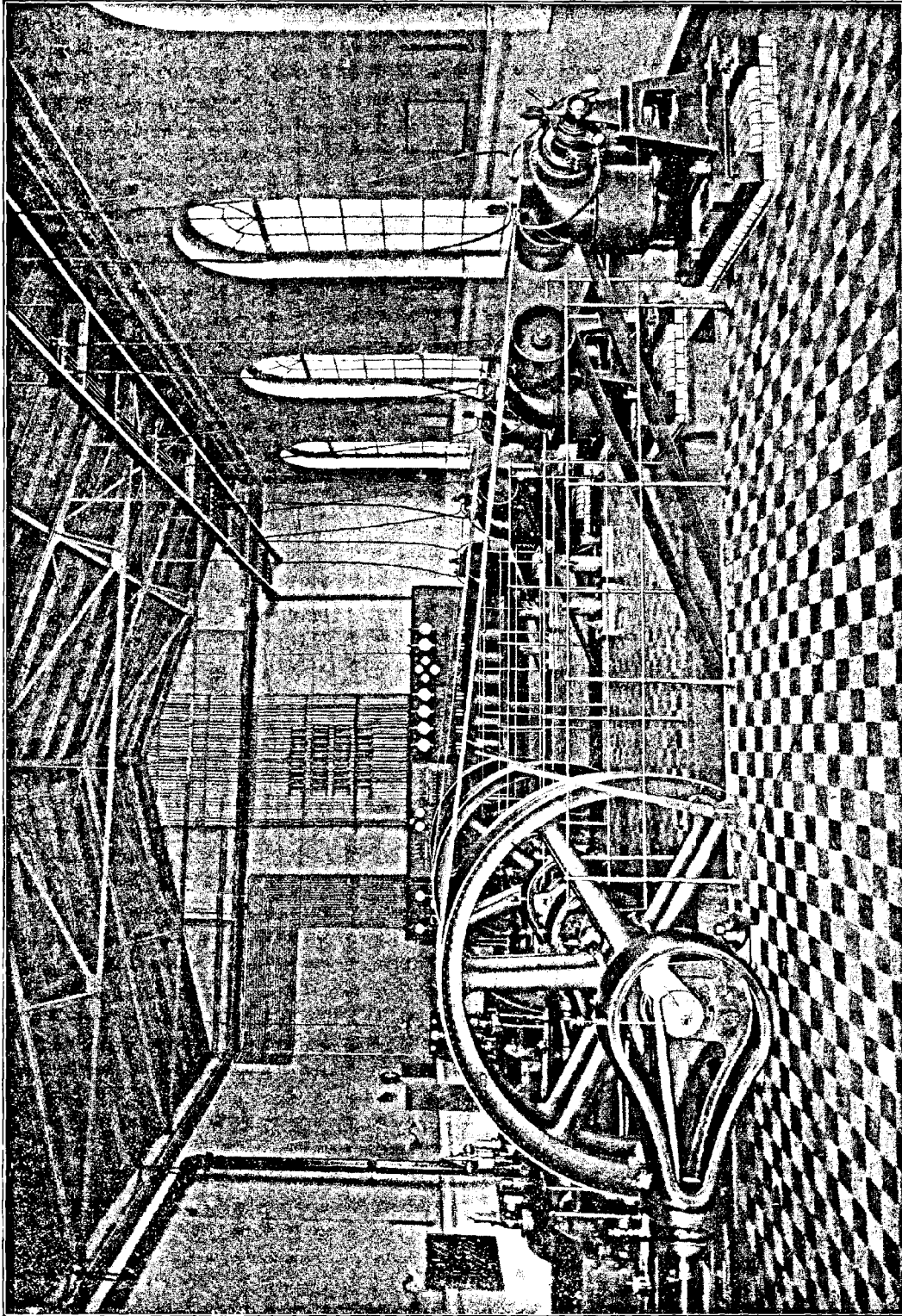


Fig. 135 — Station génératrice Siemens et Halske à courants continus et commande des dynamos par courroies,

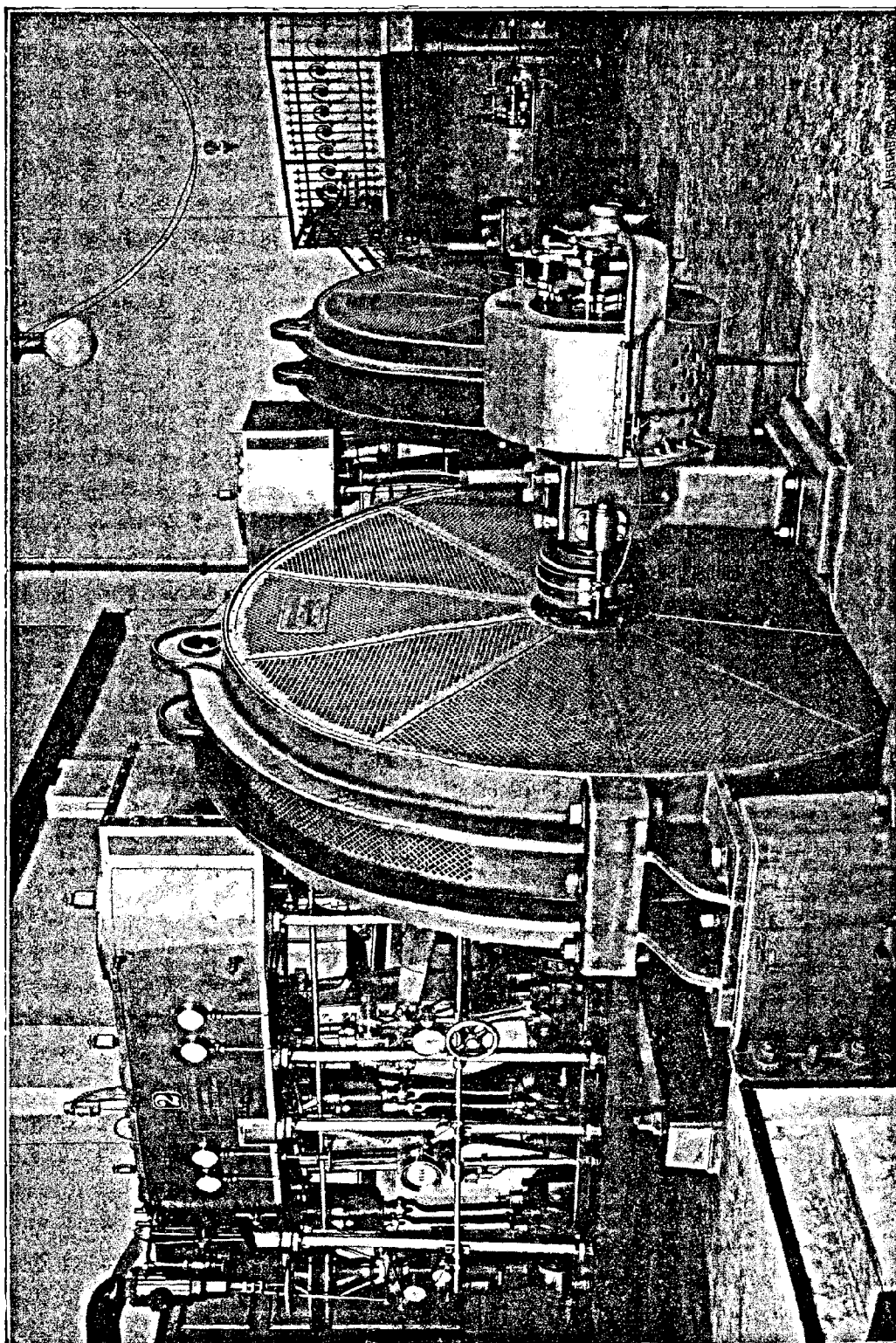


Fig. 136. — Station génératrice Siemens et Halske à courants triphasés et commande directe des alternateurs.



construction mécanique aux alternateurs ordinaires dont ils ne diffèrent que par le groupement spécial des bobines induites. La figure 134 représente un alternateur à courants triphasés de la maison Siemens et Halske monté sur des glissières permettant de tendre la courroie de commande.

Ces courants triphasés n'auraient eut techniquement aucune importance, si chacun des trois courants alternatifs qui le composent avait exigé sa paire de conducteurs. Mais les courants triphasés présentent la remarquable propriété que la somme de deux des courants est toujours égale mais de signe contraire au troisième, de telle sorte que la somme des trois courants est toujours nulle. Il est donc possible de réduire les trois paires de conducteurs qui seraient nécessaires avec les trois courants alternatifs non combinés, à trois conducteurs simples qui doivent être reliés entre eux à leurs

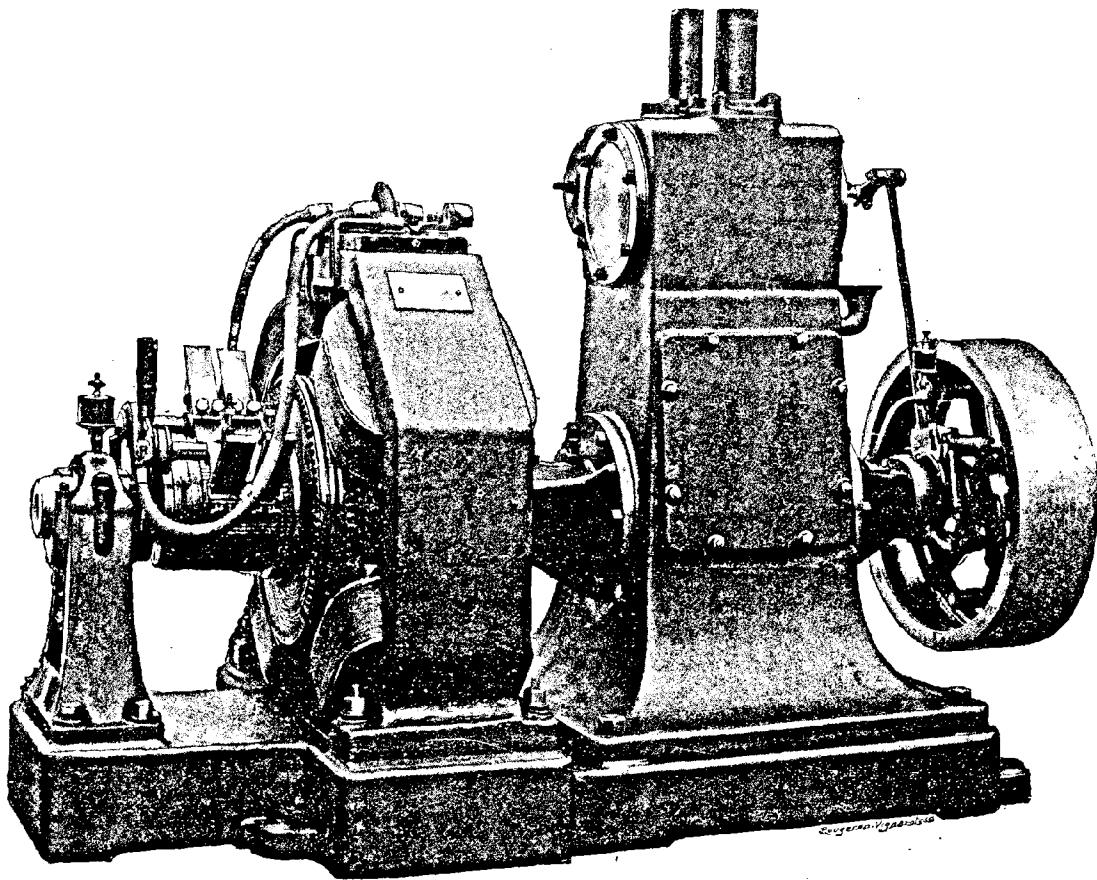


Fig. 137. — Dynamo Thomson-Houston à courant continu couplée directement avec une machine à vapeur Case.

extrémités. La section totale des trois conducteurs qui servent à transporter une certaine quantité d'énergie à une tension donnée, à l'aide de courants triphasés, est à peu près égale à celle des deux conducteurs qui seraient nécessaires pour un courant alternatif simple ou pour un courant continu de même intensité et de même tension; dans ce cas, les frais d'installation des conducteurs sont donc à peu près les mêmes pour les courants continus, alternatifs simples ou triphasés. Mais comme, pour cette même quantité d'énergie transportée, les conducteurs peuvent être de section d'autant plus faible que la tension est plus élevée, ces frais d'installation peuvent être considérablement réduits en utilisant des courants triphasés à haute tension, atteignant plusieurs milliers de volts;

ces tensions sont facilement atteintes à l'aide de transformateurs, contrairement à ce qui a lieu avec les courants continus, dont la tension maximum ne peut guère dépasser 500 volts.

Une autre propriété importante des courants triphasés est leur aptitude à actionner des moteurs qui présentent de grands avantages sur les électromoteurs à courant continu. Le passage des trois courants alternatifs simples, dont la combinaison forme les courants triphasés, dans trois séries de bobines disposées en cercle, engendre à l'intérieur de ce cercle un champ magnétique tournant susceptible d'entraîner un induit simplement constitué par une série de spires fermées. Le principal avantage de ces moteurs réside dans la suppression du collecteur qui est la pièce la plus délicate et qui s'use le plus rapidement des moteurs à courant continu.

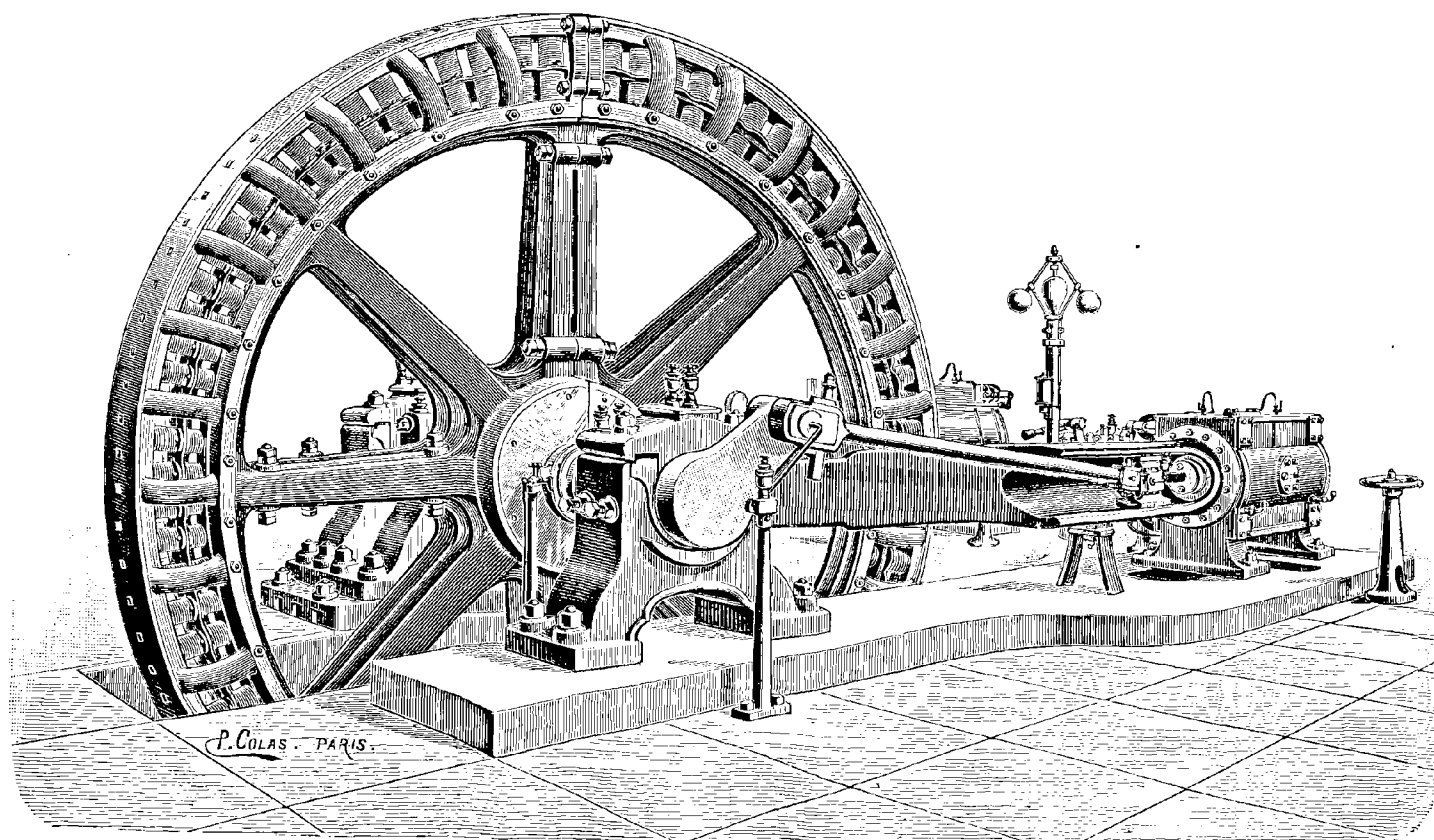


Fig. 138. — Alternateur-volant Patin directement actionné par une machine à vapeur type Corliss.

Comme nous l'avons déjà vu, chaque établissement de transport de force électrique comprend trois parties essentielles : la station primaire où les dynamos génératrices transforment l'énergie mécanique provenant d'un moteur quelconque en courants électriques; les conducteurs qui amènent le courant aux endroits où il doit être utilisé; les moteurs électriques qui transforment à nouveau l'énergie électrique en énergie mécanique.

**La station génératrice.** — La station primaire contient, outre les moteurs et les dynamos génératrices, un tableau où sont réunis les appareils servant au réglage, à la mesure et à l'interruption des courants produits. Les dynamos, soit à courants continus ou triphasés, peuvent être commandées au moyen de courroies ou de câbles par les machines motrices; elles peuvent encore



être construites de telles façons que leurs parties rotatives aient pour axe l'arbre prolongé de la machine motrice. C'est ainsi que notre figure 135, montre une station génératrice à courant continu installée par la maison Siemens et Halske de Berlin et dans laquelle les dynamos sont commandées au moyen de courroies, on distingue dans le fond de cette figure le tableau de distribution; la figure 136 présente au contraire une station primaire à courants triphasés, également munie d'appareils de la maison Siemens et Halske, dans laquelle les alternateurs et les excitatrices alimentant leurs inducteurs sont montés directement sur l'axe prolongé des machines à vapeur.

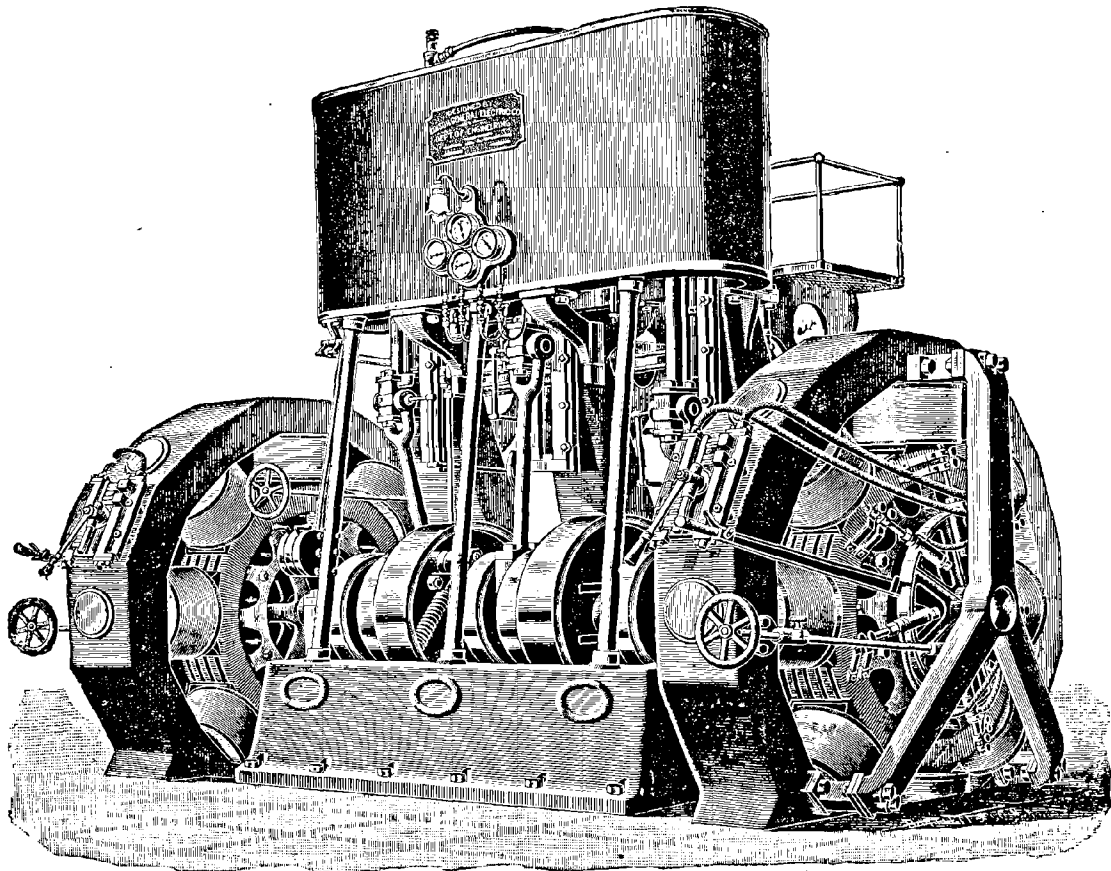


Fig. 139. — Deux dynamos Thomson-Houston de 100 kilowatts couplées directement à un moteur à vapeur

Nos figures 137, 138 et 139 montrent encore quelques exemples de ces accouplements directs des dynamos et des moteurs à vapeur qui tendent à prendre une grande extension par suite des avantages considérables qu'ils présentent : économie de fonctionnement, facilité de manœuvre et encombrement très restreint. C'est ainsi que l'ensemble de la figure 139 formé de deux dynamos de 100 kilowatts couplées directement avec un moteur à vapeur genre pilon n'occupe que 18 mètres carrés; les mêmes dynamos actionnées par courroies nécessiteraient un emplacement de 50 mètres carrés environ. Ce simple exemple montre l'avantage de cette disposition.

Nos figures 140 et 141 montrent la station électrique primaire des mines d'Ashio à Tokio (Japon). Dans cette station on utilise pour l'exploitation de la mine une chute d'eau de grande hauteur actionnant 5 roues Pelton (fig. 141). Ces appareils ont l'avantage de marcher à vitesse sensiblement cons-

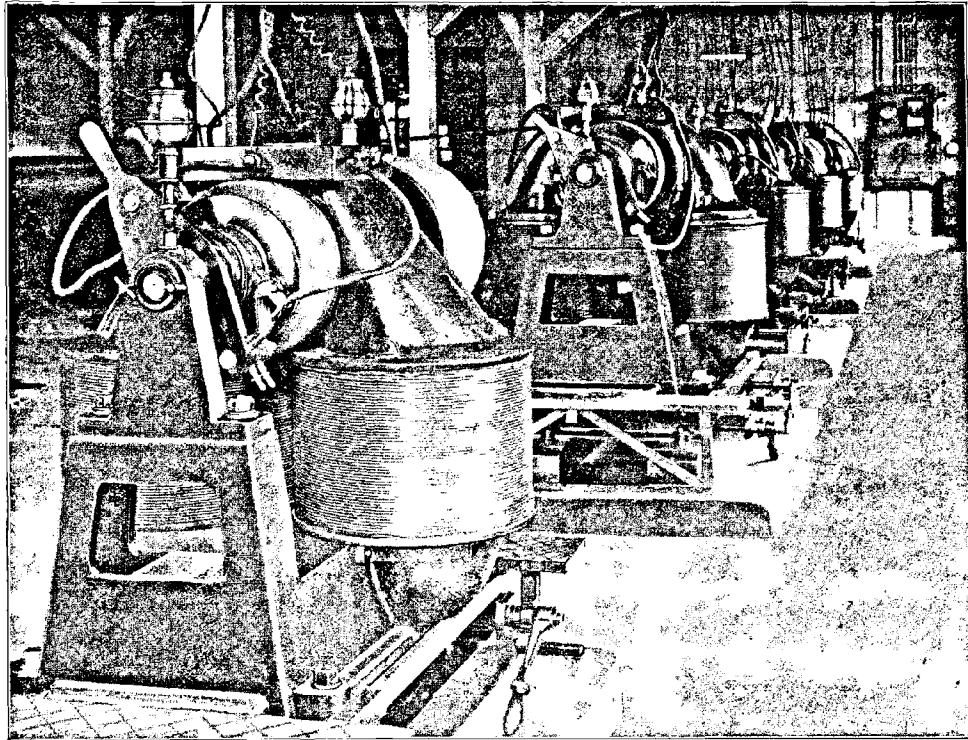


Fig. 140. — Usine génératrice des Mines d'Ashio (Japon). Les dynamos Siemens et Halske.

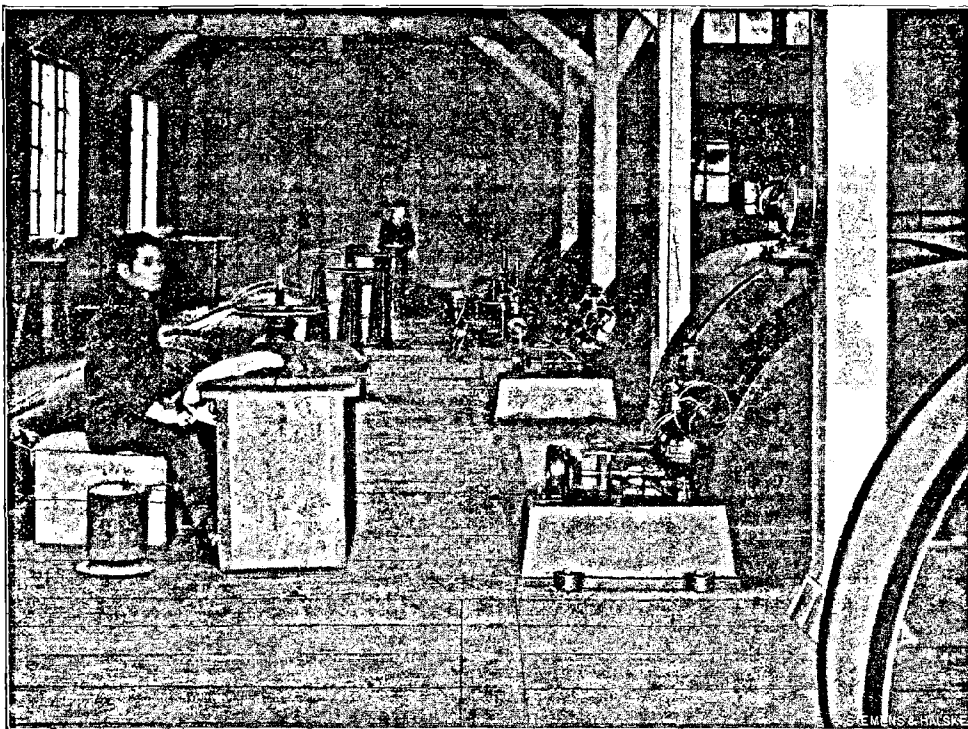


Fig. 141. — Usine génératrice des Mines d'Ashio (Japon). Les roues Pelton.

tante même sous des charges variables, ce qui est d'une grande importance quand il s'agit de traction.

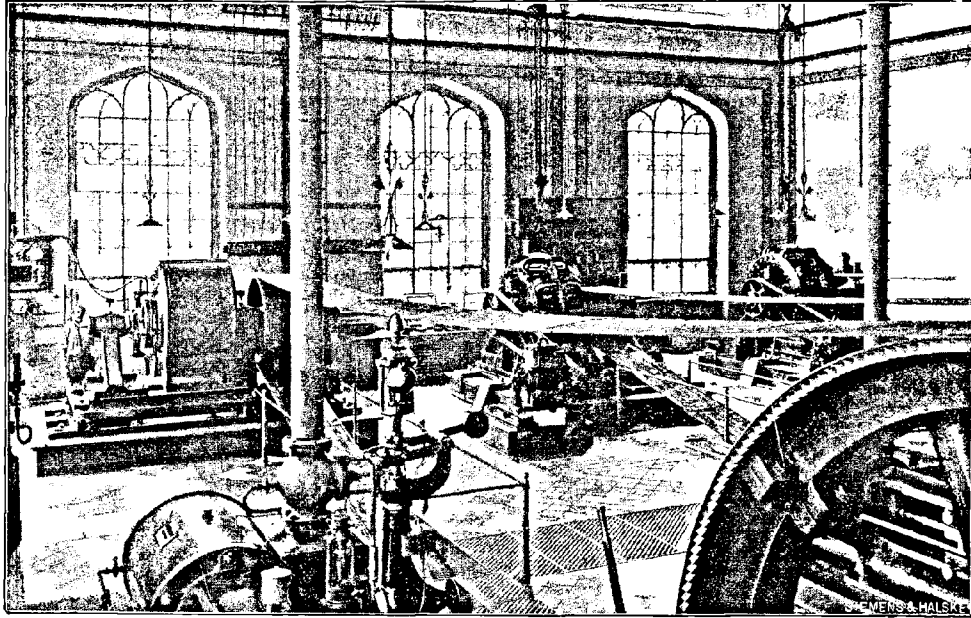


Fig. 142. — Station génératrice de l'Usine et des Mines d'Aschersleben. Dynamos Siemens et Halske.

La figure 142 représente la station centrale de l'usine et des mines d'Aschersleben; la dynamo à courant continu de 12 chevaux et 450 volts placée à gauche sert à la transmission de force et

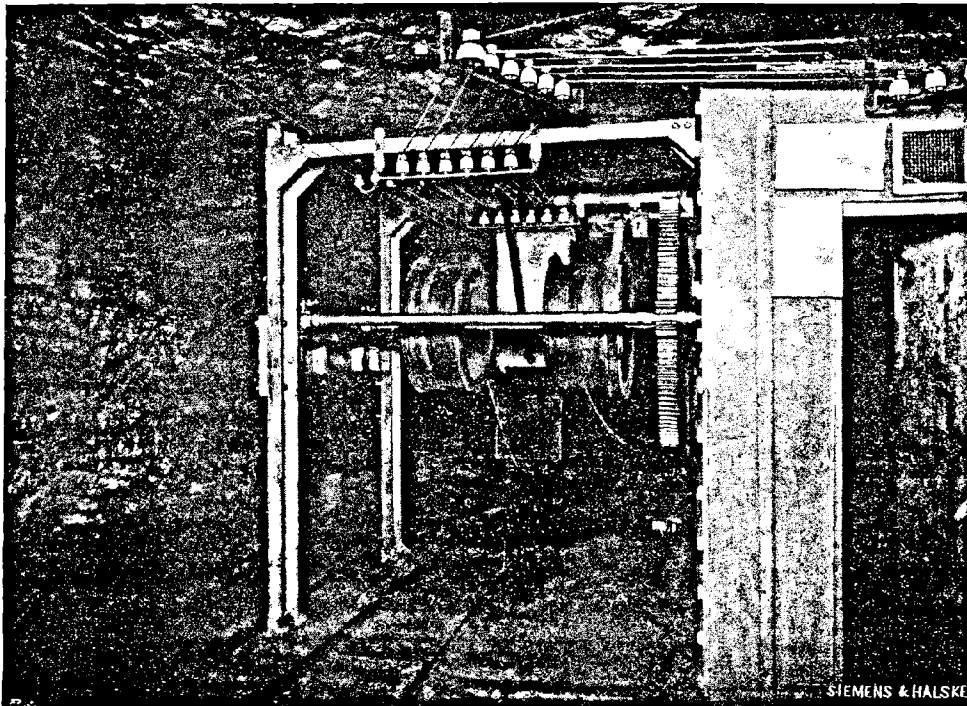


Fig. 143. — Disposition des conducteurs dans les galeries souterraines. Treuil électrique Siemens et Halske des carrières de Nuerschan.

alimente au fond de la mine de nombreux appareils que nous examinerons plus loin; les deux alternateurs situés à droite servent à l'alimentation du réseau d'éclairage de l'usine.

**Les conducteurs de courants.** — Les conducteurs servant à canaliser le courant électrique au niveau du sol consistent généralement en fils de cuivre nus supportés par des isolateurs.

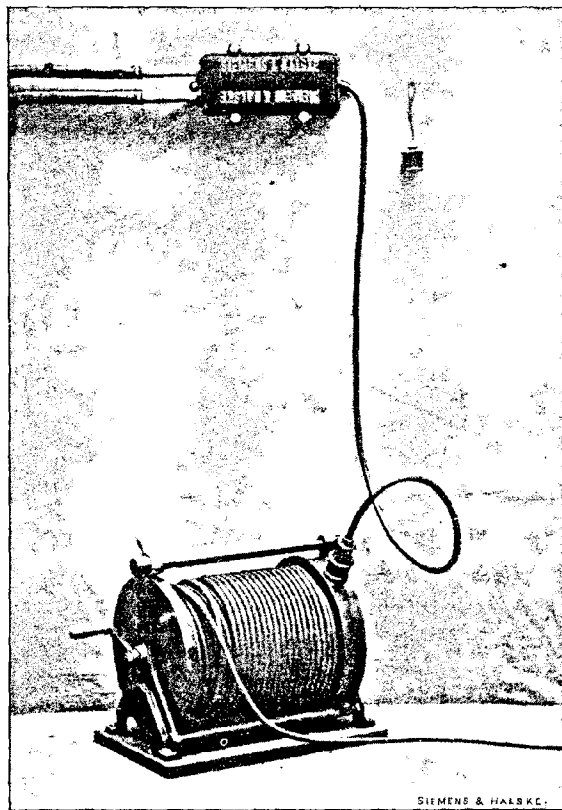


Fig. 144. — Câble mobile de jonction, système Siemens et Halske. perforatrice dans le fond d'une galerie; au moment de faire exploser la mine ainsi préparée, il suffit de retirer la perforatrice et de ramener le câble en l'enroulant sur son tambour. Au fur et à mesure que les travaux avancent on allonge les conducteurs fixes et on rapproche la boîte de jonction du point d'attaque.

**Les électromoteurs.** — Dans les moteurs à courant continu le courant doit parcourir aussi bien la partie fixe du moteur, qui est constituée par les inducteurs, que sa partie mobile formée par l'induit. L'arrivée du courant dans les spires de l'induit se fait au moyen d'un collecteur cylindrique composé d'un grand nombre de segments de cuivre soigneusement isolés entre eux et reliés aux différentes bobines de l'induit.

Sur ce collecteur frottent des balais de fil de cuivre, de toile métallique ou de charbon qui doivent être convenablement réglés pour restreindre au minimum les étincelles dont la production ne peut pourtant être totalement évitée.

Pour le démarrage des moteurs à courant continu de plus d'un cheval, il est nécessaire d'intercaler des résistances dans le circuit de l'induit, afin d'éviter le passage d'un courant trop

intense qui produirait des oscillations de tension dans les conducteurs et risquerait d'échauffer assez les fils de l'induit pour brûler la matière isolante qui les sépare; ce n'est que quand un moteur a atteint sa vitesse normale que l'on peut supprimer les résistances primitivement intercalées. La figure 146 montre un de ces rhéostats de mise en marche dont les résistances sont constituées par des fils métalliques en ferro-nickel contournés en forme de solénoïde et enfermés dans une boîte protectrice en tôle perforée; les extrémités de chaque résistance sont reliées à une série de plots visibles sur le haut de la figure et sur lesquels glisse un balai mû par un volant; on peut ainsi

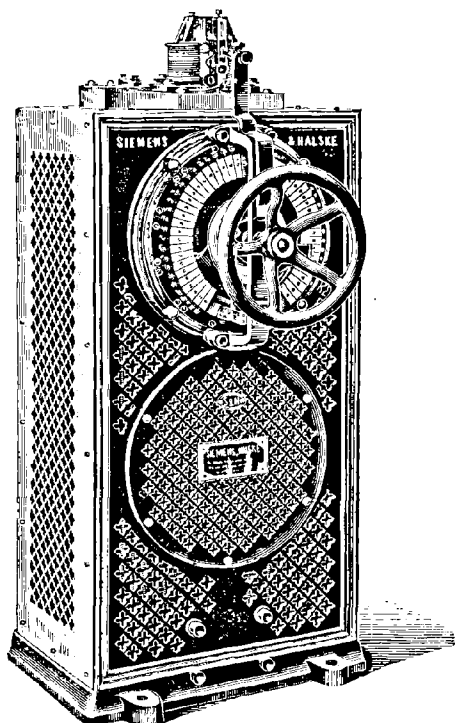


Fig. 146. — Rhéostat de mise en marche Siemens et Halske.

Dans les moteurs à courants triphasés les courants n'entrent que dans les spires de fil de la partie fixe extérieure; les courants qui traversent l'induit y sont engendrés par induction, d'où il résulte la suppression du collecteur nécessaire dans les électromoteurs à courant continu.

On ne peut toutefois employer des moteurs à champ tournant dont les spires de l'induit sont simplement fermées que pour les petites forces ne dépassant pas un cheval, ou lorsque la



Fig. 145. — Utilisation du câble mobile de jonction dans les mines de sel de New-Stassfurt.

diminuer progressivement le nombre de résistances primitivement intercalées dans le circuit.

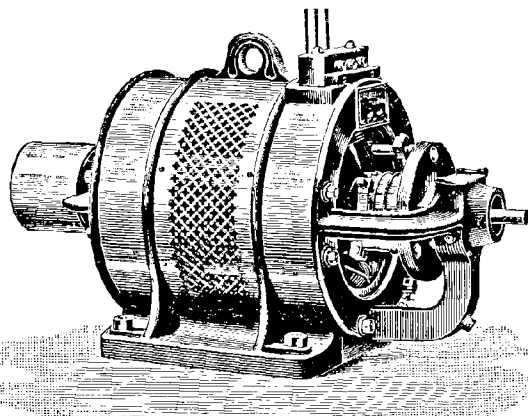


Fig. 147. — Electromoteur à courants triphasés de 35 chevaux.

génératrice n'actionne qu'un seul électromoteur, ou encore lorsque les différents électromoteurs alimentés doivent démarrer et s'arrêter ensemble; avec ce système le démarrage des moteurs ne peut d'ailleurs se faire en charge et doit être effectué à vide. Dans le cas contraire le démarrage d'un

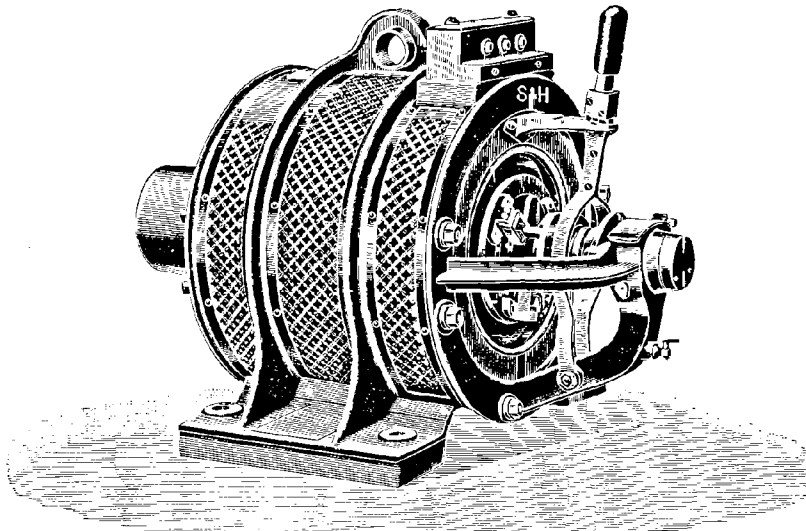


Fig. 148. — Moteur à courants triphasés Siemens et Halske de 10 chevaux.

de ces moteurs jette de profondes perturbations dans tout le circuit et influe sur la marche de tous les autres appareils alimentés. Dans ces cas, il est donc nécessaire d'intercaler au démarrage des résistances convenables dans l'induit des moteurs. Ces résistances peuvent être introduites à l'aide de trois balais frottant sur trois bagues placées sur l'arbre et reliées aux spires induites, comme l'indique la figure 147 représentant un moteur à courants triphasés Siemens et Halske de 33 chevaux, à une vitesse de rotation de 1.000 tours. On peut encore, comme l'indique la figure 148, grouper d'une façon particulière, lors du démarrage, les spires de l'induit à l'aide d'un levier agissant sur des contacts intérieurs; une fois en marche ces contacts sont fermés une fois pour toutes, ne donnent lieu à aucun frottement et, par suite, ne peuvent produire aucune étincelle.

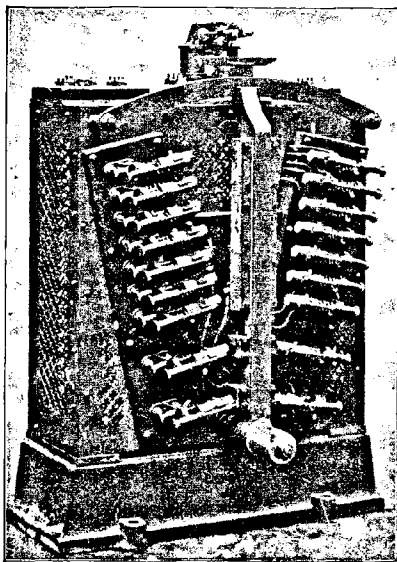


Fig. 149. — Inverseur de marche à contacts de charbon.

Aux avantages déjà mentionnés plus haut, que présentent les électromoteurs, tant à courant continu qu'à courants polyphasés, vient encore s'ajouter la grande facilité de renversement de la marche. Il suffit d'inverser le sens du courant pour provoquer la rotation de l'induit en sens contraire; notre figure 149 montre un inverseur Siemens et Halske à contacts de charbon ayant pour but de remédier à la détérioration rapide des surfaces de contact métalliques par les étincelles de rupture.

Le nombre de tours des moteurs électriques est ordinairement beaucoup plus élevé que celui des machines à mettre en mouvement, c'est surtout le cas pour les petits moteurs tournant très rapidement. Il est donc nécessaire de réduire la vitesse de rotation au moyen d'engrenages, de courroies, de vis sans fin, de chaînes Gall, etc.; il faut avoir soin, dans ces transmissions intermédiaires, d'absorber le minimum d'énergie

et de ne pas produire trop de bruit.

Quand l'arbre de la machine actionnée peut tourner aussi rapidement que celui du moteur, il y a naturellement avantage à supprimer toute transmission intermédiaire et à accoupler directement les deux arbres.

Nous avons vu plus haut que les électromoteurs à courant continu ou à courants triphasés présentent des avantages qui donnent à chacun d'eux une sphère d'application bien déterminée. En possession de toutes les données pratiques concernant une installation spéciale, un électricien compétent aura donc rarement à hésiter entre l'emploi de l'un ou de l'autre de ces deux systèmes. Pourtant il peut se trouver des cas où les avantages qu'ils présentent se contre-balancent et rendent plus difficile le choix définitif. Quoiqu'il en soit, on peut poser, en principe, que pour les petites distances on peut employer, suivant les cas, les courants continus ou les courants polyphasés, tandis que pour les grandes distances les courants polyphasés sont tout indiqués. Voici, d'ailleurs, résumés, les avantages les plus caractéristiques des deux systèmes :

La conduite des dynamos génératrices à courants continus demande moins d'apprentissage et de précautions que celle des alternateurs à courants polyphasés, surtout lorsqu'il s'agit d'alimenter par un même circuit une certaine quantité d'électromoteurs à charges variables. Les moteurs à courants continus peuvent supporter une surcharge plus considérable que les électromoteurs à courants polyphasés avant de s'arrêter. Le courant continu permet l'emploi d'accumulateurs qui donnent une plus grande sûreté d'exploitation. Pour les locomotives électriques à trolley, le courant continu présente l'avantage de ne demander que deux conducteurs, tandis que les courants polyphasés exigent trois conducteurs, ce qui complique l'installation. Les courants continus ont beaucoup moins d'action perturbatrice sur les lignes téléphoniques avoisinantes. Les transmissions, surtout celles de peu d'importance, utilisant les courants continus, coûtent moins cher d'installation que celles à courants polyphasés.

Les alternateurs et électromoteurs à courants polyphasés peuvent supporter des tensions beaucoup plus considérables que les dynamos et moteurs à courant continu. Ces courants de haute tension ne traversent que des conducteurs immobiles, qu'il est facile de bien isoler; le danger pour le personnel est ainsi réduit au minimum. L'entretien des électromoteurs à courants triphasés est plus simple par suite de la suppression du collecteur. Les transformateurs à courants alternatifs sont bien supérieurs à ceux employés avec les courants continus puisqu'ils ne possèdent aucune partie mobile et ne demandent, par suite, aucune surveillance. Cette facilité de transformation de la tension est particulièrement importante pour les réseaux mixtes alimentant des appareils d'éclairage en même temps que des moteurs.

Les grands dangers que présentent les étincelles dans les mines possédant du grisou exigent de grandes précautions ; on ne doit employer que des conducteurs soigneusement isolés et armés ; tous les moteurs, interrupteurs, inverseurs de marche doivent être entourés d'une enveloppe métallique ; les lampes à arc doivent naturellement être formellement bannies et les lampes à incandescence disposées de telle façon que le fil de charbon s'éteigne aussitôt le bris de l'ampoule. Mais toutes ces précautions techniques seraient illusoires si des hommes compétents n'en surveillaient avec le plus grand soin la stricte application.

**Application de l'énergie électrique dans les mines.** — Les travaux que l'on exécute dans les mines au moyen de machines motrices peuvent se répartir en quatre groupes :

1° L'épuisement de l'eau ; 2° la ventilation ; 3° l'extraction des minerais ; 4° le percement des galeries par les perforatrices et les haveuses.

Toutes les machines spéciales utilisées pour ces travaux peuvent être mues électriquement.

Nous allons donc examiner en détail, en suivant cet ordre, les différentes applications de l'énergie électrique aux industries minières.



## CHAPITRE TROISIÈME

**ÉPUISEMENT DES EAUX.** — On sait que la rencontre des veines liquides souterraines et le suintement continu de l'eau à travers les parois de certaines galeries, amassent, dans

les exploitations minières, une quantité considérable d'eau qui inonderait rapidement les chantiers d'exploitation si on ne prenait soin de l'expulser constamment au niveau du sol à l'aide de puissantes machines élévatoires. On comprend facilement l'intérêt considérable de cette question dans les exploitations minières.

L'emploi de l'électricité pour actionner les machines élévatoires à piston présente certaines difficultés relatives au réducteur de vitesse qu'il est nécessaire d'établir entre le moteur et l'arbre de commande de la pompe et qui ne doit pas produire un bruit trop excessif; on peut diminuer ce bruit en employant un train d'engrenages dont le pignon est en cuir comprimé. Si l'on emploie des pompes centrifuges dont la vitesse de rotation doit être très grande on supprime totalement cet inconvé-

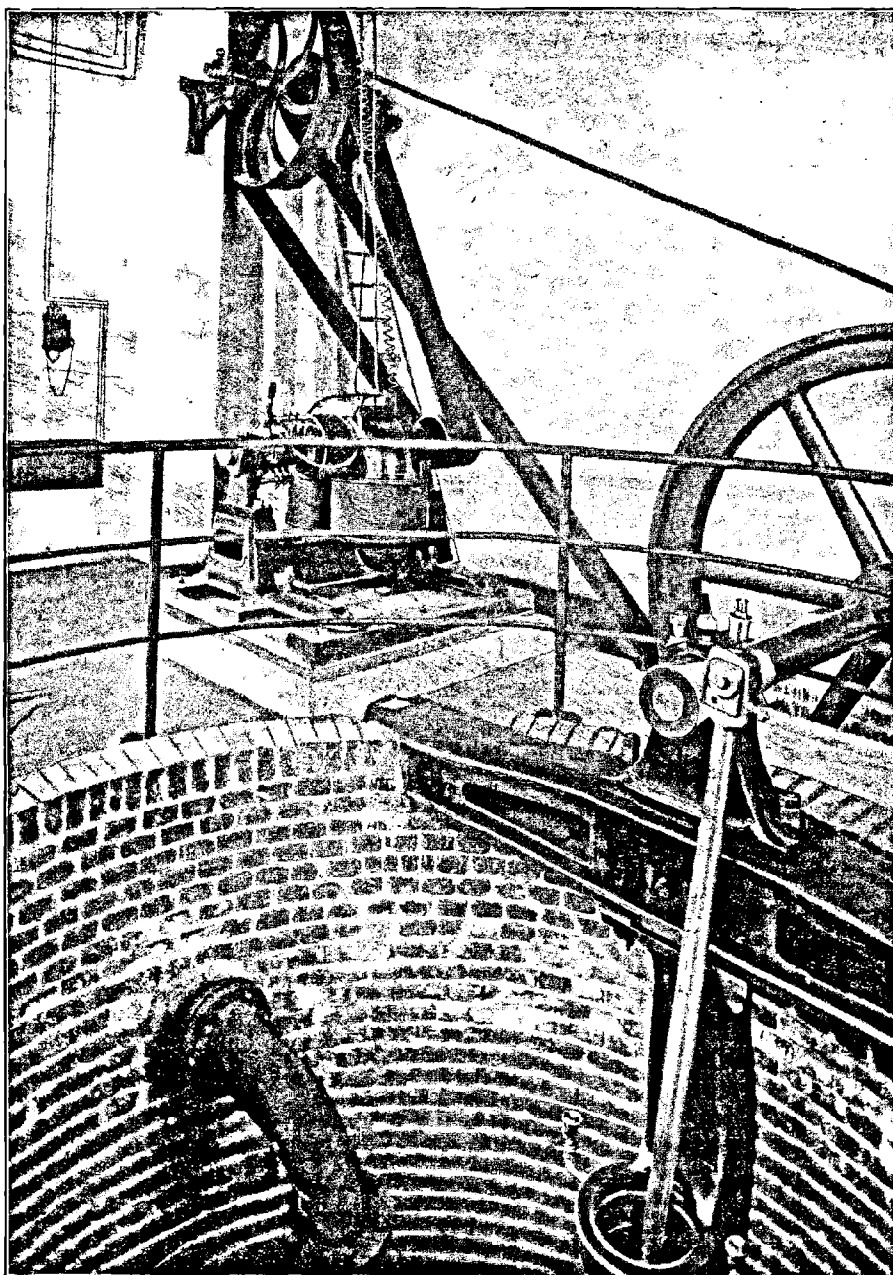


Fig. 150 — Pompe à simple piston actionnée à l'aide de courroies par un électromoteur Siemens et Hable.

— On peut également actionner la pompe par la commande directe en calant l'induit du moteur sur l'axe de la pompe.



Les petites pompes électriques, n'absorbant pas plus de 50 chevaux, destinées à de petits épuisements locaux, peuvent être reliées simplement au réseau électrique de la mine. Mais pour les pompes plus importantes il y a grand intérêt à les alimenter au moyen d'une dynamo génératrice particulière. Le démarrage, l'arrêt ou la diminution de vitesse de ces grands moteurs, produiraient, en effet, dans le réseau, des oscillations de tension fort nuisibles à la bonne marche de toute l'installation. Au contraire, en actionnant les moteurs au moyen d'une génératrice particulière, on peut, en modifiant le nombre de tours de celle-ci, modifier la vitesse de la réceptrice ; dynamo et moteur sont alors en quelque sorte accouplés électriquement ; tous les dispositifs relatifs au démarrage, à l'arrêt et au ralentissement deviennent inutiles, le moteur se mettant en mouvement et s'arrêtant simultanément avec la dynamo qui l'alimente. En employant les courants polyphasés on peut, de plus, dans ce cas, utiliser sans inconvénient, quelle que soit la puissance des moteurs des induits fermés, sans bagues ni levier de mise en marche.

L'intérêt que présente l'installation d'une génératrice spéciale pour les machines d'épuisement est d'autant plus grand que cette disposition permet, lorsque les autres génératrices alimentant le reste de l'exploitation sont de même puissance, d'employer en cas d'accident survenu à la génératrice spéciale une de celles-ci à l'épuisement de l'eau. Si, au contraire, on ne disposait que d'une seule génératrice pour toute l'exploitation un accident survenant à cette machine pourrait compromettre le travail de toute la mine par l'inondation des chantiers.

Cette dernière remarque présente une grande importance et toutes les mines où le transport de force se fait électriquement devraient être munies de pompes de réserve mues électriquement et pouvant parer aux dangers d'une inondation, toujours à craindre, en utilisant momentanément toute la force disponible de l'établissement à l'épuisement de l'eau.

Nous allons maintenant citer quelques exemples de commande électrique des pompes d'épuisement qui, mieux que de longues considérations, démontreront les avantages considérables que l'on peut retirer de cette nouvelle application de l'énergie électrique. Nous avons vu plus haut que l'on peut diviser les différents systèmes de commande des pompes en deux catégories, suivant que l'on utilise des pompes à piston à marche lente, nécessitant l'interposition d'un réducteur de vitesse, ou que l'on emploie des pompes centrifuges à grande vitesse permettant la commande directe.

**Pompes à pistons.** — Comme nous l'avons dit plus haut, les pompes à pistons, dont l'arbre des manivelles doit tourner lentement, nécessitent l'interposition d'un réducteur de vitesse pour leur commande par électromoteur.

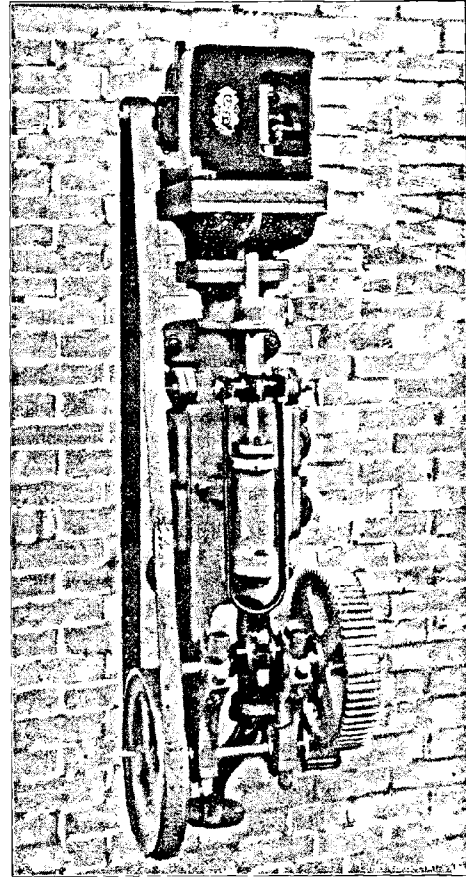


Fig. 151. — Pompe murale électrique Siemens et Halsko.

Il faut pourtant faire une exception pour certaines grandes pompes qui exigent un moteur de grande puissance tournant par conséquent relativement lentement et pouvant dans certains cas être calé directement sur l'arbre des manivelles.

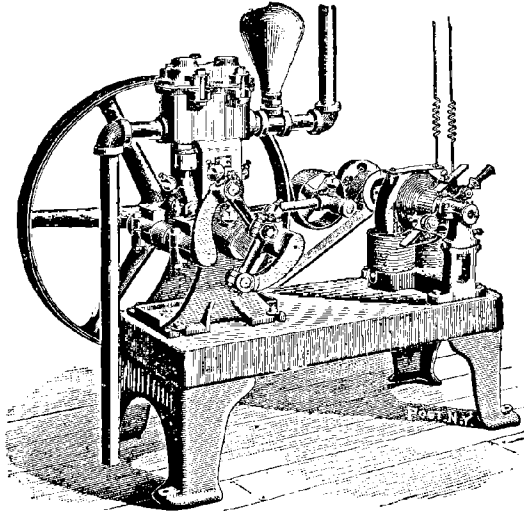


Fig. 152. — Pompe commandée électriquement par courroie de M. Ullmann.

La réduction de vitesse est obtenue par une transmission à courroies, à engrenages ou à friction. Les transmissions à courroies présentent l'avantage de procurer une marche silencieuse, aussi sont-elles employées lorsque les conditions le permettent. La figure 150 représente une installation de ce genre réalisée par la maison Siemens et Halske; l'électromoteur à courant continu actionne la pompe par une double transmission à courroies; la pompe étant à un seul piston et par suite mal équilibrée, il est utile d'employer comme poulie calée sur son arbre un lourd volant qui régularise le mouvement. La mise en marche de l'électromoteur peut se faire à une distance plus ou moins grande de l'installation.

La figure 151 représente une petite pompe

murale d'un système très pratique; le moteur est placé sur une console au-dessus de la pompe qu'il actionne par une courroie et un train d'engrenages réducteurs de vitesse; la pompe étant encore à un seul corps de pompe, le mouvement est régularisé, comme dans l'exemple précédent,

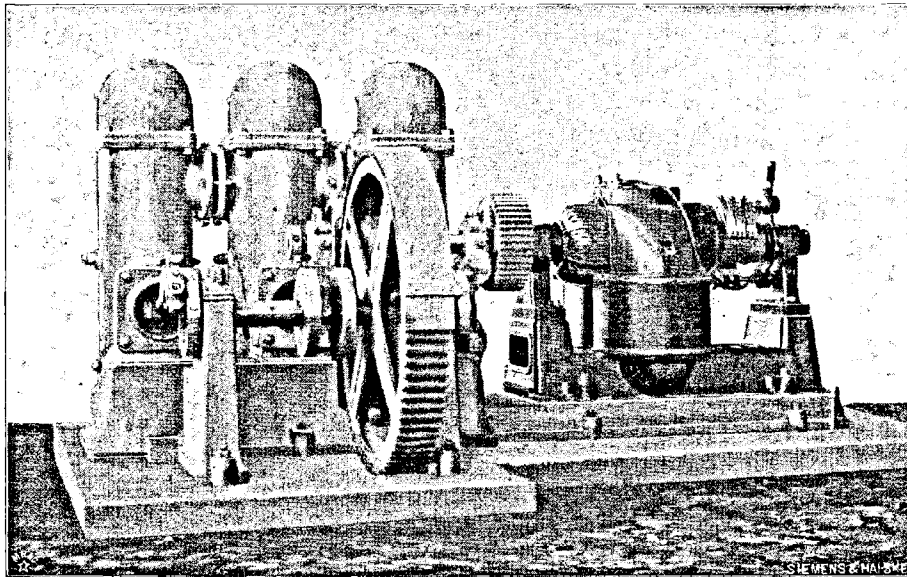


Fig. 151. — Pompe à trois pistons commandée par un électromoteur Siemens et Halske.

par une poulie lourde formant volant. Ainsi disposé, ce modèle, malgré la transmission par courroie, tient très peu de place et est d'un rendement élevé. La figure 152, représentant une pompe américaine importée par M. Ullmann, donne un exemple de commande par courroie dont la tension est obtenue à l'aide d'un tendeur spécial.

Toutefois les courroies ne peuvent guère être utilisées dans les exploitations minières par ce

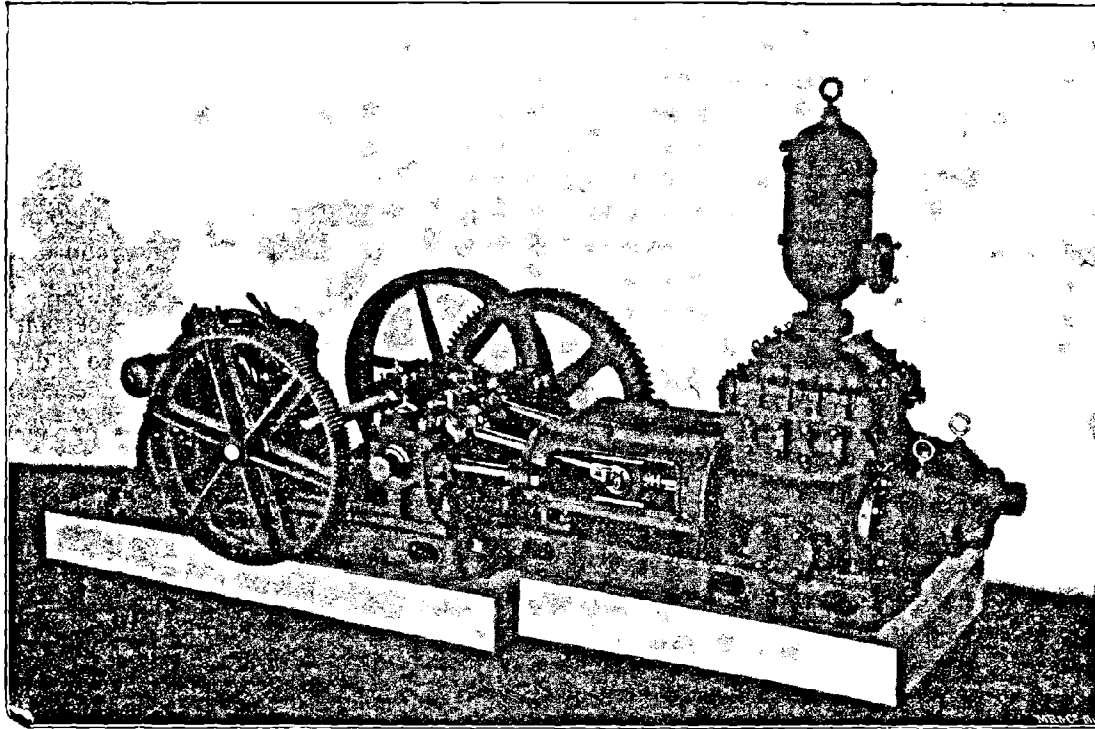


Fig. 154. — Pompe à deux pistons commandée par un électromoteur Siemens et Halske.

qu'elles présentent de sérieux inconvénients dans les locaux humides et que de plus elles demandent un emplacement sensiblement plus grand que les transmissions par engrenages. C'est donc ces dernières qui sont le plus fréquemment employées dans les mines. On utilise ordinairement des pompes à trois pistons afin d'équilibrer suffisamment l'ensemble pour rendre inutile l'emploi d'un lourd volant comme dans les exemples cités plus haut.

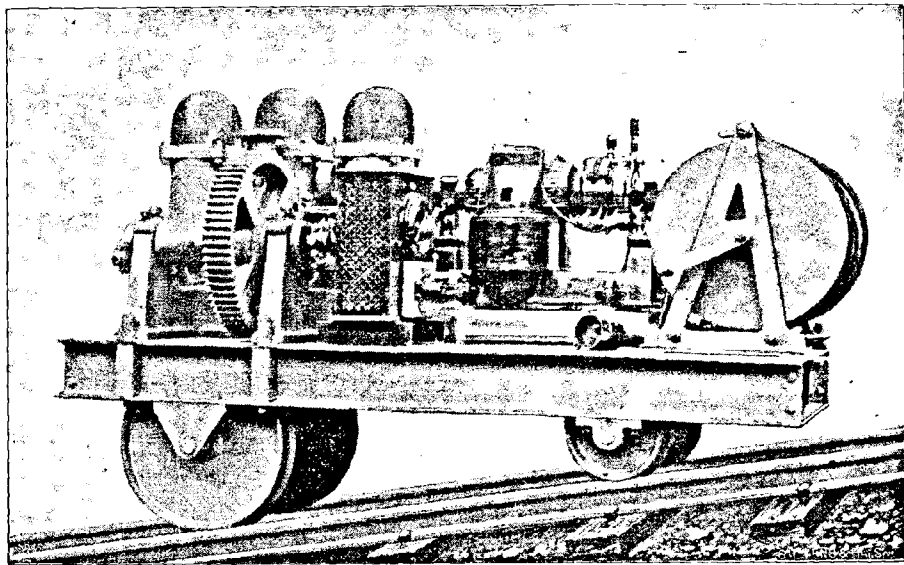


Fig. 155. — Pompe mobile à commande électrique Siemens et Halske.

Telle est la pompe de la figure 153, commandée par un électromoteur Siemens et Halske à courant continu par l'intermédiaire d'un double

train d'engrenages; le moteur et la pompe sont boulonnés sur le même socle de fonte de manière à assurer d'une manière constante le bon engrènement du pignon et de la grande roue dentée en rendant impossible tout déplacement des deux appareils; le pignon est en cuir comprimé afin de réduire au minimum le bruit produit. Cette pompe peut élever 2 mètres cubes d'eau par minute à une hauteur de 60 mètres.

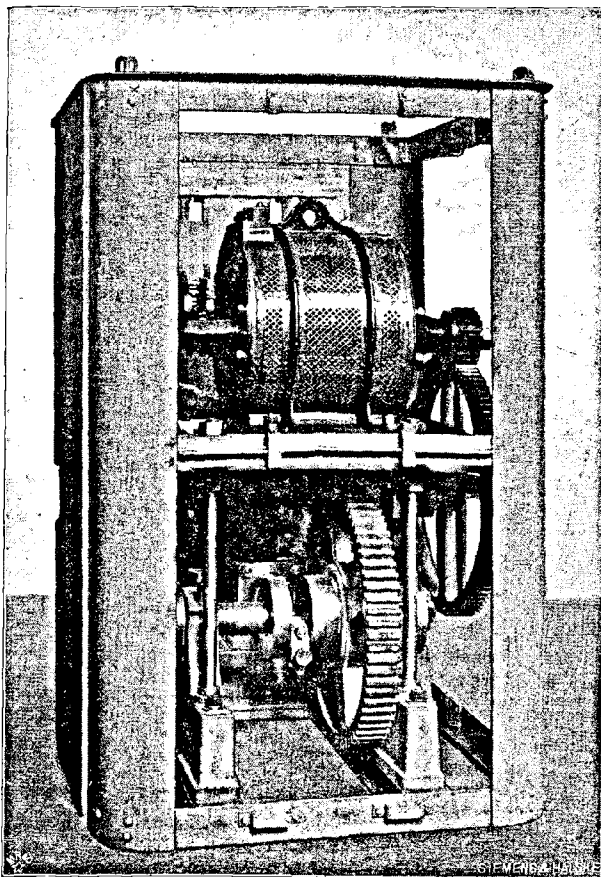


Fig. 156. — Pompe suspendue commandée par un électromoteur à courants triphasés Siemens et Halske.

La pompe que représente la figure 154 est à deux cylindres; le moteur électrique Siemens et Halske commande, par pignon en cuir comprimé et grande roue dentée, un arbre intermédiaire portant un volant pour régulariser le mouvement et commandant lui-même, par pignon et roue dentée, l'arbre des manivelles.

La figure 155 représente une pompe transportable, destinée à se mouvoir dans les galeries inclinées et à expulser l'eau qui s'accumule dans leur partie inférieure. Le chariot porte, en même temps que la pompe à trois cylindres et le moteur qui la commande, l'appareil de mise en marche et un tambour où peut s'enrouler le câble qui amène le courant à l'appareil.

La pompe de la figure 156 est contenue dans un caisson destiné à être suspendu à un palan et être descendu dans les puits à vider au fur et à mesure qu'ils se creusent. Cette pompe, qui fonctionne dans les mines de Pachuca, au Mexique, est actionnée par un moteur Siemens et Halske à courants triphasés au moyen d'un double train d'engrenages réducteurs de vitesse. L'emploi d'un moteur à champ tournant ne possé-

dant aucun collecteur ou bague de prise de courant est particulièrement avantageux dans une disposition de ce genre dans laquelle l'appareil est inaccessible et ne peut être facilement vérifié et surveillé. Les appareils de mise en marche sont disposés en haut du puits dans lequel est descendue la pompe et c'est de là que se font les manœuvres de démarrage et de réglage du moteur.

La figure 157 représente une disposition analogue à la précédente; la pompe à piston à simple effet est enfermée avec son train d'engrenages et son moteur dans une cage de fer forgé suspendue à un palan et pouvant être ainsi descendue directement dans les bas-fonds à vider. Le courant parvient au moteur à courant continu Siemens et Halske au moyen d'un câble souple. Lorsque l'on creuse un puits on peut ainsi y descendre la pompe au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

La figure 158 montre une pompe à triple piston actionnée, par l'intermédiaire d'un double train d'engrenages, par un électromoteur à courant continu Siemens et Halske et fonctionnant dans les houillères de Kalkgrube en Styrie. Elle peut élever 1,8 mètre cube d'eau par minute à une hauteur

voisine de 40 mètres. Le pignon calé sur l'arbre du moteur est en cuir comprimé, ce qui diminue considérablement le bruit produit.

**Pompes centrifuges.** — Les pompes centrifuges présentent de très grands avantages pour la commande électrique par suite de la suppression de la transmission intermédiaire. Elles sont surtout utiles lorsque l'on doit élever de grandes quantités d'eau à une faible hauteur.

L'usage des pompes centrifuges devient d'ailleurs de plus en plus général et leurs avantages sont universellement appréciés : faible volume, facilité d'installation, régularité de marche, grande élasticité dans le débit avec des vitesses sensiblement constantes, etc. Toutes ces considérations les ont donc fait substituer dans beaucoup de cas aux pompes à piston, beaucoup plus encombrantes et plus coûteuses. Mais si les pompes centrifuges des divers systèmes que l'on a appliqués jusqu'ici, ont l'avantage de donner un bon rendement quand la hauteur d'élévation de l'eau est faible, alors que les pompes à piston, à cause des résistances passives qui ne peuvent descendre chez elles au-dessous d'un maximum élevé, donnent des rendements inférieurs, on leur a reproché, à juste titre, de ne pas donner de bons résultats pour de grandes hauteurs d'élévation et, en somme, de n'être avantageuses que dans des limites assez restreintes.

Les hauteurs de 8 à 10 mètres sont les meilleures ; au delà de 12 à 13 mètres on a renoncé à l'emploi de ce genre de pompes, à moins d'appliquer le principe de la conjugaison, qui consiste à juxtaposer deux ou plusieurs pompes dont chacune refoule l'eau dans la suivante, qui fonctionne alors dans les mêmes conditions que si elle recevait l'eau en charge d'un réservoir placé au-dessus d'elle à une hauteur égale à celle dont pourrait l'élever la pompe précédente.

Parmi les pompes centrifuges actionnées par des réceptrices électriques, il nous faut citer

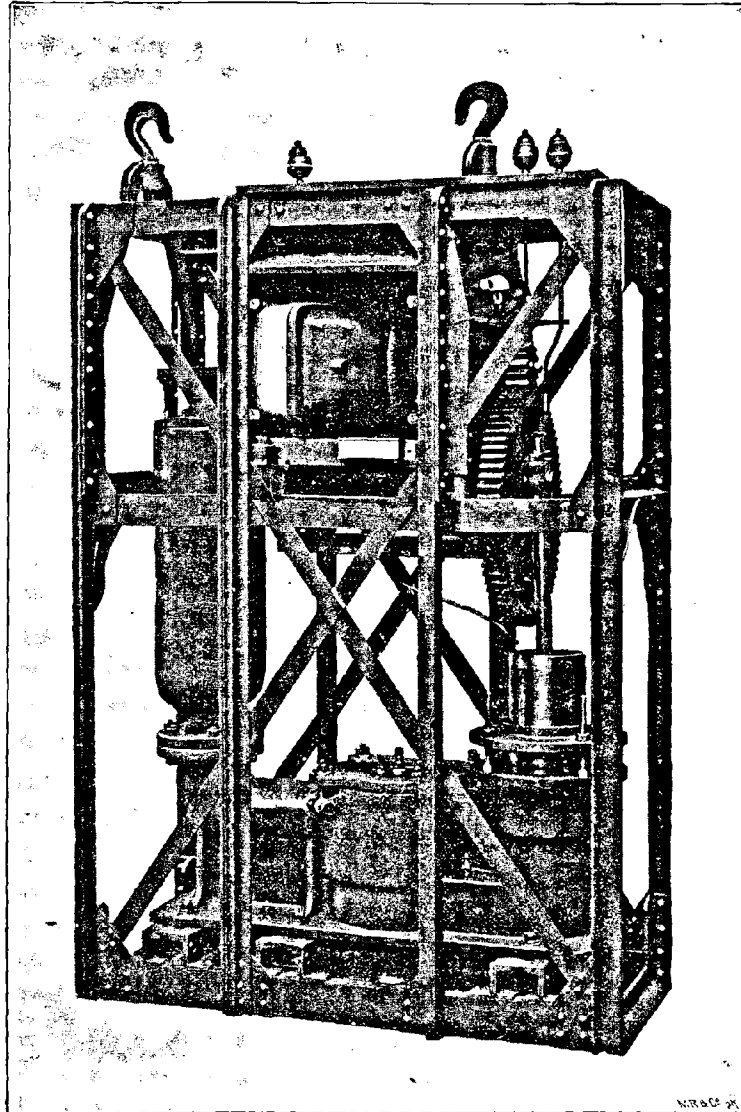


Fig. 157. — Pompe suspendue à commande électrique Siemens et Halske.

celles de la maison Dumont qui s'est spécialisée dans ce genre de construction. M. Dumont a employé

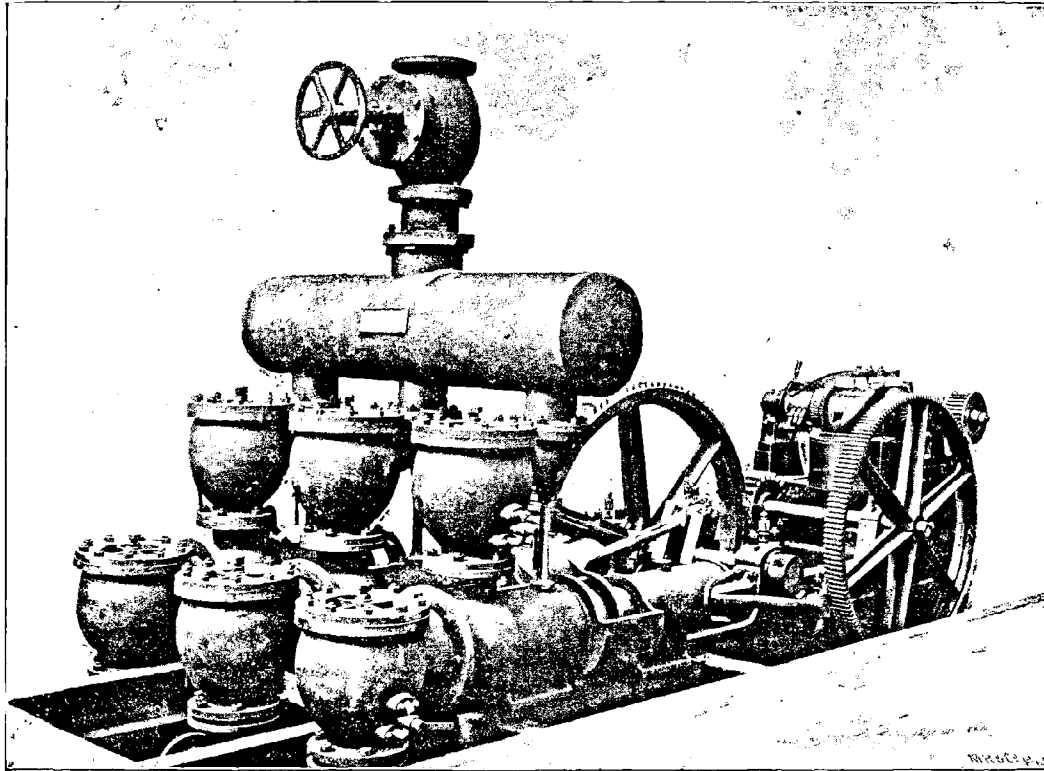


Fig. 158. — Pompe à triple piston commandée par un électromoteur à courant continu Siemens et Halske.

différents types de dynamos pour la commande de ses pompes ; nos figures 159, 160, 161 et 162 montrent comment peuvent se faire les accouplements ; lorsque l'on fait usage de deux pompes con-

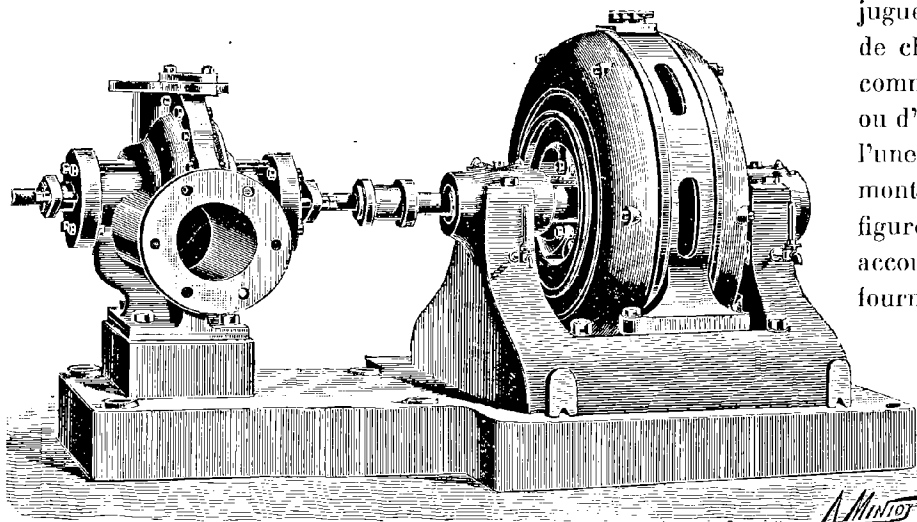


Fig. 159. — Pompe centrifuge Dumont commandée directement par un électromoteur à courants triphasés. P'eau à 48 mètres.

M. Wauquier, qui construit également des pompes centrifuges, a établi toute une série de

juguées on peut les disposer de chaque côté du moteur, comme l'indiquela figure 160, ou d'un seul côté, accolées l'une à l'autre, comme le montre la figure 161 ; la figure 162 représente un accouplement remarquable fourni aux mines de l'Altaï et se composant de quatre pompes centrifuges conjuguées, c'est-à-dire montées comme des piles en tension, et élevant

pompes commandées directement par des électromoteurs. Notre gravure 163 représente un de ces accouplements avec une dynamo bipolaire à électros verticaux genre Edison.

Notre figure 164 montre également une pompe centrifuge commandée directement par un moteur Fabius Henrion muni d'un rhéostat de démarrage à liquide.

Ce démarreur hydraulique, des plus simples, constitue la principale particularité de l'appareil et permet de mettre en marche et d'arrêter la pompe aussi simplement qu'on le ferait avec un simple embrayage. Il se compose d'une lame métallique striée plongeant dans un vase métallique qui contient une dissolution de carbonate de soude ou de sel marin. L'un des pôles de la génératrice est relié directement à la réceptrice, l'autre pôle est relié au vase métallique et la deuxième borne de la réceptrice est reliée à la lame ; la lame est isolée du vase, cela va sans dire. Lorsque la lame plonge dans le liquide, le courant commence à traverser le liquide conducteur, puis, par la lame,

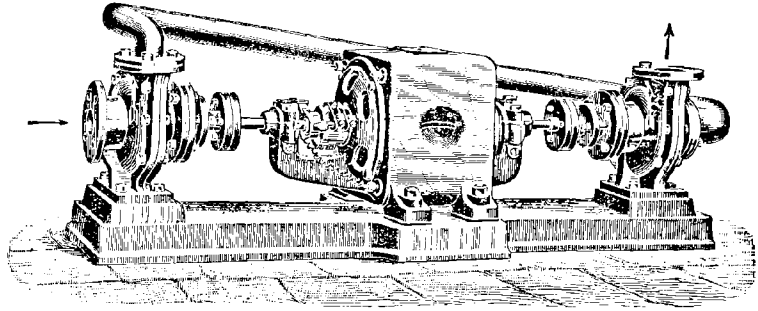


Fig. 160. — Pompes centrifuges Dumont conjuguées à commande électrique.

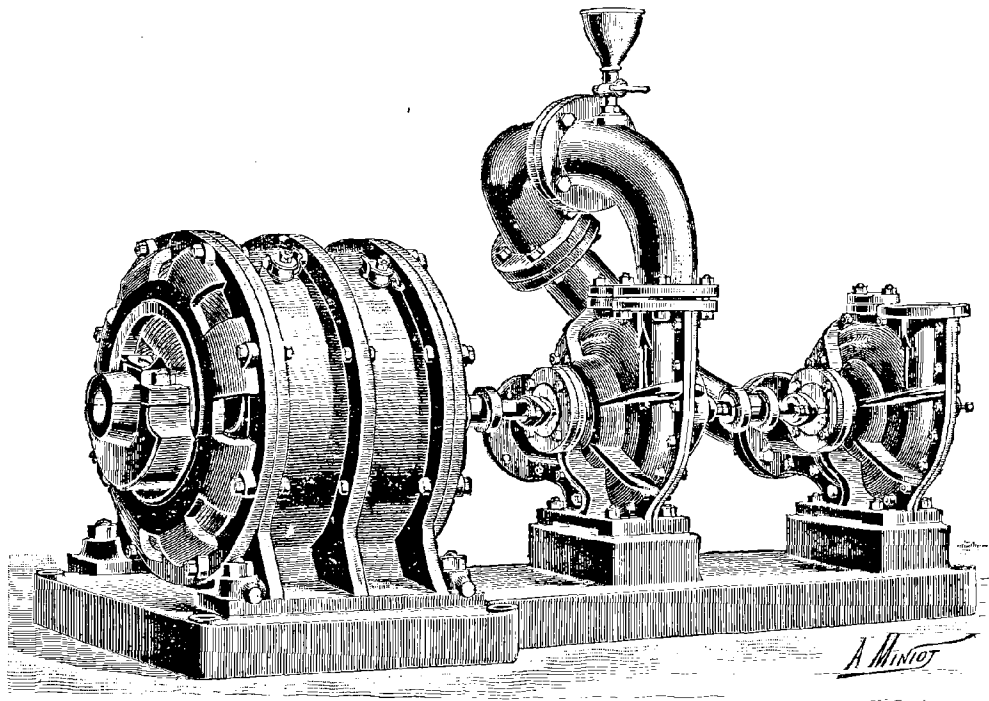


Fig. 161. — Pompes centrifuges Dumont conjuguées à commande électrique.

se rend à la réceptrice qui commence à tourner. La lame est équilibrée dans toutes ses positions par un contrepoids, aussi peut-on l'abandonner dans une position quelconque, de sorte que la mise en marche se fait aussi doucement qu'on le désire. Par contre, on peut, en relevant vivement la poignée, arrêter instantanément le courant, en cas de nécessité. Un petit dispositif que l'on voit sur le côté assure automatiquement l'excitation du moteur avant que le courant principal traverse

l'induit et coupe automatiquement le courant d'excitation dès que le courant principal est coupé lui-même. Ces pompes électriques se construisent pour tous débits et pour des hauteurs d'élévation

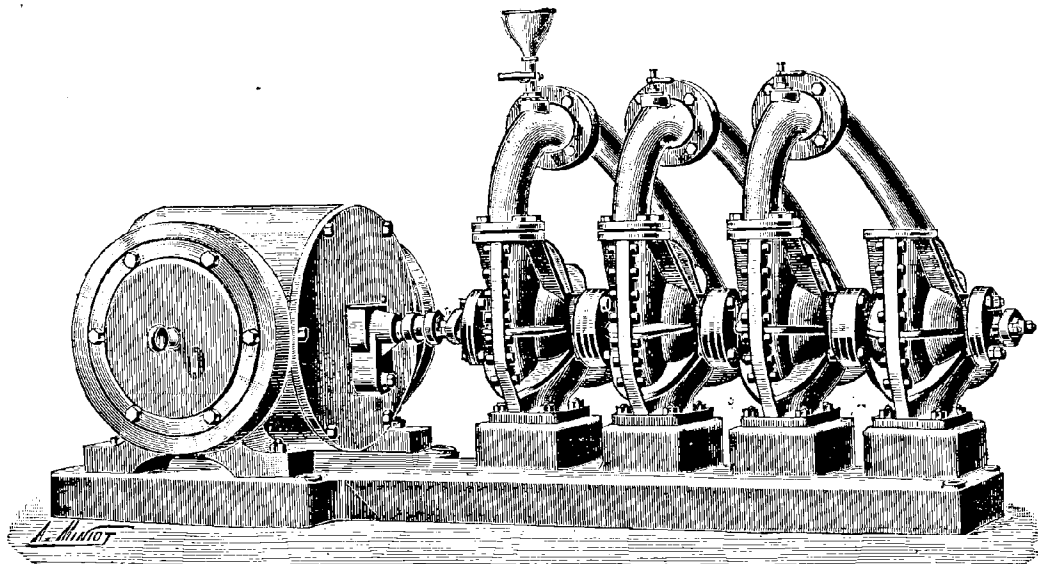


Fig. 162. — Quatre pompes centrifuges Dumont conjuguées à commande électrique.

de 1 mètre à 50 et 60 mètres ; on couple alors plusieurs pompes en tension sur un bâti commun et on les commande par un moteur unique, comme dans la figure 162.

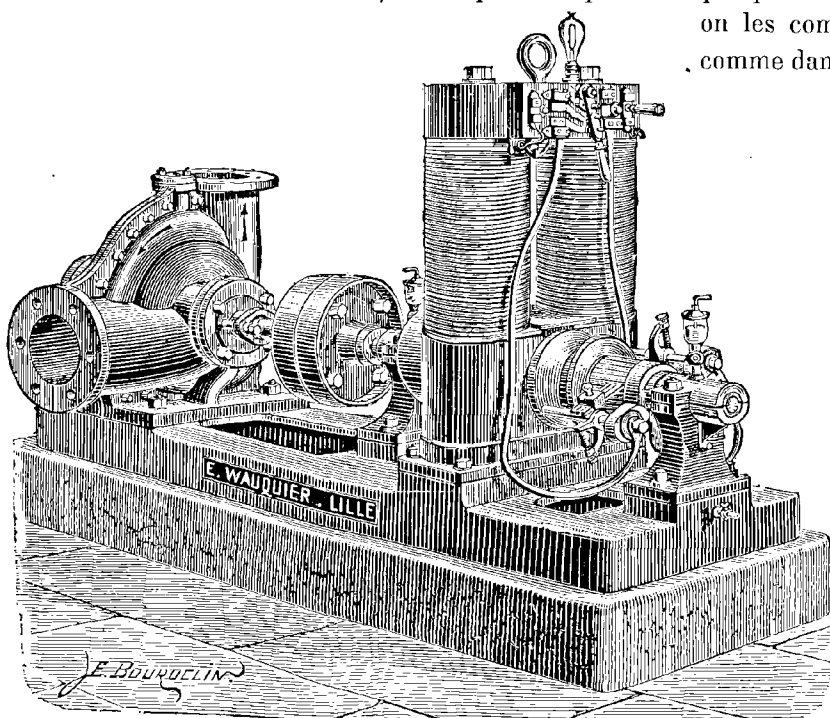


Fig. 163. — Pompe centrifuge Wanquier commandée directement par électromoteur.

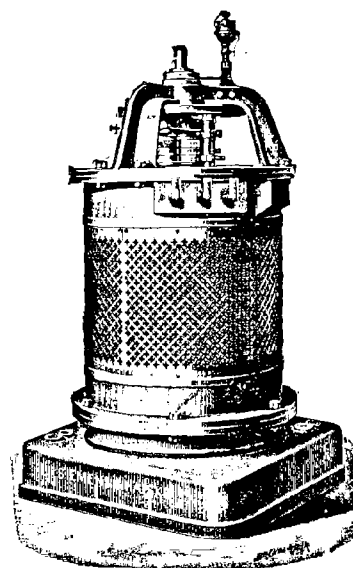


Fig. 163 bis. — Electromoteur à courants triphasés actionnant une pompe centrifuge par un arbre vertical.

La figure 163 bis représente un moteur à courants triphasés Siemens et Halske dont l'axe est disposé verticalement de manière à commander une pompe centrifuge qui se trouve au fond



d'un puits au moyen d'un long arbre vertical. De cette manière l'électromoteur situé en haut du puits reste facilement abordable.

La figure 165 montre une pompe centrifuge Siemens et Halske dont le moteur démarre automatiquement lorsque le réservoir qu'elle est destinée à remplir commence à se vider et qui s'arrête de même automatiquement dès que ce même réservoir est rempli. Ce résultat est très simplement obtenu au moyen d'un flotteur agissant sur un in-

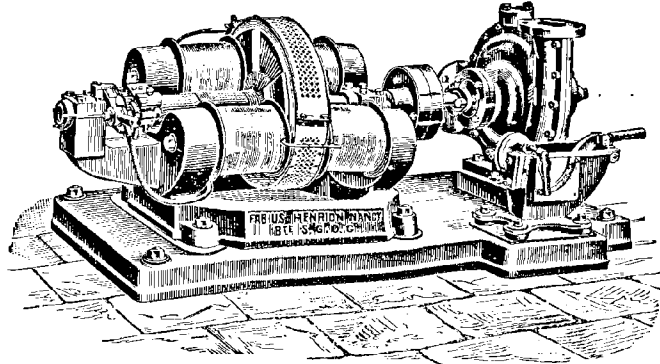


Fig. 164. — Pompe centrifuge commandée directement par un moteur Fabius Henrion.

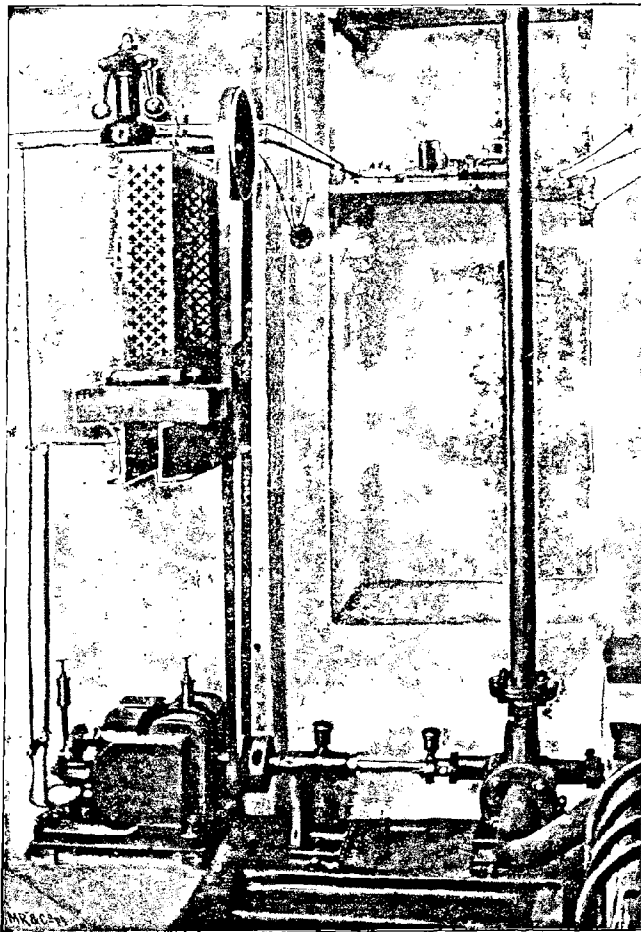


Fig. 165. — Pompe centrifuge à commande électrique automatique.

terrupteur; l'installation est complétée par un appareil de mise en marche automatique à force centrifuge qui au fur et à mesure que le moteur accélère sa marche retranche les résistances primitivement introduites dans le circuit. Nous avons déjà décrit cet appareil au sujet des ascenseurs de la maison Siemens et Halske (page 95).

La pompe centrifuge de la figure 165 bis fut utilisée pour l'épuisement des eaux dans les travaux d'établissement du chemin de fer souterrain de Budapest; elle est représentée fixée provisoirement sur un madrier.

La figure 166 montre une pompe centrifuge transportable, fonctionnant dans la mine de Nürschan, près de Pilsen. Cette pompe est montée sur une plateforme mobile et le courant arrive au moteur électrique, par un câble souple semblable à celui représenté dans la figure 144. Ce dispositif s'emploie surtout dans les mines de charbon pour l'épuisement des galeries en plan incliné.

## CHAPITRE QUATRIÈME

**VENTILATION DES GALERIES.** — Avec l'épuisement des eaux la ventilation des galeries sont les deux services les plus importants de toute exploitation minière. Le dégagement

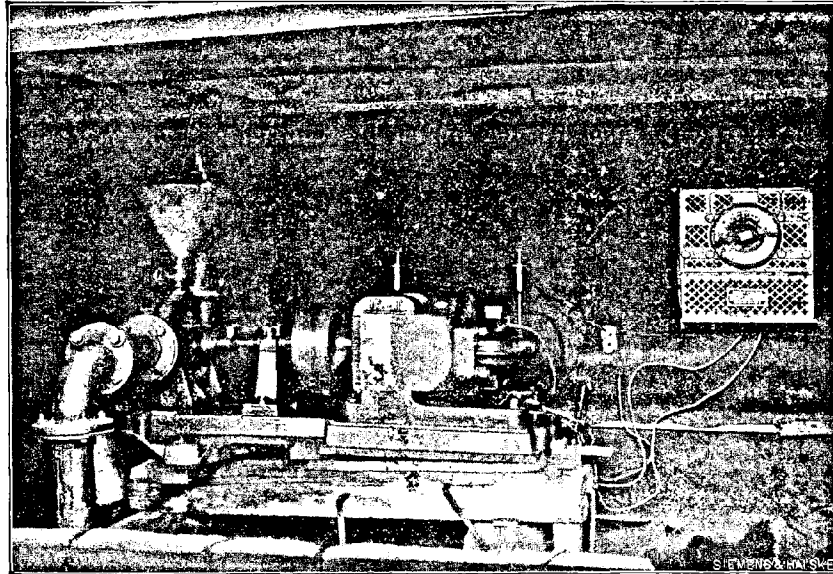


Fig. 165 bis. — Pompe centrifuge Siemens et Halske.

des gaz, la respiration des ouvriers, la combustion des lampes rendraient, en effet, rapidement

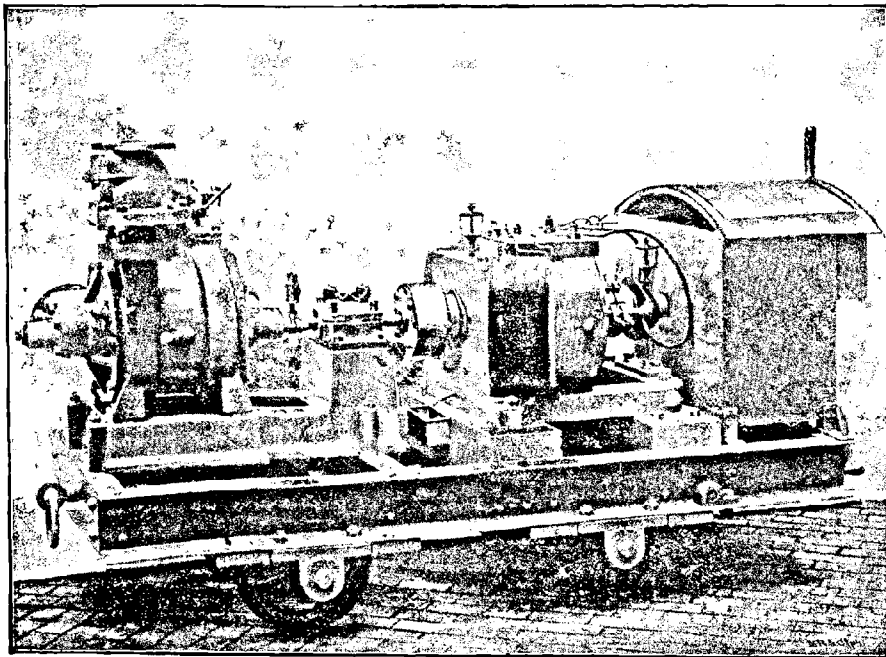


Fig. 166. — Pompe centrifuge mobile à commande électrique Siemens et Halske.

irrespirable l'air des chantiers souterrains s'il n'était constamment renouvelé. La grande chaleur

qui règne dans certaines mines rend également nécessaire une énergique ventilation. Enfin, dans les mines qui ont le malheur de posséder le terrible grisou, une ventilation régulière et constante peut souvent prévenir d'épouvantable catastrophe, et sauver d'une mort terrible de nombreuses existences humaines.

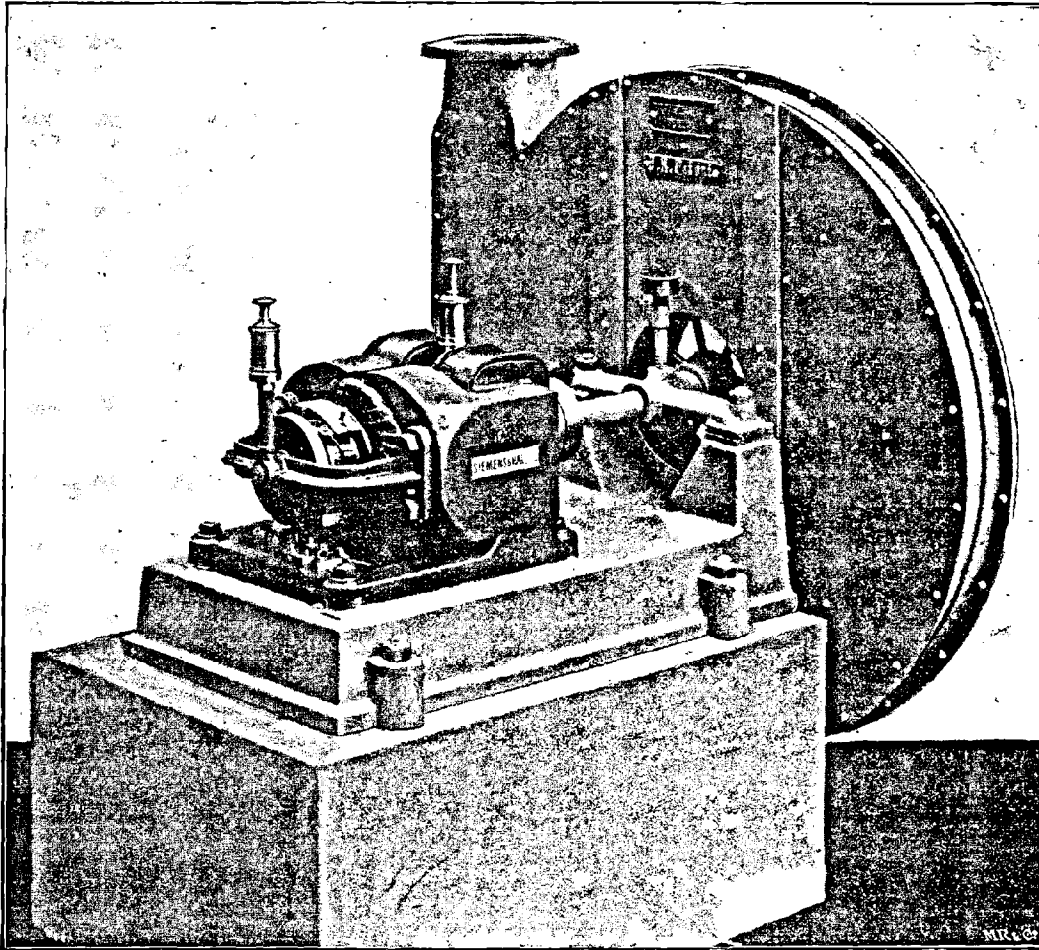


Fig. 167. — Ventilateur commandé directement par un électromoteur Siemens et Halske.

La ventilation s'effectue, d'abord, par des puits d'aération aboutissant au niveau du sol et à l'ouverture desquels un puissant ventilateur aspire ou refoule l'air suivant les cas. Ces ventilateurs se trouvant au niveau du sol peuvent facilement être actionnés par un moteur quelconque et leur commande électrique tout en étant avantageuse lorsque l'on dispose d'une station génératrice ne présente pas une supériorité absolue.

Mais ces ventilateurs ne suffisent pas pour aérer de nombreuses galeries disposées en cul-de-sac et nécessitant une ventilation particulière par des ventilateurs locaux. C'est surtout pour la commande de ces ventilateurs intérieurs que la transmission électrique est avantageuse. Ces appareils doivent être, en effet, facilement transportables et nous avons déjà vu combien le déplacement des conducteurs électriques était facile comparativement à tous les autres conducteurs d'énergie. De plus, les ventilateurs devant tourner très rapidement la commande par électromoteurs est des

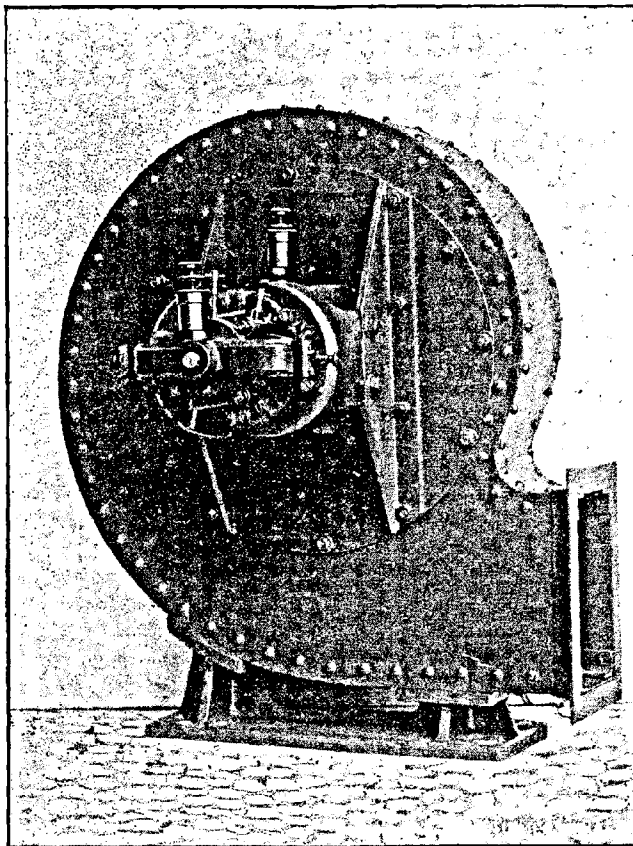


Fig. 168. — Ventilateur électrique Siemens et Halske.

plus simples puisqu'il suffit de caler les parties mobiles des deux appareils sur un axe commun.

Nos figures 167, 168, 169, 170 et 171, montrent différents systèmes de ventilateurs

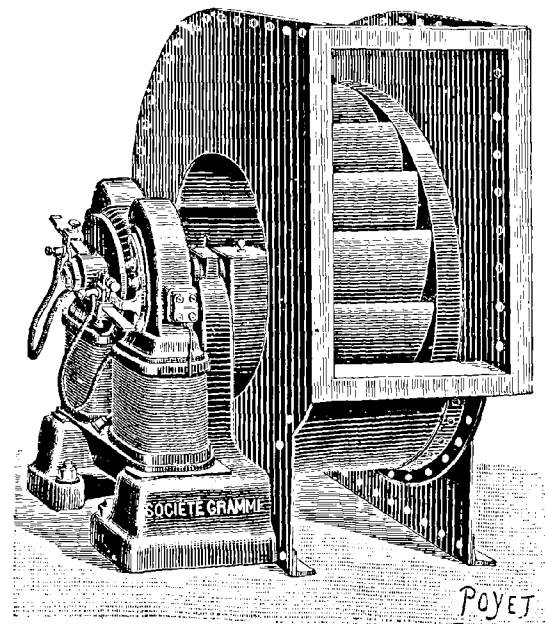


Fig. 169. — Ventilateur électrique de la Société Gramme.

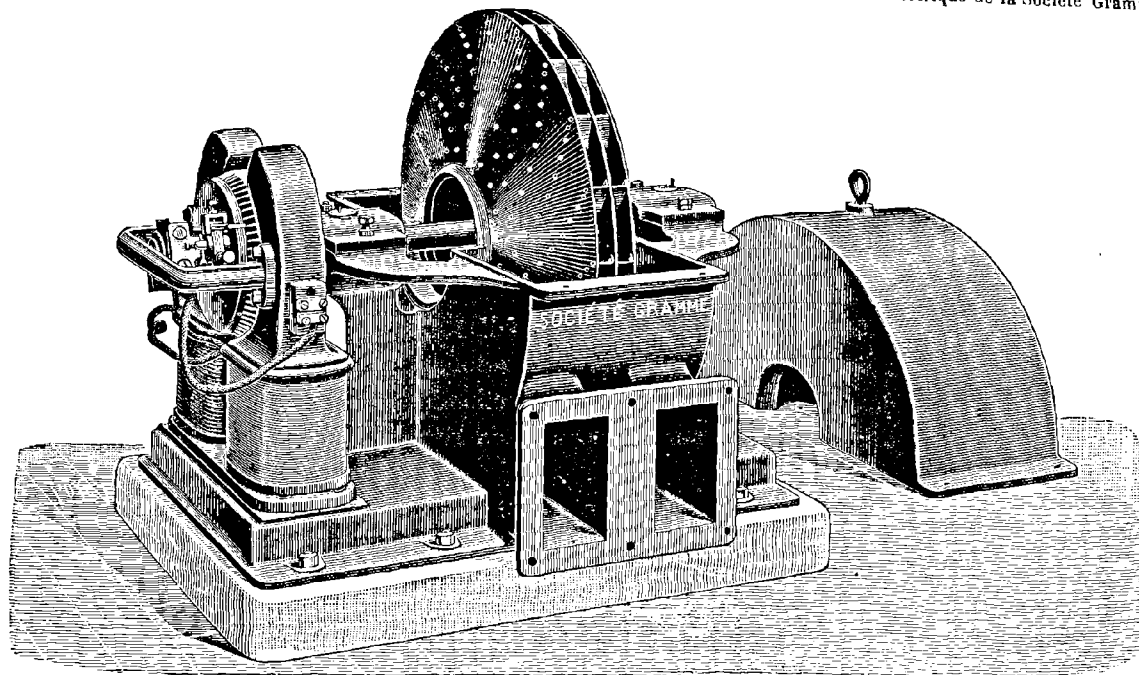


Fig. 170. — Ventilateur commandé électriquement par un électromoteur Gramme.

électriques pouvant être utilisés pour l'aérage des galeries souterraines. Les deux premiers sont construits par la maison Siemens et Halske; dans l'un (fig. 167) la boîte du ventilateur est boulonnée sur le socle du moteur et les deux arbres placés dans le prolongement l'un de l'autre sont rendus solidaire par un accouplement rigide; dans l'autre (fig. 168) ce sont les inducteurs du moteur qui sont directement boulonnés sur l'enveloppe boîte du ventilateur et l'axe d'une seule pièce porte les palettes du ventilateur et l'induit du moteur. Les deux suivants, construits par la Société Gramme, sont composés d'une roue à aubes tournant dans un tambour et

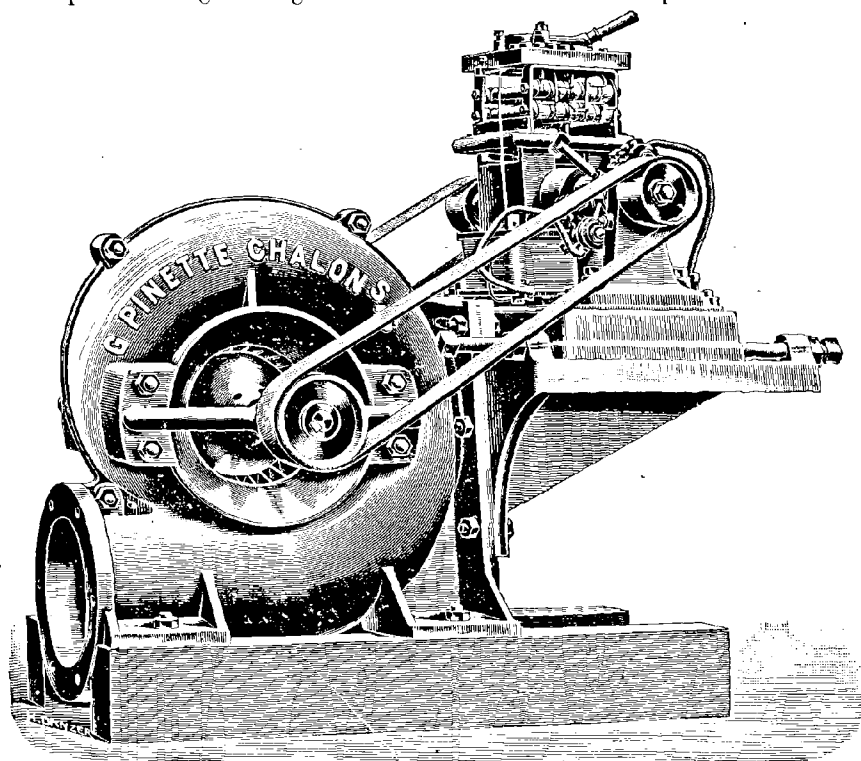


Fig. 171. — Ventilateur électrique Pinette à commande par courroies.

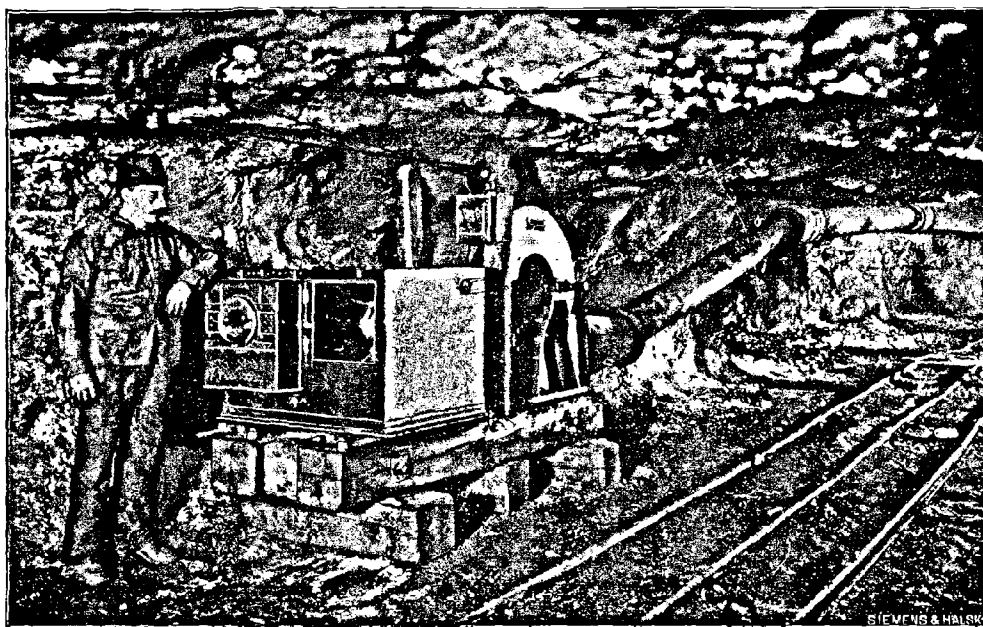


Fig. 172. — Ventilateur électrique Siemens et Halske installé dans les mines d'Aschersleben.

calée sur le même arbre que l'induit du moteur; celui-ci est du type Gramme supérieur; ces ven-

tilateurs peuvent refouler l'air sous une pression de 2 à 160 centimètres d'eau; ils peuvent fonctionner comme machine aspirante en renversant simplement le sens de la rotation. Le ventilateur électrique représenté par la figure 171 et construit par M. Pinette est un peu différent; l'électromoteur possède, à chaque extrémité de son arbre, deux poulies qui commandent par deux courroies, deux autres poulies d'un diamètre un peu plus grand calées aux deux extrémités de l'arbre du ventilateur; la vitesse de rotation du ventilateur est ainsi légèrement réduite et les deux courroies assurent un bon entraînement sans glissement, sans qu'il soit nécessaire de les tendre d'une façon exagérée. On voit à la partie supérieure du moteur le rhéostat de démarrage.

Enfin, la gravure 172 montre l'installation d'un ventilateur Siemens et Halske pour l'aérage d'une galerie souterraine; cette vue est prise dans les mines d'Aschersleben. Le ventilateur refoule l'air dans le fond de la galerie au moyen d'un tuyau que l'on aperçoit sur la droite de la figure; il est actionné à l'aide d'une courroie par un moteur électrique renfermé dans une caisse protectrice en tôle supportant les appareils de mise en marche. L'ensemble est disposé sur une pile de poutrelles qui permet un déplacement facile.

## CHAPITRE CINQUIÈME

**TRANSPORT DES MINERAIS.** -- L'enlèvement des minerais, du charbon ou des déblais détachés du front de taille et leur transport jusqu'au puits d'extraction, est une question

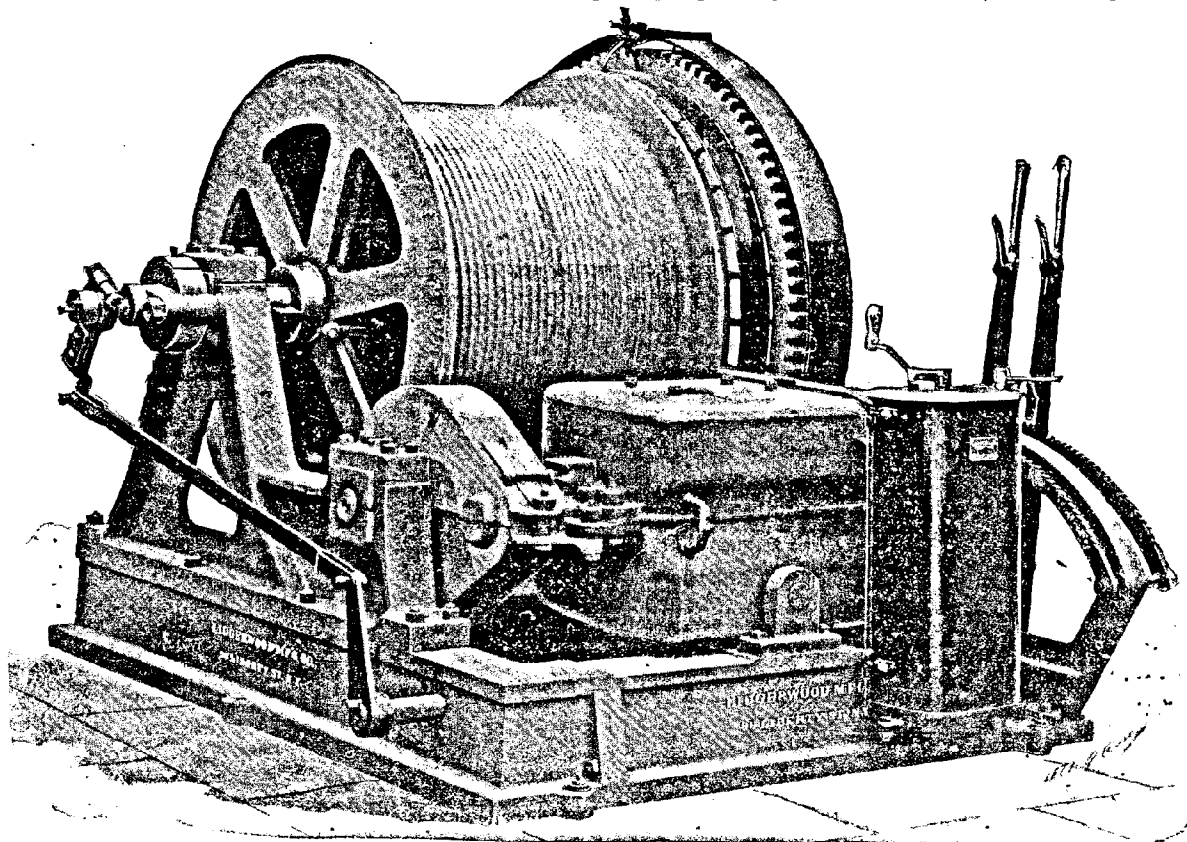


Fig. 173. — Treuil à commande électrique Thomson-Houston.



particulièrement intéressante dans l'exploitation des mines. Ce transport est ordinairement effectué au moyen de petits wagonnets roulant sur des lignes ferrées à voie étroite poussés par des hommes, trainés par des chevaux, remorqués par de légères locomotives, ou tirés par des câbles ou des chaînes s'enroulant sur des treuils.

Nous n'avons naturellement pas à nous occuper ici de la traction humaine ou animale qui constitue un mode d'exploitation barbare qui ne peut tarder à disparaître complètement. Quant à la traction mécanique, les deux moyens mis ordinairement en usage sont, comme nous venons de le voir, le remorquage des trains par locomotive ou leur traction funiculaire par chaîne ou câble.

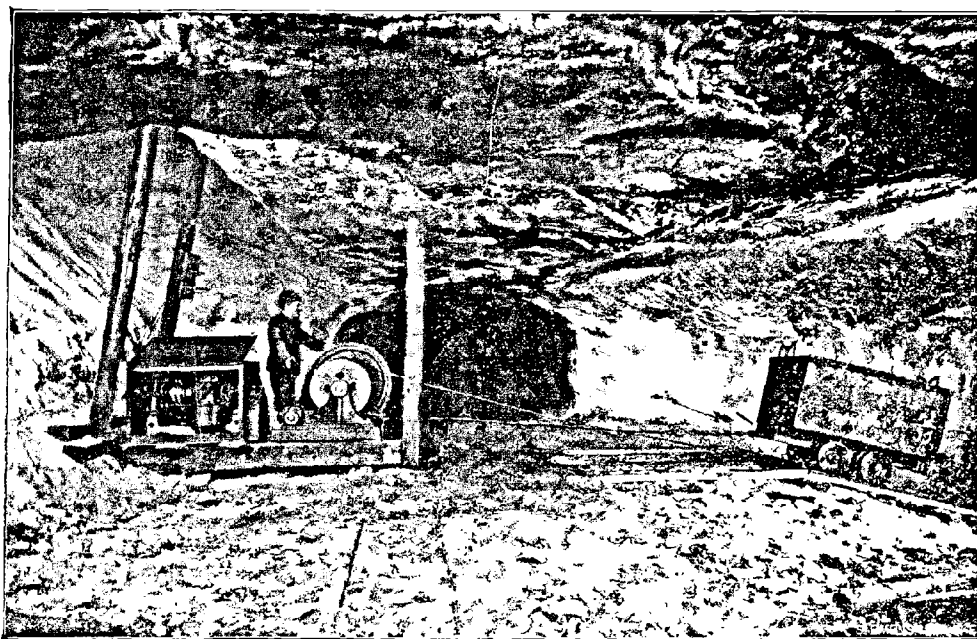


Fig. 174. — Treuil à commande électrique Siemens et Halske fonctionnant aux mines d'Ascheisleben.

Pour actionner les locomotives ou les treuils, aucun système de transport de force ne peut rivaliser avec la transmission électrique; nous avons, plusieurs fois déjà, fait ressortir les avantages de cette transmission et il est inutile d'y insister à nouveau, disons donc simplement que ces avantages ressortent d'une façon toute particulière dans l'application qui nous occupe.

La question de savoir s'il faut préférer la traction funiculaire au remorquage par locomotives électriques ne peut être résolue qu'en tenant compte des conditions spéciales de chaque exploitation; il y a pourtant des points généraux que l'on peut résumer. La traction au moyen de câble ou de chaîne n'est avantageuse que dans des galeries droites présentant peu de courbes, celles-ci, en effet, font naître beaucoup de difficultés dans ce genre de traction. L'économie d'une traction par câble ou par chaîne dépend beaucoup de la distribution de la charge, à la vitesse habituelle de 0<sup>m</sup>,50 à 1 mètre à la seconde, il est nécessaire, pour réaliser un fonctionnement économique que tous les 20 à 30 mètres, le câble de traction reçoive un wagonnet. Pour les fortes montées, la traction par câble ou par chaîne est naturellement préférable à la traction par locomotive. Par contre, cette dernière vaut mieux quand les embranchements sont nombreux et les courbes fréquentes. Un accident de locomotive ne produit pas de si grandes perturbations que l'arrêt d'un treuil qui peut, dans certains cas, immobiliser la traction, sinon complètement, au moins en grande

partie. Les prix d'installation sont plus élevés pour la traction par locomotive que pour celle par câble ou par chaîne.

**Traction funiculaire.** — Notre figure 173 représente un système de treuil électrique construit par la Compagnie Thomson-Houston et spécialement disposé pour la traction des wagonnets dans les mines. Dans ce modèle le tambour, le moteur et le contrôleur servant à la mise en marche et au réglage de la vitesse, sont disposés sur le même bâti. Les résistances de réglage sont, le plus souvent, logées en dehors et à une certaine distance du treuil de manière

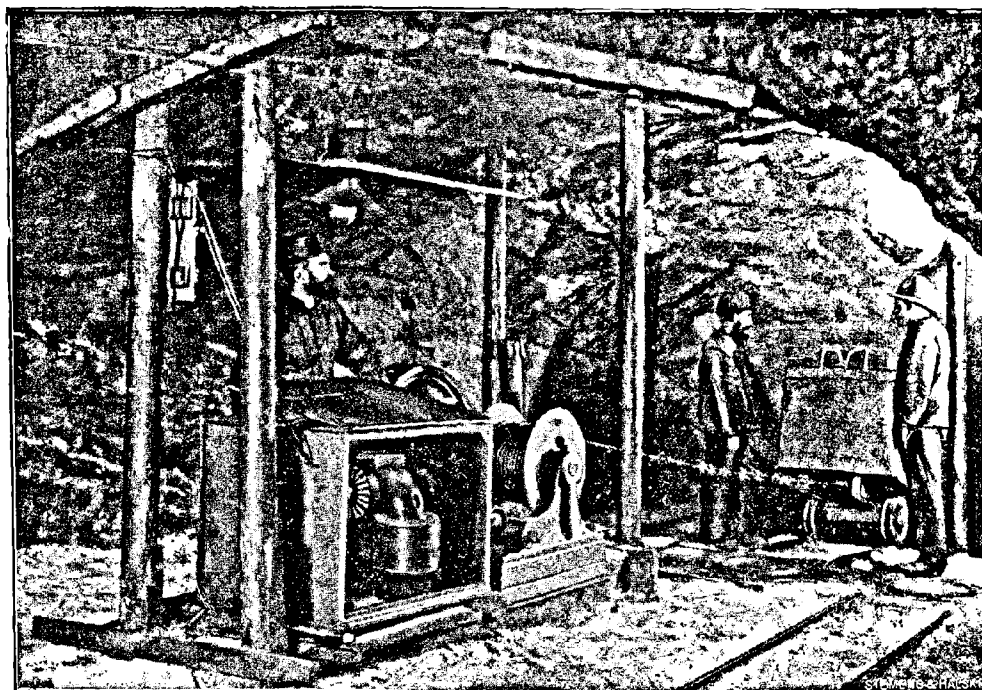


Fig. 175. — Treuil à commande électrique Siemens et Halske fonctionnant aux mines d'Aschersleben.

que la chaleur qu'elles émettent par rayonnement ne puisse gêner le conducteur de la machine; toutefois, dans les types de petites dimensions, il est quelquefois plus commode de ne faire qu'un tout de l'ensemble et dans ce cas les résistances sont fixées sur la base du treuil. Le tambour de friction est perfectionné, il est fou sur l'arbre et vient en contact avec un double cône de friction par l'action d'une vis, d'une tige et d'un levier lui communiquant un petit mouvement longitudinal. Ces organes sont enfermés dans une boîte étanche remplie d'huile, de manière à diminuer leur frottement, réduire l'usure et augmenter le rendement du treuil. Le frein à bande est du type différentiel; il est pourvu de sabots en bois qui peuvent être facilement remplacés quand ils sont usés et d'un système très simple permettant de rattraper le jeu. Le moteur est complètement renfermé dans une boîte en fonte; il est donc totalement à l'abri de l'eau et de la poussière. C'est d'ailleurs le type ordinaire de moteur de tramways employé par la Compagnie Thomson-Houston. Le train d'engrenages reliant le moteur et l'arbre intermédiaire est à dents taillées; celui du tambour est fondu, son roulement est très doux et sans jeu, il est protégé par une tôle de recouvrement. Le contrôleur servant à la mise en marche, au réglage de la vitesse et à l'arrêt, est également du type tramway; il est monté sur le socle de manière à être facilement manœuvré par l'opérateur,



et est muni d'un commutateur de renversement. Les leviers du cône de friction et du frein sont montés sur des quadrants à encoches et sont munis de manettes de sûreté. Ces treuils sont établis pour 250 ou 500 volts à volonté et se construisent pour des puissances de 6 à 100 chevaux.

La maison Siemens et Halske a réalisé, dans un grand nombre de mines, des installations de traction des wagonnets par chaînes ou par câbles s'enroulant sur des treuils; nous allons rapidement passer en revue quelques-unes de ces intéressantes installations.

Notre figure 174 montre comment peut s'opérer la traction des wagonnets sur un plan incliné à l'aide d'un treuil électrique; le treuil est installé sur un châssis en bois fixé au sol et à la voûte par

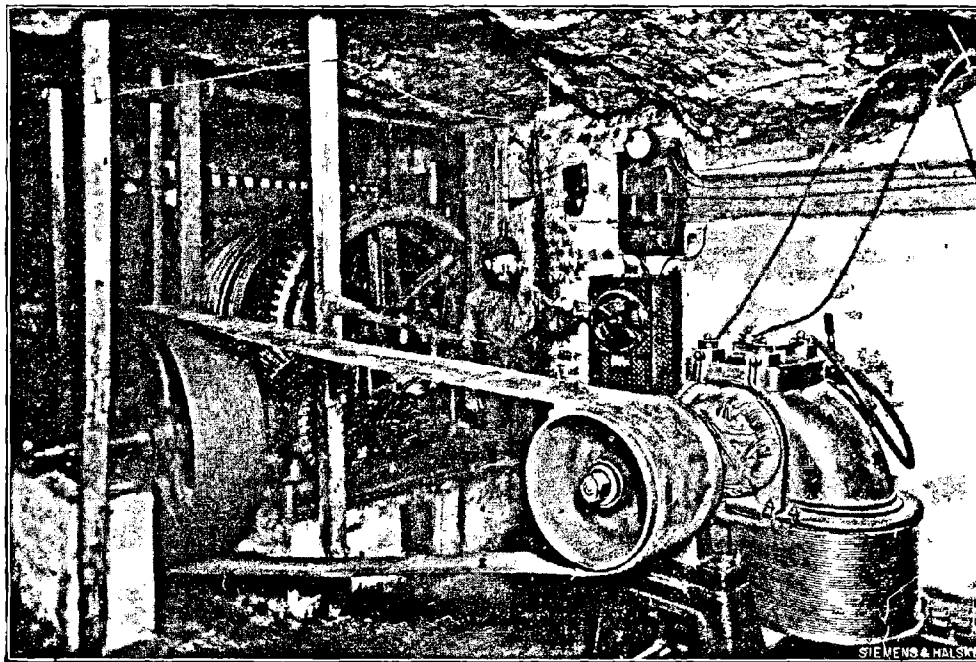


Fig. 176. — Treuil à commande électrique Siemens et Halske fonctionnant dans les mines d'Aschersleben.

trois poteaux [verticaux, de telle sorte] que [l'installation est facilement démontable et peut être rapidement transportée et remontée dans un autre endroit; une caisse protectrice entoure l'électromoteur qui tourne toujours dans le même sens, le renversement de marche ayant lieu mécaniquement au moyen d'un accouplement spécial. Deux câbles s'enroulent en sens inverse sur le tambour de telle sorte que lorsqu'un wagon plein attaché à l'un de ces câbles monte, le wagon vide attaché à l'autre descend. Cette installation fonctionne depuis plusieurs années aux mines d'Aschersleben.

Une installation analogue, réalisée également aux mines d'Aschersleben, est représentée par la gravure 175; le treuil d'une construction identique à celui de la figure précédente, opère également la traction des wagonnets sur un plan incliné. Pour obtenir une grande stabilité, le socle supportant l'appareil est assujéti solidement à la voûte par quatre poutres de bois; on utilise également le courant électrique pour l'alimentation d'une lampe à incandescence qui éclaire l'endroit où se trouve disposé le treuil.

Dans notre figure 143, page 133, la disposition est un peu différente, les tambours du treuil au nombre de deux, sont disposés à la partie supérieure pour laisser dessous la place suffisante pour le passage des wagonnets; la commande du treuil par l'électromoteur se fait au moyen d'une trans-

mission par courroie et engrenages ; le moteur est placé sur le côté et séparé de la voie par une cloison de planches. Les deux tambours du treuil tournent dans le même sens, mais, comme ils reçoivent chacun un câble s'enroulant en sens inverse, les wagonnets, reliés à chacun de ces câbles, se meuvent également en sens inverse et, comme ils se trouvent sur un plan incliné, pendant que l'un monte, l'autre descend, de telle sorte que le poids du wagon vide est utilisé pour soulager le moteur. Les conducteurs que l'on voit le long de la voûte dans cette figure sont destinés à alimenter le treuil en question, ainsi que plusieurs autres situés plus loin. Comme nous l'avons dit

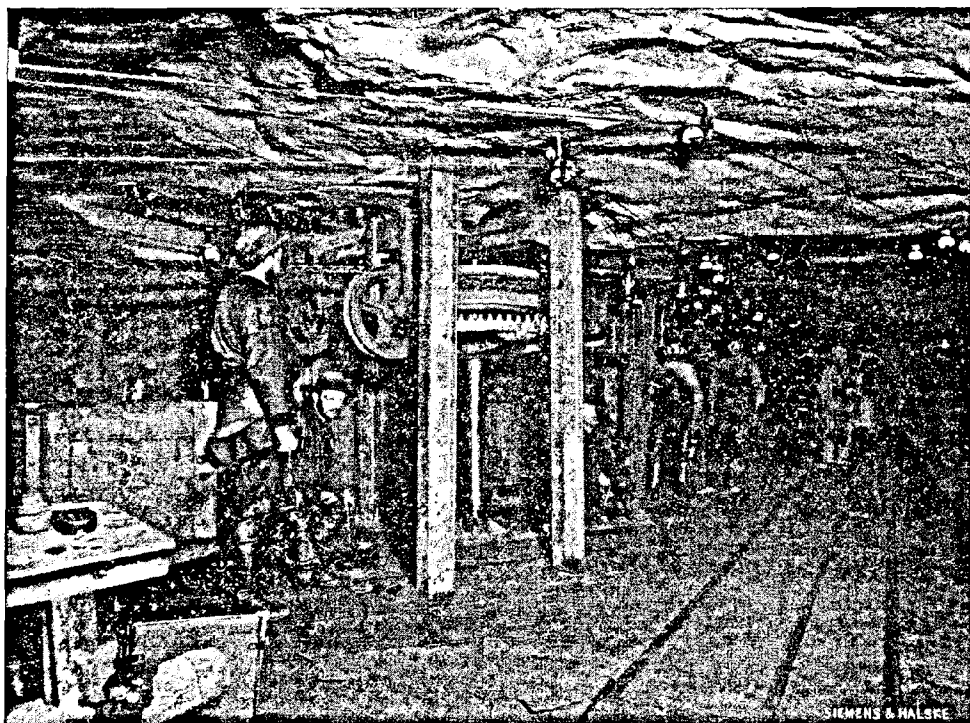


Fig 177. — Traction par chaîne commandée électriquement système Siemens et Halske. Mines de Nürschan, près Pilsen.

plus haut, c'est dans les mines de Nürschan, près de Pilsen, que cette intéressante installation fut réalisée.

Le treuil de la figure 176, installé dans les mines d'Aschersleben, est d'une puissance de 40 chevaux ; il se trouve situé au sommet d'un plan très incliné et est commandé par son électromoteur au moyen d'une courroie et d'un train d'engrenages d'angle ; deux engrenages coniques, disposés en sens inverse peuvent être tour à tour embrayés avec le pignon placé sur l'arbre intermédiaire que commande par courroie le moteur ; on peut ainsi obtenir le renversement de marche du tambour du treuil. On distingue, le long de la paroi de la galerie les conducteurs amenant le courant, l'interrupteur, le rhéostat de mise en marche et un ampèremètre indiquant la consommation du moteur.

La figure 177 représente une installation de traction par chaîne réalisée dans les mines de Nürschan, près de Pilsen ; ici, la chaîne ne s'enroule pas sur un tambour comme les câbles des exemples précédents ; c'est une chaîne sans fin qui est supportée par une série de poulies et se trouve entraînée par un tambour commandé par l'électromoteur à l'aide d'un réducteur de vitesse

par engrenages ; les wagonnets sont attachés à cette chaîne et entraînés dans son mouvement. Par mesure de commodité, tous les organes mobiles ont été disposés à la partie supérieure ; et seul, l'axe du tambour et quelques supports arrivent jusqu'au sol. On distingue, le long de la voûte, les isolateurs de porcelaine supportant les conducteurs électriques.

La commande par chaîne, que représente la figure 178, est un peu différente ; les deux brins de la chaîne d'entraînement sont disposés dans un plan vertical ; le tambour d'entraînement est actionné, à l'aide d'une courroie et d'une paire d'engrenages, par un moteur électrique de 35 chevaux ; un système spécial, que l'on distingue parfaitement sur la gravure, permet d'obtenir une

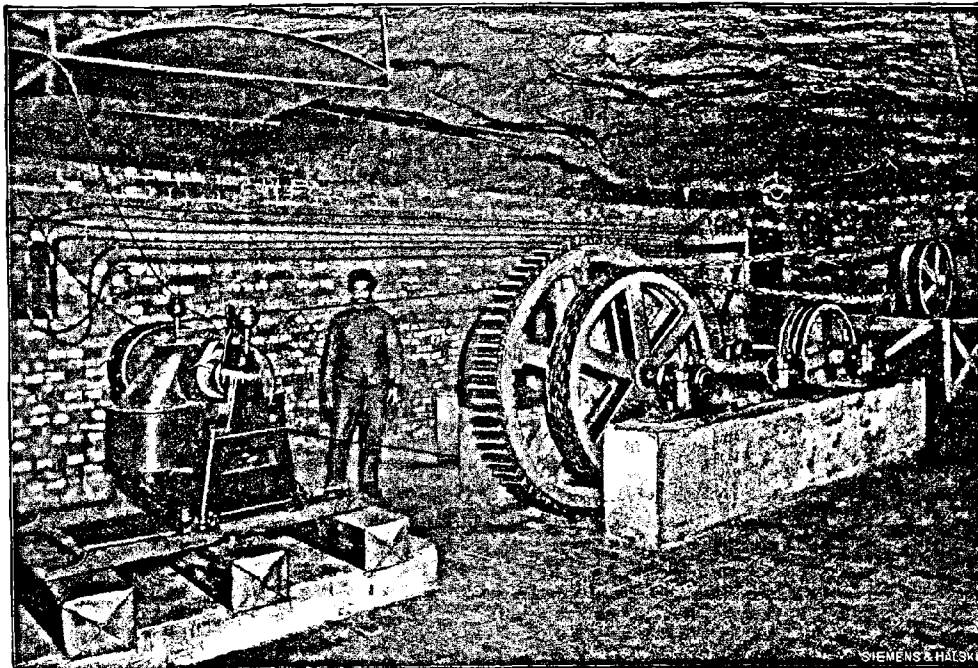


Fig. 178. — Traction par chaîne commandée électriquement, système Siemens et Halske. Mines d'Aschersleben.

bonne tension constante de la chaîne ; le moteur est protégé contre le suintement de l'eau par un léger toit de tôle placé sous la voûte. C'est dans les mines d'Aschersleben que cette dernière installation a été réalisée.

**Traction par locomotives.** — Quant aux locomotives destinées à remorquer les convois de wagonnets dans les galeries souterraines, elles doivent naturellement remplir certaines conditions ; il est nécessaire que leurs dimensions soient assez restreintes pour permettre leur passage dans les galeries les plus étroites en laissant un passage suffisant pour éviter les accidents ; tous leurs organes doivent, par conséquent, se trouver ramasser dans un petit espace. L'écartement des essieux doit être assez faible pour permettre l'inscription dans des courbes de faible diamètre ; la vitesse de marche ne doit pas être trop considérable et des freins puissants doivent rendre possible l'arrêt immédiat en cas de besoin.

La figure 179 représente une de ces locomotives électriques, spécialement disposée pour la traction dans les galeries des mines et construite par la société Gramme. Cette locomotive, en tôles rivées, est montée sur deux essieux actionnés par l'électromoteur au moyen d'engrenages. Le

courant parvient au moteur disposé à l'intérieur par un trolley roulant sur des conducteurs fixés à la voûte par des consoles isolées. La mise en marche, l'arrêt et le changement de marche se font par la manœuvre d'un seul commutateur ; une lampe à incandescence, disposée à l'avant et branchée sur le circuit, éclaire la voie. Un double frein à sabot très puissant, visible sur notre figure, peut s'appliquer sur la jante des roues et provoquer un arrêt rapide. Cette locomotive est bien étudiée et peut rendre de grands services dans les exploitations minières. Ce procédé de halage a d'ailleurs reçu la sanction de l'expérience, car plusieurs mines l'ont adopté dans le cours de ces dernières années.

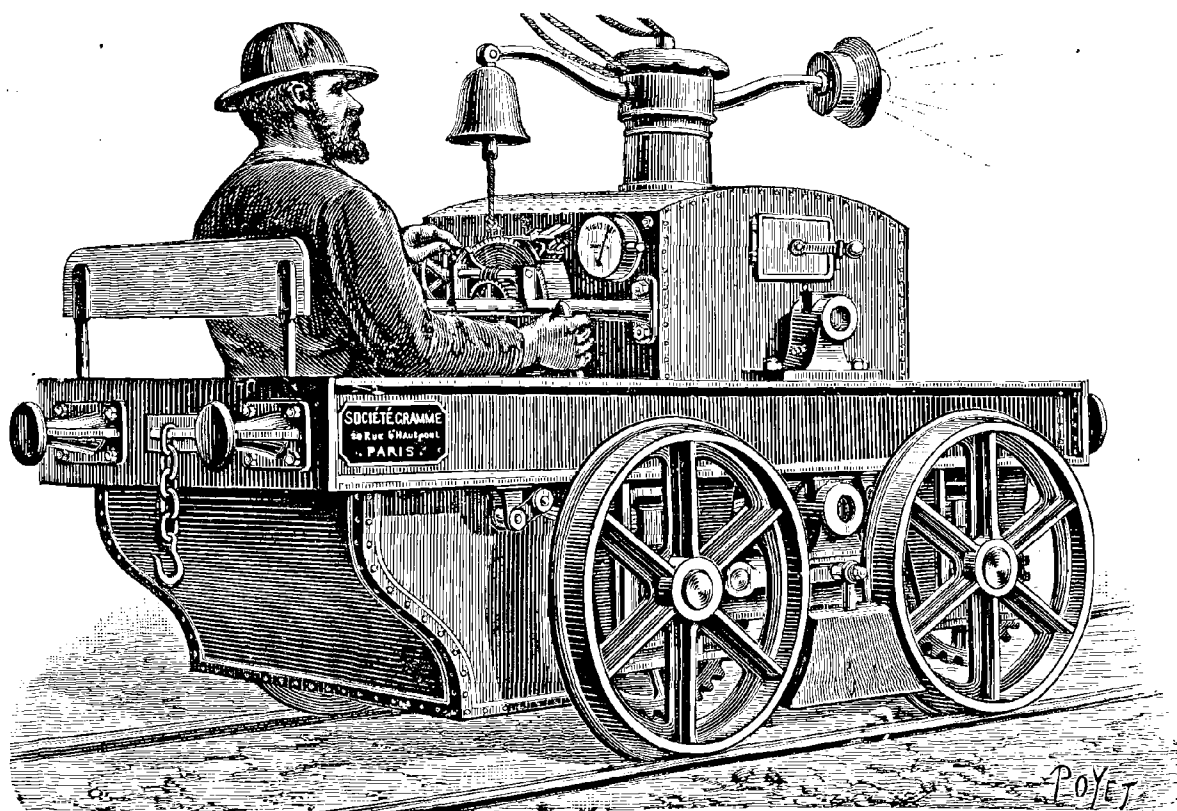


Fig. 179. — Locomotive électrique de la Société Gramme spécialement disposée pour la traction dans les mines.

Convaincue de l'économie que procure sur la traction animale la traction électrique, la *Pittsburgh and lake Angeline Iron Mining Company* (Etats-Unis) a installé, dans son exploitation, des locomotives électriques système Thomson-Houston. En 1896, une usine génératrice fut construite à la surface de la mine et une machine à vapeur Reynolds-Corliss fut établie pour mettre en mouvement une génératrice bipolaire Thomson-Houston, de 500 volts. Des câbles armés furent descendus dans la mine, soutenus par des isolateurs de porcelaine et reliés au fil de trolley et à la voie à la manière usuelle. L'installation de halage comprend deux locomotives de la Compagnie Thomson-Houston, pourvues chacune de deux moteurs. Ces locomotives peuvent développer un effort de traction de 680 kilogrammes chacune, à une vitesse de 10 à 12 kilomètres à l'heure. Les moteurs sont du type cuirassé. La voie est à l'écartement de 762 millimètres. Les figures 180 et 181 sont des reproductions de photographies prises dans la mine. La longueur de halage est un peu courte pour un bon service de locomotives, la distance variant de 180 à 500 mètres. La rampe est

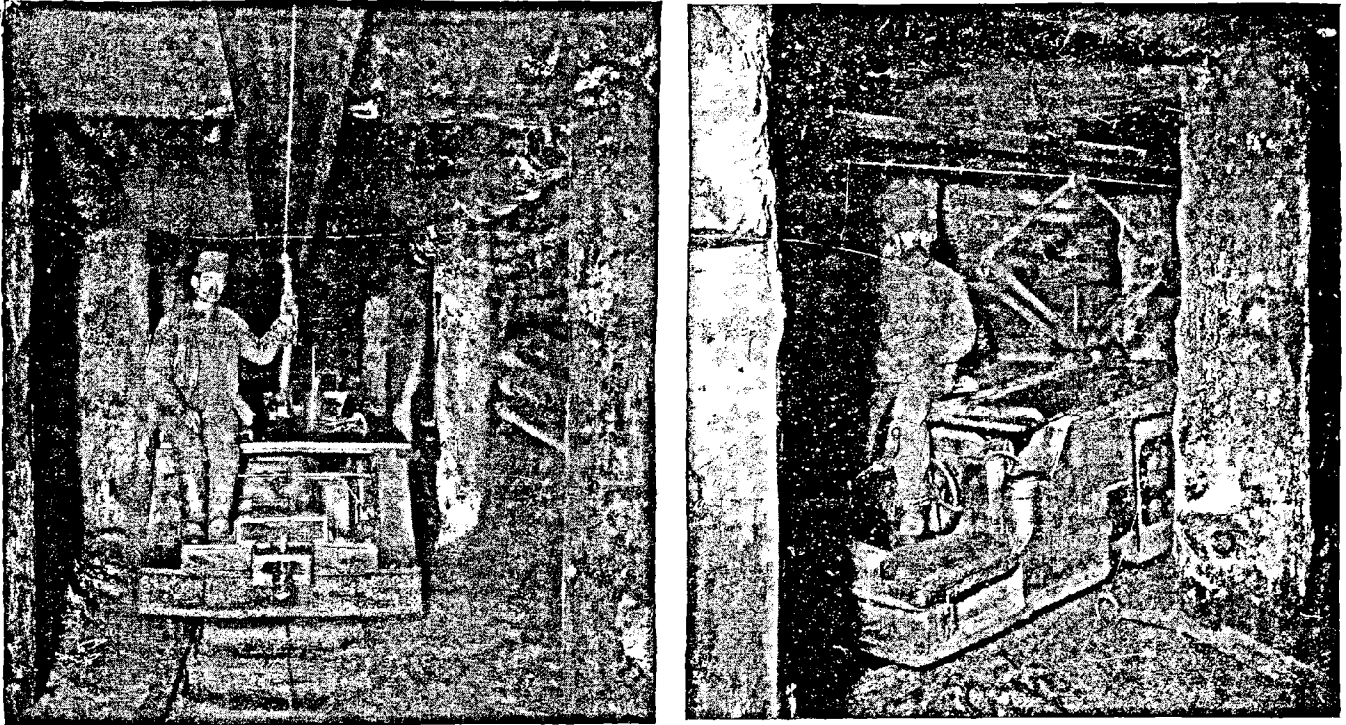


Fig. 180 et 181 — Locomotives électriques Thomson-Houston. Mines du Michigan.

de 0,6 % en faveur des wagons chargés, et les courbes sont brusques, s'abaissant à 4 mètres de rayon. Il n'y a eu aucun arrêt sérieux depuis la mise en marche de l'installation. Le coût actuel du halage dans les conditions présentes de travail, qui ne sont pas à la hauteur de la capacité des locomotives, s'élève à 10 centimes par tonne, huile, pertes et réparations incluses. Ce prix comprend, en outre, le transport des poutres pour le boisage, mais non l'amortissement du capital d'installation.

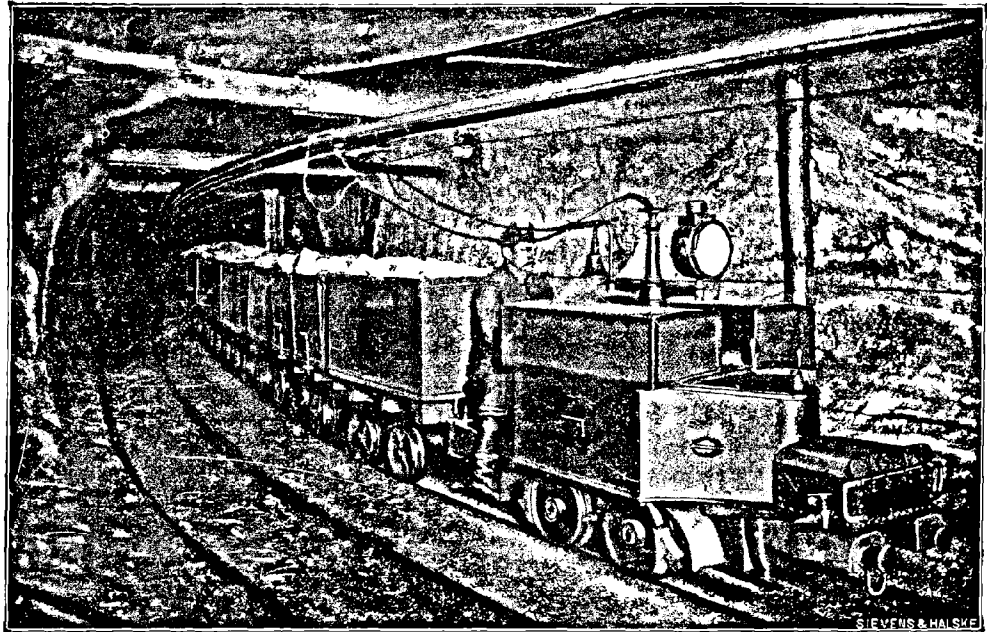


Fig. 182.— Locomotive électrique Siemens et Halske fonctionnant dans les mines de sel de New-Stassfurt.

La maison Siemens et Halske a également étudié une locomotive électrique spécialement disposée pour la traction dans les mines et représentée par la figure 182. Le moteur est à courant continu et développe 15 chevaux ; le courant lui parvient par des conducteurs rigides fixés par des isolateurs à la voûte de la galerie et sur lesquels glissent deux patins de contact reliés à la locomotive par des fils souples. Cette locomotive fonctionne dans les mines de sel de New-Stassfurt.

La Compagnie Thomson-Houston a établi une série de types de locomotives électriques spécialement destinées à la traction dans les mines et présentant des dispositions particulièrement intéressantes. Les gravures 183 à 191 représentent quelques-uns de ces types de locomotives les plus usuels. Ces locomotives ont été étudiées de manière à remplir les conditions suivantes :

1° *Encombrement aussi faible que possible.* — Les voies ferrées minières n'ont, en effet, qu'une très faible largeur, leur gabarit est souvent inférieur à 0<sup>m</sup>,75, à cause de l'étroitesse de certaines galeries ; et la locomotive doit, en outre, être construite de manière à pouvoir circuler dans les galeries très basses.

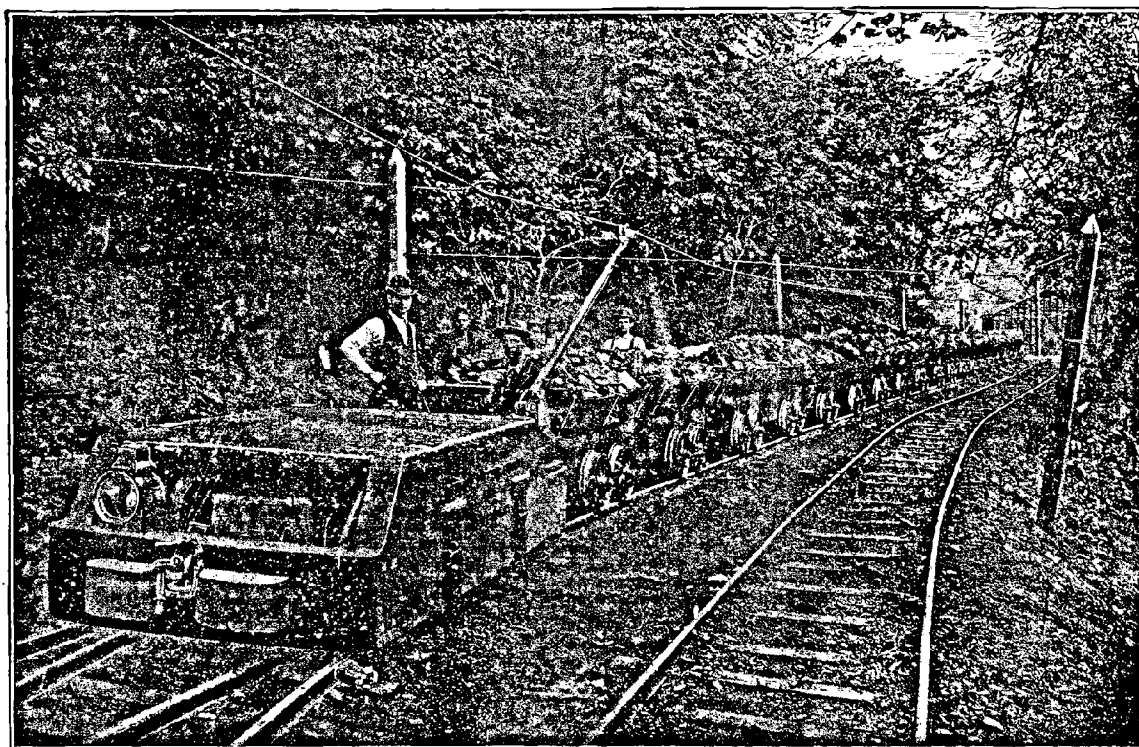


Fig. 183. — Locomotive électrique Thomson-Houston remorquant un train de charbon.

2° *Grande simplicité de construction.* — Les locomotives de mines doivent, étant données les conditions de leur fonctionnement et les endroits où elles peuvent être mises en service, être aussi simples que possible, de manière à rendre les réparations faciles et surtout rapides.

3° *Grande solidité.* — Souvent manœuvrées par des mains ignorantes ou malhabiles, ces locomotives sont exposées, en raison même du travail qu'elles sont appelées à faire, à des chocs répétés qu'elles doivent pouvoir supporter sans inconvénients. Les réparations doivent donc, non seulement pouvoir être faites très commodément, mais être surtout aussi rares que possible.

4° *Dépenses faibles.* — Tant pour la traction que pour l'entretien et les réparations, les



dépenses doivent être réduites au minimum. L'avantage de l'application de l'électricité aux transports miniers réside, en effet, non seulement dans le maniement facile et commode des machines, mais encore et surtout dans l'économie très sensible qui résulte de leur emploi.

Or, ces conditions que nous venons d'énumérer, sont amplement réalisées par les locomotives Thomson-Houston. Ces locomotives, en effet, ne surplombent pas la voie plus que les wagonnets en usage dans les mines; elle est même généralement plus basse que ces derniers.

Le contrôleur et les freins ont un fonctionnement qui offre toute sécurité et ils sont disposés et groupés, ainsi que le commutateur de changement de marche et les leviers des sablières, à portée de la main du mécanicien.

Les moteurs sont complètement enfermés dans une enveloppe en acier, à l'abri de la poussière et de l'humidité et ils ont été perfectionnés d'après les résultats d'une longue expérience dans le halage électrique.

Le trolley est placé sur l'un des côtés de la locomotive, de sorte que le fil de contact n'est pas situé dans l'axe de la voie où il pourrait être gênant. Le trolley suit très aisément le fil et il est à la portée du mécanicien. Quand le retour du courant ne peut se faire par les rails, on place un trolley sur chaque longeron de la locomotive; les deux fils de contact sont donc aussi placés sur les côtés de la voie, dans des conduits en bois et tout contact entre eux, par suite tout court-circuit, est impossible.

Nous allons maintenant décrire les diverses parties de ces locomotives de mines; nous donnerons ensuite quelques renseignements sur leur exploitation.

Le bâti est essentiellement constitué par deux longerons en fonte massive, boulonnés à deux traverses de têtes et reposant, par le moyen de ressorts à boudin en acier sur les boîtes à graisse. Ce bâti protège complètement le mécanisme intérieur de la locomotive et il est assez lourd et résistant pour rendre pratiquement impossible toute détérioration pouvant provenir des chocs qu'elle est appelée à subir.

Les deux longerons du châssis sont évidés en certains points pour recevoir les boîtes à graisse, les ressorts de suspension, les sablières et la perche de trolley. Aux extrémités se trouvent les butoirs et les chapes d'attelage. Pour les petites locomotives, il est préférable que les butoirs soient en bois.

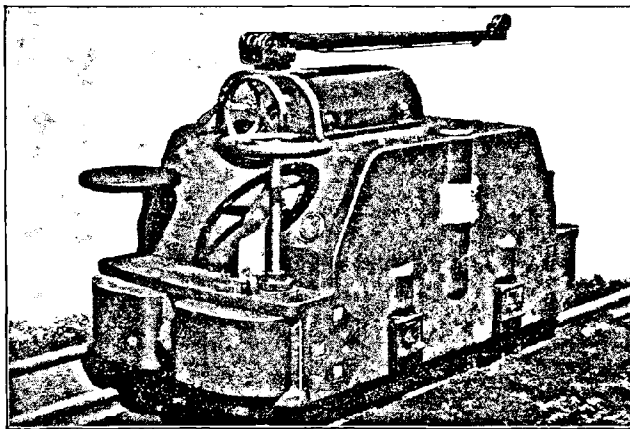


Fig. 184. — Locomotive électrique Thomson-Houston type de 5 chevaux

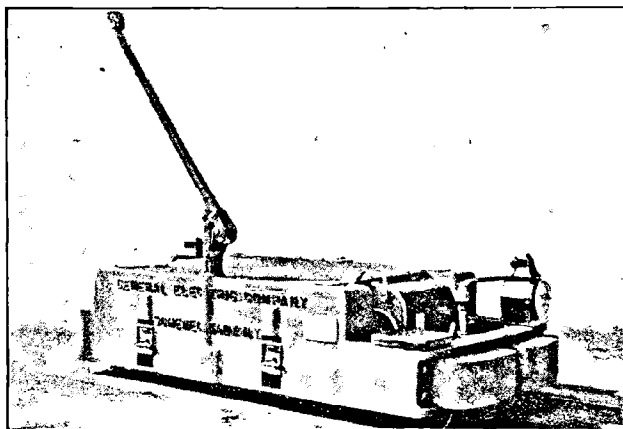


Fig. 185. — Locomotive électrique Thomson-Houston de 10 chevaux.

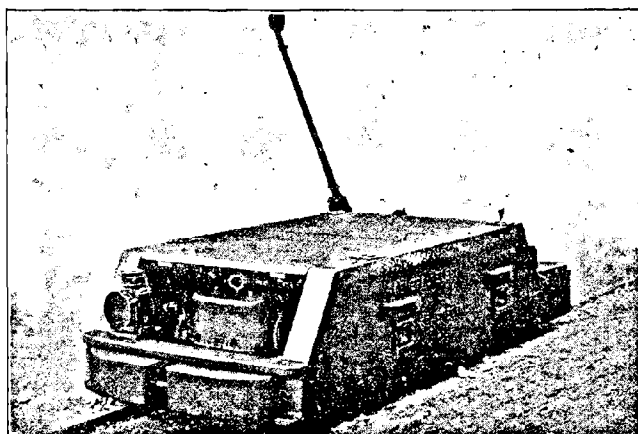
Les boîtes à graisse sont de même forme ou à peu près et offrent les mêmes particularités que

celles en usage sur les voitures de tramways; elles possèdent des garnitures amovibles en bronze et la cavité destinée à recevoir l'huile à graisser est remplie de déchets de coton.

Les roues sont du modèle ordinaire, avec boudins en fonte à coquille; elles sont clavetées sur les essieux.

Toutes les locomotives sont munies de freins à sabots agissant sur les quatre roues.

Sur les locomotives de 5 et de 10 chevaux les freins sont manœuvrés par l'intermédiaire d'une manivelle à cliquet;



186. — Locomotive électrique Thomson-Houston de 15 chevaux. sur les locomotives plus puissantes, par l'intermédiaire d'un levier.

Les sabots de frein sont disposés de manière à entrer rapidement en action, et grâce à un dispositif spécial, il suffit d'un très léger effort pour produire un serrage énergique.

Toutes les locomotives capables d'un effort de traction de plus de 225 kilogrammes ont été munies de quatre sablières. Ces dernières sont manœuvrées deux par deux au moyen de deux leviers, l'un servant pour la marche avant, l'autre pour la marche arrière. Les tuyaux qui amènent le sable

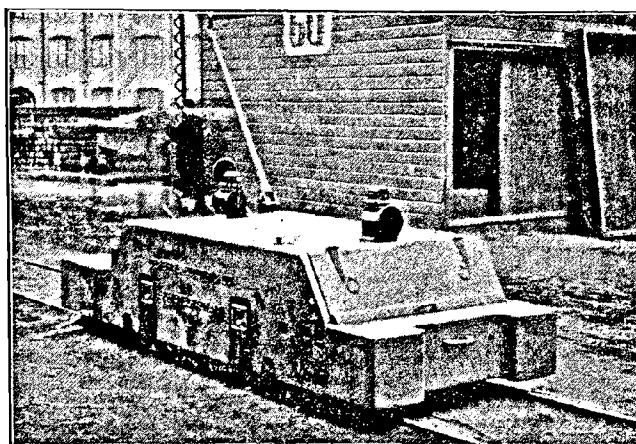


Fig. 187. — Locomotive électrique Thomson-Houston type de 25 chevaux.

sous les roues sont droits, de manière à ne pas rester obstrués par des grains de sable.

Le contrôleur est du type Thomson-Houston bien connu, en usage sur les tramways. Il n'occupe sur la machine qu'un très faible espace et il reste facilement accessible de tous côtés. Il est pourvu d'un souffleur magnétique qui rend impossible toute destruction par formation d'un arc. Toutes les parties de cet appareil sujettes à usure sont interchangeableables et peuvent être très facilement remplacées. Le contrôleur est disposé de manière à permettre, en cas de besoin urgent, le freinage électrique de la locomotive.

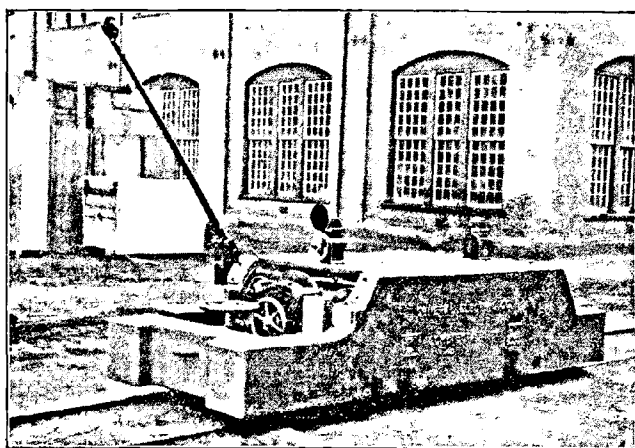


Fig. 188. — Locomotive électrique Thomson-Houston type de 25 chevaux.



Enfin, sur le contrôleur même, et près de la manette des changements de vitesse, se trouve le commutateur de changement de marche.

Le rhéostat est constitué par des lames de tôle de fer complètement enfermées dans des feuilles d'amiante et montées sur porcelaine réfractaire; cet appareil est donc absolument incombustible.

Toutefois sa capacité a été calculée pour qu'il ne puisse, dans des conditions normales de fonctionnement, donner lieu à une chaleur excessive. Il offre donc toute sécurité.

Le trolley consiste généralement, comme pour les voitures de tramways, en une poulie à gorge montée sur une perche complètement isolée et légèrement pressée sur ou plutôt sous le fil de contact par un ressort à spirale.

Le trolley peut être monté indifféremment sur l'un ou l'autre des côtés de la locomotive; à cet effet, toutes ces locomotives sont munies de deux douilles placées sur les longerons du châssis. Le montage du trolley sur l'une des douilles le met automatiquement en connexion avec les câbles d'amenée du courant aux moteurs.

Le trolley, enfin, est construit de manière à pouvoir pivoter librement autour de son point d'attache, tant dans le sens latéral que dans le sens vertical, pour suivre les méandres du fil d'alimentation.

Quelques-unes de ces locomotives sont munies d'un trolley tout spécial: la roulette, au lieu d'être montée sur une perche, est portée par une sorte de parallélogramme articulé (fig. 190), qui permet de faire marcher la locomotive dans les deux sens, avant ou arrière, sans qu'il soit nécessaire de toucher au trolley. Ce bras de trolley s'adapte de lui-même aux différentes hauteurs du fil de contact et permet de placer ce dernier à des hauteurs dont la différence peut être très grande. En outre, si par quelque accident, le trolley rencontrait sur sa route un obstacle, le bras s'aplatirait de lui-même sur le côté de la locomotive, sans aucune avarie.

Parfois le fil de trolley peut être non seulement tendu à des hauteurs différentes, mais encore obligé de suivre les ressauts brusques des galeries; dans ce cas, la prise de courant, au lieu de se faire par le moyen d'une roulette à gorge est constituée par un rouleau métallique, maintenu entre deux parallélogrammes articulés semblables à celui que nous venons de décrire.

Il faut remarquer, toutefois, que cette disposition empêche, de même que le système à

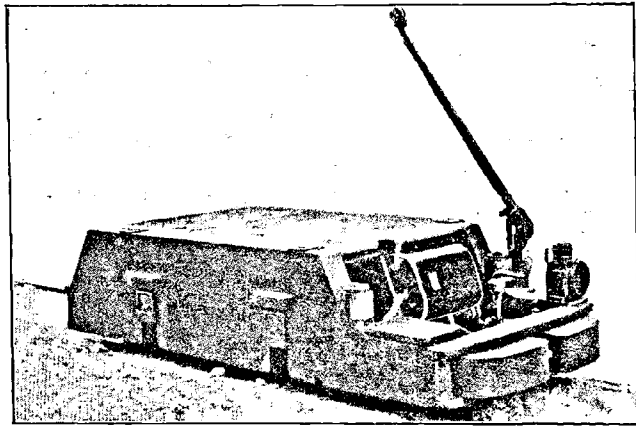


Fig. 189. — Locomotive électrique de 15 chevaux, en service aux mines de fer du Michigan.

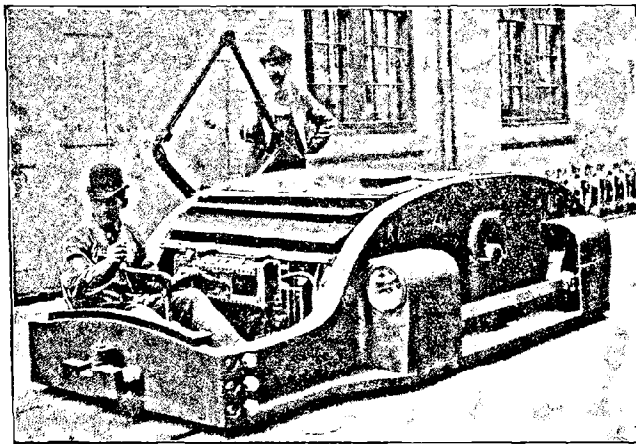


Fig. 190. — Locomotive de 120 chevaux, en service à Forest City.

archet, de placer le fil de contact dans une gouttière en bois, ce qui peut être, en certaines circonstances, une cause de dangers.

Les moteurs montés sur ces locomotives électriques de mines sont du type ordinaire cuirassé et analogues aux moteurs de tramways.

Ils sont complètement enfermés dans une carcasse en acier hermétiquement close qui protège les parties mobiles contre toute détérioration. Cette carcasse s'ouvre en deux parties pour l'inspection facile de tous les organes du moteur. Les balais sont en charbon et il n'y a aucune production d'étincelles sur le collecteur ; ce dernier peut être fréquemment et rapidement vérifié grâce à l'ouverture ménagée au-dessus de lui dans le bâti supérieur.

La vitesse de l'armature est très faible et ne donne lieu par suite qu'à une simple réduction de vitesse. Les engrenages en acier sont complètement enfermés dans une boîte remplie d'huile.

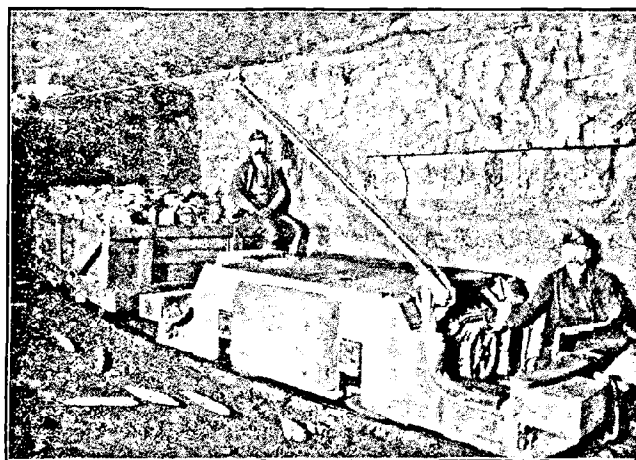


Fig. 191. — Locomotive électrique de 15 chevaux.  
Mines de charbon de la « Lookout Coal Co ».

Telles sont dans leurs parties essentielles, les principales données de ces locomotives de mines. Ces données forment d'ailleurs la base sur laquelle sont étudiés tous ces types de locomotives ; quant aux détails et aux particularités, ils varient essentiellement avec la nature des installations.

Nous ne pouvons mieux faire, maintenant, que de donner quelques chiffres sur l'emploi de ces locomotives, chiffres qui nous démontreront la supériorité de la traction électrique sur la traction animale dans les mines.

Il est assez difficile d'obtenir des exploitations minières qu'elles donnent des renseignements sur leurs prix de revient ; cependant nous avons pu réussir à nous procurer des chiffres assez intéressants sur le coût du halage électrique dans un certain nombre de mines qui emploient le matériel Thomson-Houston ; nous en donnons quelques exemples choisis parmi les installations les plus anciennes, de façon à indiquer des chiffres exacts et précis.

**Halage électrique dans une mine de fer du Michigan.** — La traction est faite par deux locomotives du type de 15 chevaux équipées chacune de deux moteurs ; ces locomotives peuvent développer un effort de traction de 680 kilogrammes à une vitesse de 10 à 12,5 kilomètres à l'heure. La longueur du halage varie de 75 à 425 mètres, avec une rampe de 7 millimètres par mètre qui doit être franchie par les wagonnets chargés ; les courbes sont de très faible rayon.

Le coût du halage électrique, pour le travail actuel qui est bien au-dessous de la capacité

des locomotives est de 10 centimes par tonne, en y comprenant le graissage, l'usure et les réparations.

**Halage électrique à Forest City, houillère n° 2.** — La distribution du courant se fait dans cette mine à 220 volts.

L'installation comprend :

1° Deux locomotives de 120 chevaux, dont les données sont les suivantes :

Effort de traction. . . . .	2.200 kilogrammes.	
Poids . . . . .	10.000 —	
Dimensions. . . . .	} Longueur 3 <sup>m</sup> ,75	
		} Largeur 1 <sup>m</sup> ,85

2° Une locomotive de 15 chevaux :

Effort de traction . . . . .	680 kilogrammes	
Poids . . . . .	4.080 —	
Dimensions. . . . .	} Longueur 3 <sup>m</sup> ,45	
		} Largeur 1 <sup>m</sup> ,45

La largeur de la voie ferrée est de 0<sup>m</sup>,91 et le poids des rails de 22 kilogrammes au mètre. La voie est très accidentée et les pentes varient de 4 à 7 millimètres par mètre. La traction s'opérait auparavant au moyen de mules.

Voici les résultats obtenus depuis l'application de la traction électrique :

En 1892, la production journalière a augmenté de 14 %, tandis que le prix du transport tombait de 0 fr. 124 à 0 fr. 091 par tonne.

En 1893, la production journalière a augmenté de 25 0/0, tandis que le coût du transport par tonne diminuait encore et se trouvait réduit à 0 fr. 071 ; la réduction du prix de revient est donc de 43 0/0.

Chacune des locomotives de 120 chevaux remorque par voyage 15 wagonnets chargés, soit un tonnage brut de 43.650 kilogrammes et un tonnage utile de 30.750 kilogrammes. Chaque locomotive est capable de remorquer un train d'importance double.

La vitesse moyenne réalisée est de 12.800 mètres à l'heure.

Afin de permettre d'établir une comparaison très exacte entre les prix de revient du halage électrique et du halage par mules, nous allons entrer plus avant dans le détail des dépenses effectuées pour chacun de ces deux systèmes de halage.

Les chiffres des dépenses qui suivent se rapportent non à la journée réelle, c'est-à-dire au quotient des dépenses annuelles par 365, mais à la journée effective de travail, c'est-à-dire qu'on a divisé le chiffre des dépenses annuelles faites par catégorie par le nombre de jours de travail effectifs de l'année, nombre qui a été évalué à 200 jours par an, en moyenne.

Le chiffre d'entretien des mules, évalué à 2 fr. 50 par jour de travail, comprend la nourriture, les soins, le vétérinaire, le ferrage, le harnachement et la mortalité.

Pour le matériel électrique l'amortissement est compté à raison de 5 0/0.

**Halage aux houillères de « Grenn Ridge ».** — L'installation électrique de cette mine comprend une génératrice de 75 chevaux, actionnée par un moteur de 100 chevaux ; le halage est fait par une locomotive de 6,5 tonnes sur une voie de 1.000 mètres de longueur environ.

Cette locomotive fait en moyenne 20 voyages aller et retour par jour et, à chaque voyage, remorque 8 wagonnets chargés.

Les voûtes des galeries sont très basses ; leur hauteur est au plus de 1<sup>m</sup>,50, et elle est en moyenne de 1<sup>m</sup>,30 seulement.

Voici le prix de revient du halage électrique par tonne transportée :

Frais de premier établissement . . . . .	Fr.	38.500	»
Amortissement par an. . . . .		1.900	»
Soit, par jour de travail, en comptant 200 jours de travail par an . . . . .	Fr.		9,50

Dépenses par jour de travail :

Mécanicien de l'usine . . . . .	Fr.	8,75
Mécanicien de la locomotive. . . . .		8,75
Aides . . . . .		8 »
Réparations . . . . .		3,80
Huile, graisse et chiffons. . . . .		1 »
Amortissement . . . . .		9,50
Total. . . . .	Fr.	<u>39,80</u>

Le poids du charbon transporté journalièrement étant de 288 tonnes, le prix de revient du transport par tonne, est donc de . . . . . Fr. 0,138

Voici en parallèle les dépenses par jour de travail du halage par mules :

17 mules à 2 fr. 50 l'une. . . . .	Fr.	42,50
3 hommes à 7 fr. 25. . . . .		21,75
3 hommes à 6 fr. 25. . . . .		18,75
4 aides à 5 francs. . . . .		20 »
Total. . . . .	Fr.	<u>103 »</u>

Soit pour 288 tonnes transportées, un prix de revient par tonne de 0 fr. 357.

Le bénéfice réalisé par l'électricité est donc de 0 fr. 219, correspondant à une économie de 63 fr. 20 par jour de travail ou de 12.640 fr. par an, soit 61 0/0.

La locomotive parcourant en moyenne 48 kilomètres par jour, les frais nécessités par les réparations sont donc d'environ 0 fr. 08 par kilomètre-train.

**Halages aux houillères de la « New-York and Scranton Co ».**— L'installation de cette Compagnie comporte un groupe électrogène de 160 chevaux et une locomotive de 6,5 tonnes fonctionnant sur 1.370 mètres de ligne de trolley.

Le prix de l'installation est de 31.000 francs dont l'amortissement, par journée de travail, suivant le même calcul que ci-dessus, est de 7 fr. 60.

Les dépenses par journée de travail du halage électrique sont :

Mécanicien . . . . .	Fr.	8,75
Aide . . . . .		6,25
Electricien (demi-journée) . . . . .		3,90
Réparations . . . . .		5,15
Huile et chiffons . . . . .		1,20
Amortissement . . . . .		7,60
Total. . . . .	Fr.	<u>32,85</u>

Soit pour 250 tonnes transportées journalièrement, une dépense par tonne de . . Fr. 0,131

D'autre part, les dépenses du halage par mules sont :

14 mules à 2 fr. 50 l'une . . . . .	Fr.	35 »
7 manœuvres à 6 fr. 75. . . . .		47,25
Total. . . . .	Fr.	<u>82,25</u>
Soit par tonne transportée . . . . .	Fr.	0,329
d'où, pour le halage électrique, une économie de . . .		0,198
ce qui représente un bénéfice de 60 0/0.		

**Halages aux mines de « Hillside Coal and Iron Co » à Forest City.** — L'usine d'énergie électrique comprend : 2 génératrices à accouplement direct de 150 kilowatts et 1 génératrice à commande par courroie de 62 kilowatts.

Le halage s'opère :

Au puits n° 2 par :

1 locomotive de 20 tonnes à 8 roues ;
1 — 12 — à un seul moteur ;
1 — 6 —

A Forest City Slope par :

1 locomotive de 12 tonnes à un seul moteur.

Les dépenses par journée de travail du halage électrique sont :

	Puits n° 2	Forest City Slope
Mécanicien de l'usine. . . . .	Fr. 6 »	3 »
Mécaniciens des locomotives . . . . .	21,15	10,55
Aides (manœuvre des freins) . . . . .	16 »	8 »
Electriciens . . . . .	8,35	4,15
Réparations . . . . .	29,75	20,45
Huile, graisse et chiffons . . . . .	1,10	»,70
Amortissement . . . . .	26 »	13 »
Totaux. . . . .	Fr. <u>108,35</u>	<u>59,85</u>
Tonnes transportées par jour . . . . .	989	541
Coût par tonne. . . . .	Fr. 0,109	0,110

S'il fallait effectuer ces transports au moyen de mules, il faudrait compter :

77 mules à 2 fr. 50 . . . . .	Fr.	192,50
34 hommes à 7 fr. 40 . . . . .		251,60
34 conducteurs à 5 fr. 20. . . . .		176,80
2 — à 7 fr. 95. . . . .		15,90
Total. . . . .	Fr.	<u>636,80</u>

Soit pour 1.530 tonnes transportées, un prix de revient par tonne de . . . Fr. 0,416

L'économie réalisée par jour de travail est donc de 488 fr. 60, soit 72 0/0.

Cependant il est à remarquer que ces chiffres manquent un peu d'exactitude, le nombre de jours de chômage de ces mines étant en réalité plus grand que ne l'établit ce calcul.

En fait le puits n° 2 a eu 141 jours 1/4 de travail et Forest City Slope 138 jours 3/4.

Dans ces conditions les dépenses réelles par jour de travail se répartissent comme suit pour le halage électrique :

	Puits n° 2	Forest City Slope
Mécaniciens d'usine . . . . . Fr.	14,20	7,25
Mécaniciens de locomotives. . . . .	46,55	23,80
Aides (manœuvre des freins) . . . . .	18,05	13,15
Electriciens . . . . .	18,40	9,35
Réparations aux moteurs . . . . .	42,10	29,45
Réparations de la ligne. . . . .	2,30	»,15
Réparations aux génératrices . . . . .	3,05	1,50
Chauffeurs . . . . .	12,50	6,30
Huile et chiffons pour les moteurs. . . . .	1,75	1,05
Huile et chiffons pour l'usine . . . . .	3,70	1,85
Amortissement . . . . .	40,85	20,80
Intérêt du capital à 3 %. . . . .	22,05	11,25
Totaux. . . . . Fr.	<u>225,50</u>	<u>125,90</u>
Tonnes de charbon transportées par jour.	989	541
Coût par tonne. . . . . Fr.	0,228	0,232

Si la traction se faisait au moyen de mules, les dépenses par jour de travail, à raison de 12 jours par mois environ, seraient les suivantes :

Au puits n° 2.

Amortissement de 53 mules . . . . . Fr.	36,90
Nourriture (1 fr. 25 par jour) . . . . .	165,60
Ferrage et harnachement. . . . .	7,95
Soins et vétérinaire . . . . .	19,85
48 haleurs et conducteurs. . . . .	<u>302,40</u>
Total. . . . . Fr.	532,70

Soit par tonne 0 fr. 5385.

A Forest City Slope.

Amortissement de 24 mules. . . . . Fr.	16,70
Nourriture . . . . .	75 »
Ferrage et harnachement . . . . .	3,60
Soins et vétérinaire. . . . .	9 »
22 conducteurs, haleurs et manœuvres . . . . .	<u>141,90</u>
Total. . . . . Fr.	246,20

Soit 0 fr. 455 par tonne transportée.

Nous pourrions multiplier ces exemples, mais ceux que l'on vient de lire permettent d'apprécier avec assez d'exactitude l'économie très considérable qui peut résulter de la substitution du halage par locomotives électriques au halage par mules ou par chevaux.

## CHAPITRE SIXIÈME

**PERFORATRICES ET HAVEUSES ÉLECTRIQUES.** — On sait que pour le percement des galeries, l'abatage des roches et du minerai, on emploie fréquemment la force explosive de la poudre ; on commence par percer à l'endroit voulu un trou de mine, on remplit ce trou de poudre et l'on provoque l'explosion de cette poudre ; l'explosion désagrège les roches environnantes qu'il est ensuite facile d'extraire.

Pour percer ces trous de mines destinés à recevoir la charge de poudre on employait autrefois, et l'on emploie d'ailleurs encore fréquemment dans les petites exploitations, une barre d'acier qu'un ouvrier maintenait en la tournant constamment contre la paroi à percer, tandis qu'un second ouvrier frappait à coups redoublés, à l'aide d'une masse, sur la tête de la barre. On comprend facilement que dans ces conditions, et sur-

tout dans les roches dures, la préparation d'une mine demandait un laps de temps très long.

On employa ensuite des machines mues mécaniquement et facilitant considérablement ce travail. On peut diviser ces appareils en trois catégories : les perforatrices rotatives attaquant la roche de la même manière que les mèches des machines à percer transpercent les métaux ; les perforatrices à percussion dont l'outil est animé d'un mouvement de va-et-vient, en même temps que d'un mouvement de rotation et désagrégeant la roche, non plus par le frottement d'une partie

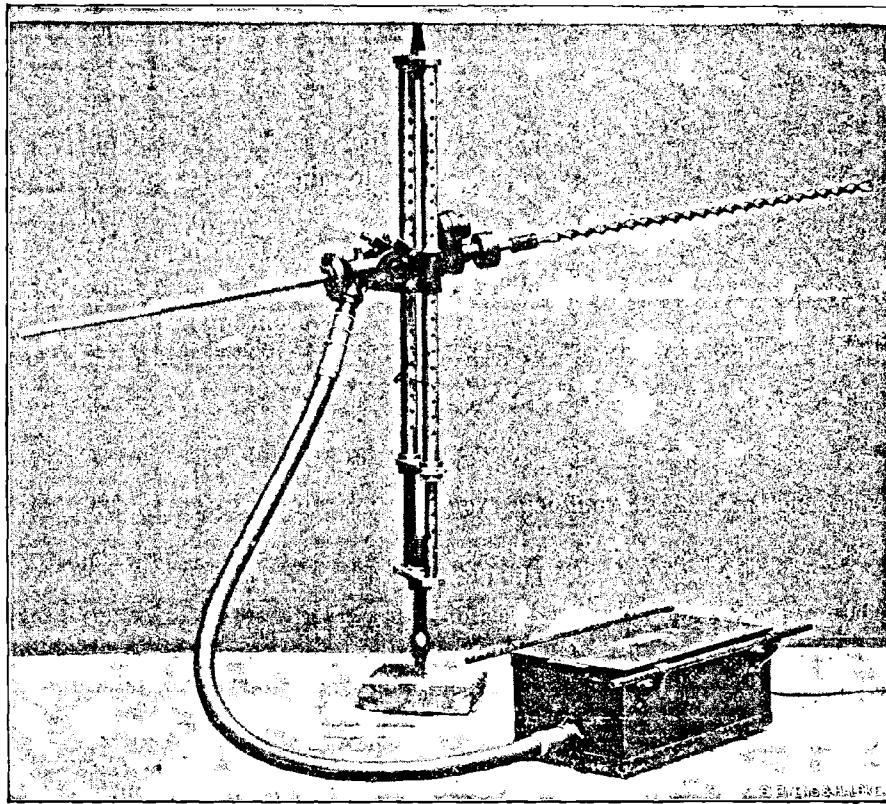


Fig. 192. — Perforatrice rotative électrique Siemens et Halske.

coupanne, mais bien par le choc ; enfin les haveuses qui ne produisent plus un simple trou mais une ouverture rectangulaire, plus ou moins large, et agissent comme une scie par une série de dents ou de couteaux.

Ces différents appareils, et surtout les perforatrices à percussion qui sont les plus usitées, peuvent naturellement être actionnées par une machine motrice quelconque : machine à vapeur, moteur hydraulique ou moteur à air comprimé et, de fait, c'était cette dernière source d'énergie qui, il y a quelque temps, était le plus fréquemment utilisée. Mais là encore l'électricité est venue, pendant ces dernières années, montrer toute sa supériorité, et les exploitations qui l'ont adoptée pour cet usage sont déjà très nombreuses.

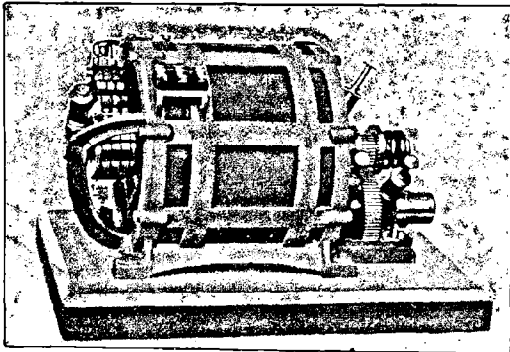


Fig. 194 — Moteur à courants triphasés de la perforatrice Siemens et Halske

d'une tige glissant l'une dans l'autre et pouvant être fixées à la longueur voulue par des goupilles introduites dans des trous correspondants ; on peut ainsi étirer suffisamment l'ensemble pour l'assujettir à l'aide d'une vis de pression placée à la partie inférieure, entre la voûte et le sol ou entre les deux parois latérales d'une galerie ; un simple examen de nos gravures 192, 198 et 199 fait d'ailleurs très nettement comprendre cette disposition. La perceuse glisse sur les colonnettes et peut y être fixée à la hauteur nécessaire également à l'aide de goupilles ; elle est actionnée au moyen d'un flexible, commandant le porte-mèche à l'aide d'une paire d'engrenages d'angle, par un moteur électrique d'un cheval, complètement indépendant et enfermé dans une solide caisse protectrice.

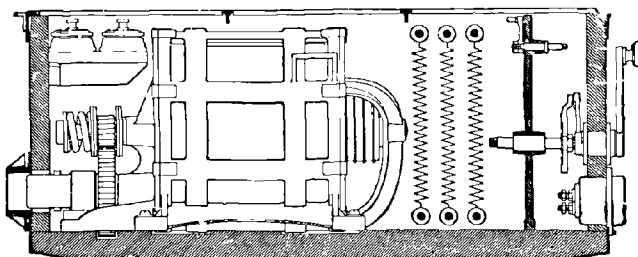


Fig. 196 — Dispositif du moteur à courants triphasés.

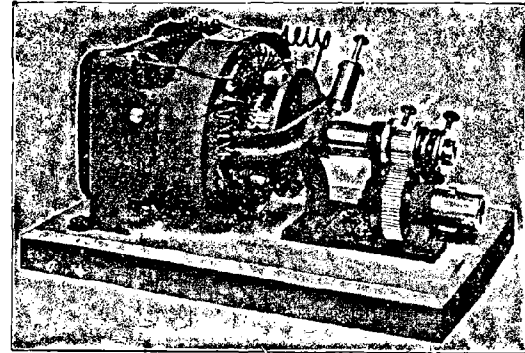


Fig. 193 — Moteur à courant continu de la perforatrice Siemens et Halske

Nous allons examiner successivement différents systèmes de commande électrique de ces appareils.

**Perforatrices rotatives.** — Ce genre de perforatrices n'est employé que pour percer les trous de mines dans les roches tendres.

La maison Siemens et Halske construit une perforatrice rotative représentée par la figure 192 et présentant plusieurs dispositions originales. La perforatrice proprement dite est supportée par deux colonnettes extensibles constituées chacune d'un tube et

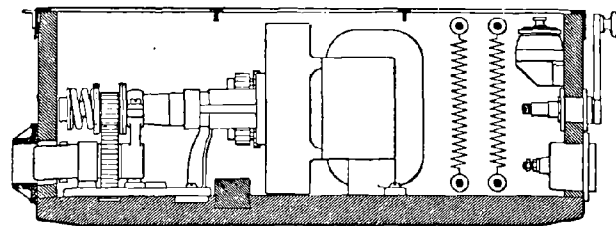


Fig. 195 — Dispositif du moteur à courant continu.

entre les deux parois latérales d'une galerie ; un simple examen de nos gravures 192, 198 et 199 fait d'ailleurs très nettement comprendre cette disposition. La perceuse glisse sur les colonnettes et peut y être fixée à la hauteur nécessaire également à l'aide de goupilles ; elle est actionnée au moyen d'un flexible, commandant le porte-mèche à l'aide d'une paire d'engrenages d'angle, par un moteur électrique d'un cheval, complètement indépendant et enfermé dans une solide caisse protectrice.



Ce moteur peut être à courant continu ou à courants triphasés; la figure 193 représente le moteur à courant continu dépouillé de son enveloppe protectrice tandis que la figure 194 montre le moteur à courants triphasés; les figures 195 et 196 indiquent la disposition des mêmes moteurs dans leur caisse respective. On voit dans ces gravures que la commande du flexible est effectuée par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse à engrenages. La caisse protectrice contient également le commutateur de mise en marche et ses résistances. Le flexible est formé (fig. 197) de deux parties, l'une intérieure mobile, protégée par une enveloppe fixe extérieure; il se détache et se rattache facilement au moteur et à la perforatrice. L'ensemble du moteur, de sa caisse et

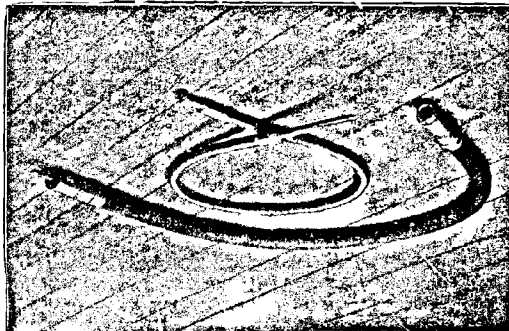


Fig. 197. — Flexible des perforatrices Siemens et Halske.

du rhéostat de démarrage, est facilement transporté par deux hommes; la perforatrice et son flexible peuvent, d'autre part, être commodément transportés par un seul homme; tout l'appareil peut donc être très rapidement déplacé d'un endroit à un autre.

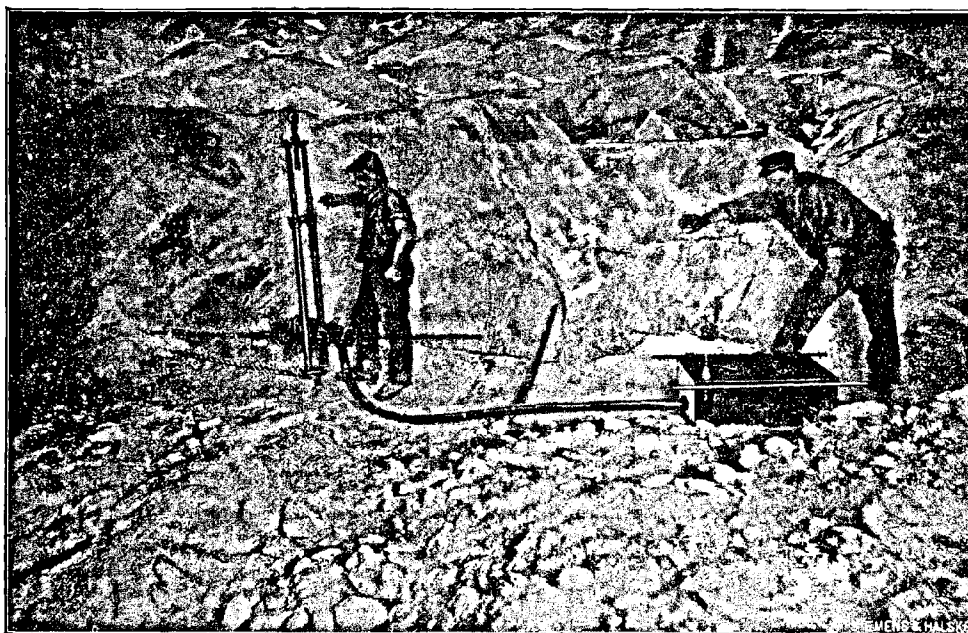


Fig. 198 — Perforatrice rotative système Siemens et Halske, fonctionnant dans les mines de sel de New-Stassfurt.

La mèche de cette perforatrice est animée d'un mouvement d'avancement automatique qui se modifie automatiquement, proportionnellement à la dureté de la roche, de telle sorte que la charge du moteur reste toujours sensiblement la même et que tous les organes de l'appareil sont à l'abri d'une surcharge qui pourrait les détériorer.

Ces perforatrices ne nécessitant qu'une très faible dépense d'électricité ne demandent que des conducteurs de faible section qui sont, par suite, très flexibles. Elles s'emploient surtout pour les roches tendres; elles permettent, en employant successivement deux mèches de longueurs différentes de percer des trous atteignant une profondeur de deux mètres.

Les figures 198 et 199 montrent le mode d'utilisation de ces perforatrices dans les mines de sel de New-Stassfurt ; dans la première, grâce à la faible distance qui sépare la voûte du sol, l'installation est particulièrement simple, la machine prenant appui par ses colonnettes extensibles et sa vis de pression sur les deux parois supérieure et inférieure ; deux hommes assurent le service de la machine, l'un surveille la perforatrice et l'autre s'occupe du moteur. Dans la seconde gravure on a dû établir un petit échafaudage pour fixer la perforatrice et percer des trous dans la voûte ; le moteur se trouve placé en arrière sur un chariot.

La perforatrice rotative Thomson-Houston, représentée par la figure 200, est très employée en Amérique ; elle se compose essentiellement d'un moteur électrique d'une puissance de 2 chevaux,

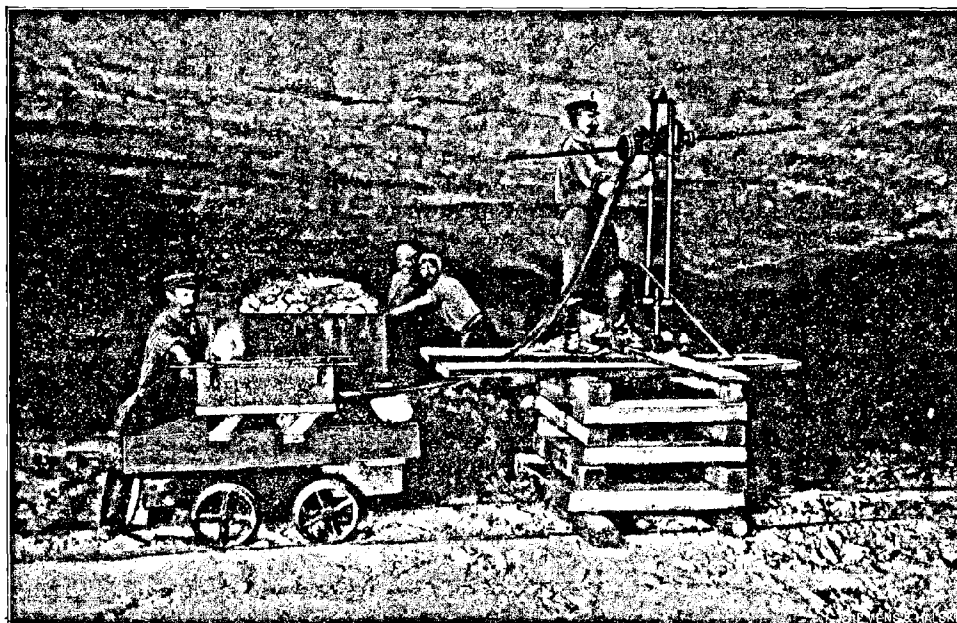


Fig. 199. — Perforatrice rotative Siemens et Halske, fonctionnant dans les mines de sel de New-Stassfurt.

construit pour marcher sous une tension de 220 volts aux bornes, avec une vitesse angulaire de 1.500 tours par minute ; cette vitesse est réduite à 300 tours par minute pour la tige portant l'outil à l'aide d'un pignon et d'une roue dentée. La tige porte-outil est filetée et tourne dans un écrou serré lui-même par une bague à friction, en acier. On voit donc que tant que l'outil ne rencontre aucun obstacle, l'écrou reste fixe et la tige porte-outil avance dans la roche avec une vitesse réglée par le pas de vis ; mais si l'outil vient à rencontrer une veine plus dure, l'écrou tourne dans la bague et la vitesse d'avancement est réduite proportionnellement à la dureté de la roche.

L'appareil est monté sur un affût à deux branches permettant de perforer des trous dans toutes les directions. Cet affût varie suivant la hauteur de la galerie, mais, dans tous les cas, une vis de 700 millimètres de longueur permet de le serrer fortement entre deux madriers placés à cet effet au chantier d'abatage. Le poids du moteur et de l'outil est de 43<sup>k</sup>,5, poids remarquablement faible pour une puissance relativement considérable du moteur électrique. Le poids de l'affût est de 27 kilogrammes.

Le filet de la vis varie avec la dureté de la roche ; les pas les plus usités ont 4 et 6 millimètres. Pour forer des trous de 1 mètre de profondeur, on emploie deux outils, l'un de 60 et l'autre

de 120 centimètres. Le tableau ci-dessous permet de se rendre compte du fonctionnement de cet appareil.

Numéro de l'essai	Nature de la roche	Pas de la vis en millimètres	Profondeur du trou en centimètres	Temps nécessaire en secondes
1	Schiste dur. . . . .	6	66	30
2	Schiste dur. . . . .	6	77	32
3	Anthracite. . . . .	6	66	17
4	Anthracite. . . . .	6	77	17
5	Schiste dur. . . . .	6	67	20
6	Schiste dur. . . . .	6	77	25
7	Roche schisteuse. . . . .	4	77	50
8	Roche schisteuse. . . . .	4	77	94

L'essai 4 a montré un avancement de 1.930 millimètres en 48 secondes. Les essais 7 et 8 ont été faits dans un schiste blanc très dur; un coup violent avec le pic ne faisait qu'une impression très faible sur la roche et il était difficile de faire sauter des écailles. Ces essais ont été repris dans le mur de la couche formé de cette même roche schisteuse très dure. On ne pouvait employer ni la perforatrice rotative à bras, ni la barre de mine, on était obligé de recourir au ciseau et au maillet; dans ces conditions, deux hommes pouvaient forer un trou de 1 mètre de profondeur en 2 heures et demie. On s'est décidé à faire usage de la perforatrice électrique, malgré la difficulté que l'on craignait de voir l'eau, abondante dans ce terrain, former une boue rendant difficile l'emploi de cet appareil. Un trou de 1.500 millimètres fut foré en 3 minutes 20 secondes. Après cette opération, l'outil était trop chaud pour être tenu à la main, il avait perdu 6 millimètres de longueur et paraissait avoir été usé à la meule; il avait cependant été trempé assez dur pour qu'une lime ne pût le mordre. Cinq trous furent forés et chargés dans ces conditions en 2 heures et demie; par leur explosion on obtint un volume de 15 mètres cubes de déblais prêts à être chargés sur les wagon-

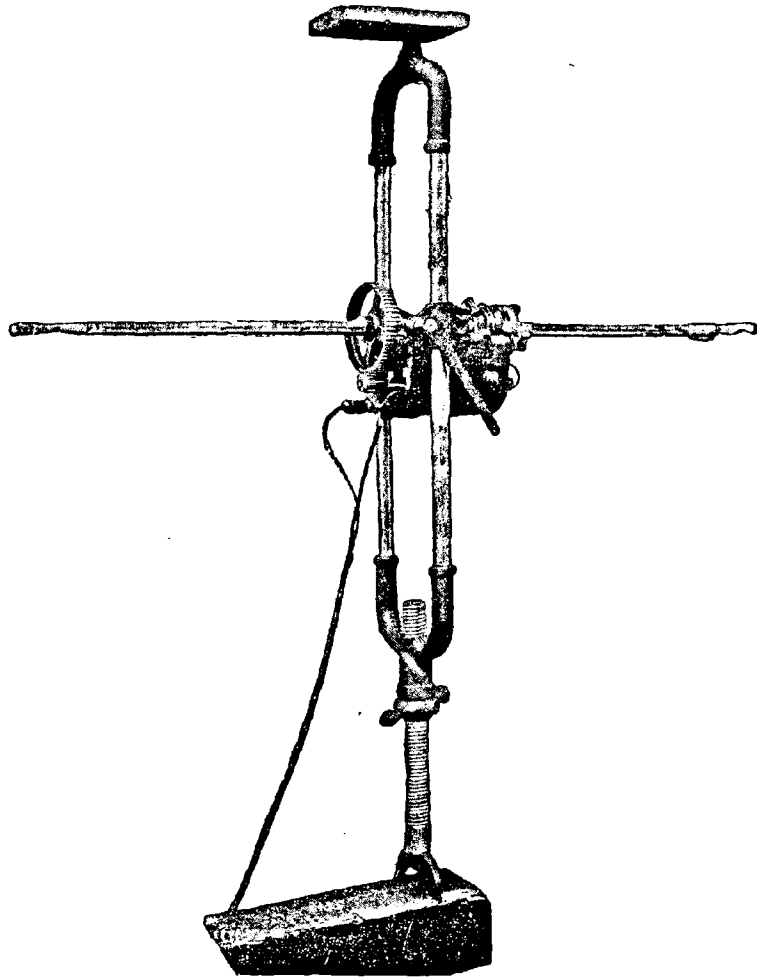


Fig. 200. — Perforatrice rotative électrique Thomson-Houston.

nets. Le travail fut repris pour élever la hauteur de la galerie de 1 mètre sur une largeur de 2<sup>m</sup>,50. En 2 heures et demie deux hommes purent percer 18 mètres de trous inclinés de 30 à 40° et

charger quatre de ces trous; on constata que deux hommes mettaient moins de temps pour forer les trous qu'ils n'en mettaient pour les charger.

Dans le charbon bitumineux, la perforatrice peut percer des trous avec une vitesse de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres par minute avec la vis du pas de 4 millimètres.

Ces essais ont prouvé que la perforatrice électrique était un appareil robuste, léger, facile à manœuvrer et offrant toutes les garanties possibles de bon fonctionnement et d'économie.

L'affût des perforatrices rotatives Thomson-Houston a été, dans ces derniers temps, quelque peu modifié, comme l'indique la figure 201; ce nouveau support permet de fixer le moteur dans une position quelconque; le poids total de la perforatrice ainsi montée est de 115 kilogrammes.



Fig. 201. — Perforatrice rotative électrique Thomson-Houston.

**Perforatrices à percussion.** — Les perforatrices à percussion sont principalement utilisées pour le percement des trous de mine dans les roches de grande dureté; elles sont employées depuis longtemps dans les exploitations minières où elles étaient le plus fréquemment actionnées par l'air comprimé. Les inconvénients résultant de l'emploi de ces perforatrices à air comprimé qui nécessitent une canalisation très difficile à bien établir et qui sont excessivement lourdes à manier, sont trop évidents pour que nous ayons besoin de les développer ici.

Les perforatrices électriques, en évitant ces inconvénients, ont réalisé les conditions multiples imposées pour le fonctionnement des perforatrices à air comprimé, telles que puissance spécifique maximum, simplicité de construction, facilité de réparation, susceptibilité de fonctionner longtemps sans arrêt dans toutes les conditions du service des mines et, plus spécialement encore, possibilité de recevoir des chocs violents sans subir de détériorations.

La figure 202 représente le type de perforatrice à percussion construit par la Compagnie Thomson-Houston pour les mines et les carrières. Cette perforatrice consiste essentiellement en deux solénoïdes ou bobines de fil de cuivre placés à la suite l'un de l'autre, dans un cylindre en fer constituant le corps de la perforatrice et servant à protéger les solénoïdes. Des têtes en acier fondu, solidement boulonnées ensemble, maintiennent les solénoïdes en position et servent de support au mécanisme de rotation, au piston, aux coussinets, etc. Au milieu de ces solénoïdes se trouve un piston en acier dont une extrémité convenablement forée s'engage dans une hélice qui force le piston à prendre un mouvement de rotation, et dont l'autre extrémité se termine par une tige et un porte-outils.

Par suite du courant envoyé alternativement dans les bobines, le piston prend simult<sup>4</sup>

nément un mouvement de va-et-vient à une vitesse déterminée, et un mouvement de rotation. L'avancement de l'outil est obtenu par les procédés ordinaires, au moyen d'une vis et d'un écrou. Le courant est amené à la perforatrice par un câble armé fixé au corps de la perforatrice au moyen d'un serrage à vis. Un petit mouvement de cette vis suffit à mettre le fleuret en fonction ou à l'arrêter.

Les perforatrices peuvent être montées sur une colonne, sur un trépied consolidé par des masses de fonte ou tout autre support, suivant l'endroit où elles doivent être employées. La figure 203 représente leur mise en fonction dans une carrière.

Le générateur électrique consiste en une machine Thomson-Houston tétrapolaire, munie d'un système rotatif spécial permettant d'obtenir un courant alternatif convenable. On peut recueillir, en même temps, un courant continu sur les balais fixes de la machine au potentiel d'environ 220 volts, tension ordinairement employée pour tous les appareils de mines.

Aux Etats-Unis, ces perforatrices ont été employées avec le plus grand succès depuis quelques années dans les carrières, mines et tunnels. La souplesse de ce système, due à la facilité avec laquelle le déplacement des câbles peut être effectué, le vaste champ qui peut être exploité par la même station génératrice, tandis que le champ correspondant est très limité pour les transmissions d'air comprimé et de vapeur, la suppression de la condensation de la vapeur et des fuites d'air, constituent quelques-uns des sérieux avantages des perforatrices électriques.

Comme la même génératrice peut fournir simultanément du courant continu pour la traction, l'éclairage, les pompes, les treuils et autres applications de l'électricité aux machines de mines, on a le grand avantage, en utilisant ces perforatrices électriques, de posséder un ensemble complet et ne dépendant que d'une seule source d'énergie.

Il est préférable, quand il y a lieu de demander à la perforatrice un travail absolument continu, d'avoir sur place une machine de rechange, car, après un travail de cinq heures, la perforatrice s'échauffe sensiblement. Bien qu'il n'existe aucun danger pour l'isolement des bobines, il vaut cependant mieux remplacer la perforatrice échauffée par une autre; la première se refroidit entièrement pendant le travail de l'autre, et peut être employée de nouveau après un laps de temps de

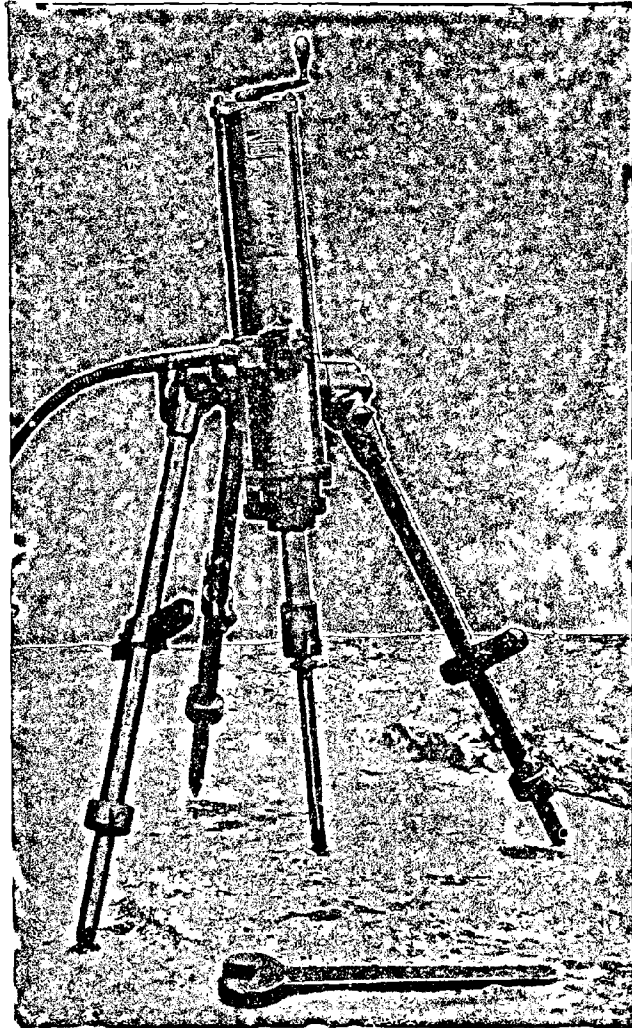


Fig. 202. — Perforatrice électrique à percussion Thomson-Houston.

cing heures. Du reste, dans toute installation, il est nécessaire, pour ne pas avoir d'arrêts, de posséder une machine de rechange, afin d'éviter toute interruption dans le travail.

Le tableau ci-dessous permet de se rendre compte du travail que l'on peut attendre d'une perforatrice à percussion.

NATURE DE LA ROCHE	NOMBRE de trous forés.	AVANCEMENTS en MÈTRES	AVANCEMENT en 10 MINUTES	
			UTILE c'est-à-dire perforatrice installée — en cm.	BRUT c'est-à-dire avec déplacement de la perforatrice — en cm.
Minerai de fer spathique, veine très résistante . . . . .	6249	4501,19	44,13	14,20
Veine résistante . . . . .	2021	1455,96	45,78	15,96
Schistes quartzeux très durs.	2181	1393,87	46,46	14,84
Schistes durs . . . . .	3768	2805,00	53,57	17,60
Veine tendre et schisteuse . .	3489	2883,93	75,14	21,76



Fig. 203. — Perforatrice électrique à percussion Thomson-Houston, fonctionnant dans une carrière.

La durée des bobines est encore mal déterminée. Cependant, dans une installation qui a employé ces perforatrices pendant un an et demi, une seule bobine s'est trouvée hors d'usage, et encore l'accident n'était-il pas dû à un défaut d'isolement, mais à une infiltration d'huile dans l'enroulement, par suite d'une fissure de l'enveloppe intérieure des bobines, qui est en laiton. On peut donc dire que la résistance des bobines, combinée avec la grande simplicité de construction, donne à la perforatrice une remarquable sécurité de fonctionnement. La puissance requise par ces perforatrices est de 3,5 chevaux ; une perforatrice à air comprimé en demande de 5 à 7 ; donc, ici encore, la supériorité des perforatrices électriques sur celles à air comprimé est bien établie.

La conduite principale d'amenée du courant peut être avancée jusqu'à 50 mètres du chantier ; de là, part un câble flexible qui est muni d'une douille permettant de l'attacher à la perforatrice. Dans les puits, on se sert en général de câbles sous plomb ; dans les galeries, de câbles protégés par un vernis spécial.

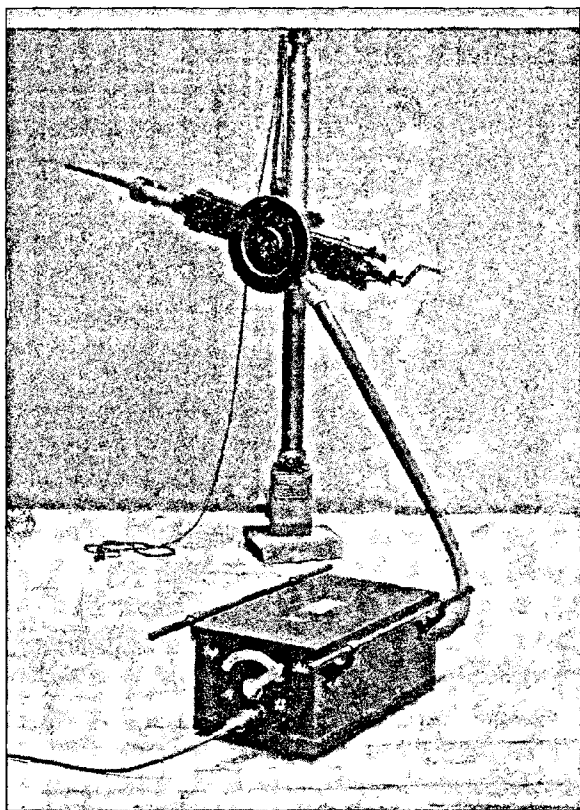


Fig. 204. — Perforatrice électrique à percussion Siemens et Halske.

Il y a plus de 150 de ces perforatrices fonctionnant actuellement en Europe, entre autres quatre travaillant au percement de la route nécessaire au chemin de fer funiculaire qui doit relier prochainement le sommet de la montagne à la vallée de Zurich.

La maison Siemens et Halske construit un autre système de perforatrice électrique à percussion (fig. 204) ne nécessitant pas un courant de nature spéciale et pouvant se brancher sur une canalisation quelconque, soit à courant continu, soit à courants triphasés. L'électromoteur d'une puissance d'un cheval est d'ailleurs absolument identique à celui qui actionne des perforatrices rotatives des mêmes constructeurs et que représentent nos figures 193 et 194.

Dans cet appareil, l'outil est maintenu dans une mâchoire spéciale mise en mouvement par une manivelle et un balancier qui est mû de la même façon que la perceuse rotative, à l'aide d'un flexible. Le déplacement en avant des mèches se fait régulièrement à la main ; mais il peut aussi s'effectuer automatiquement.

Pour percer complètement un trou sans être obligé de modifier l'installation de la machine, on peut introduire par un évidement pratiqué dans l'axe de la machine, des mèches de grandeurs différentes, que l'on fixe au moyen d'un serrage à vis. Cette perceuse, construite spécialement pour les roches dures, est capable, en employant une force d'un cheval effectif, de creuser en une minute, dans le granit ou le quartz le plus dur un trou de 35 millimètres de diamètre et de 8 à 10 centimètres de profondeur. La profondeur maximum des trous percés, peut aller jusqu'à 2 mètres. La machine est fixée à un pilier hydraulique formé d'un cylindre dans lequel se meut un piston qui, par refoulement d'eau, fixe solidement l'appareil entre deux parois ; l'élévation et l'abaissement de la perforatrice sont effectués le long de ce pilier par un petit



moufle. Le démontage de ces organes, machine et pilier, balancier, flexible, caisse du moteur, permet de la transporter facilement avec deux hommes.

Les figures 205 et 206 montrent cette perforatrice en fonction pour ouvrir une galerie dans le puits Gereguete Bergmannshoffnung des mines d'Ober-Gruna, près de Freiberg en Silésie. Le pilier hydraulique fortement arc-bouté contre les parois donne un solide point d'appui.

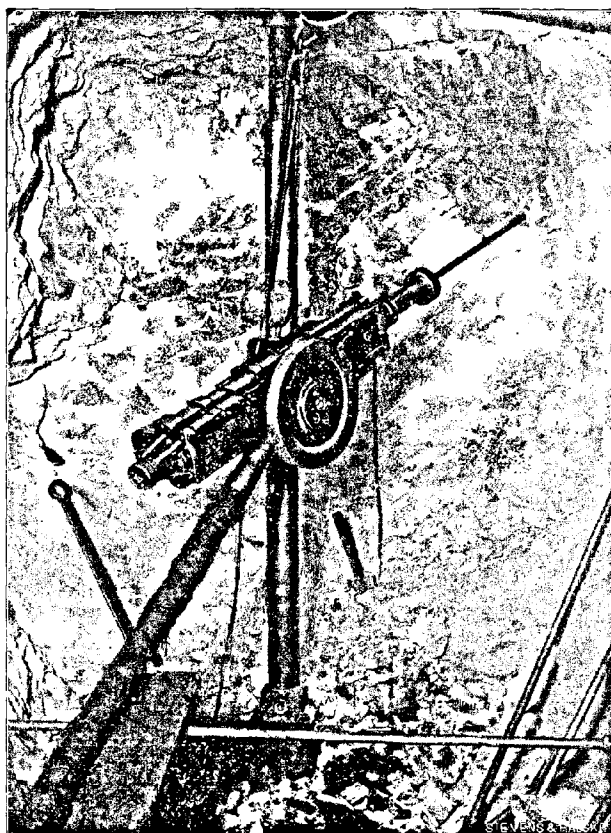


Fig. 205. — Perforatrice électrique à percussion en fonction.

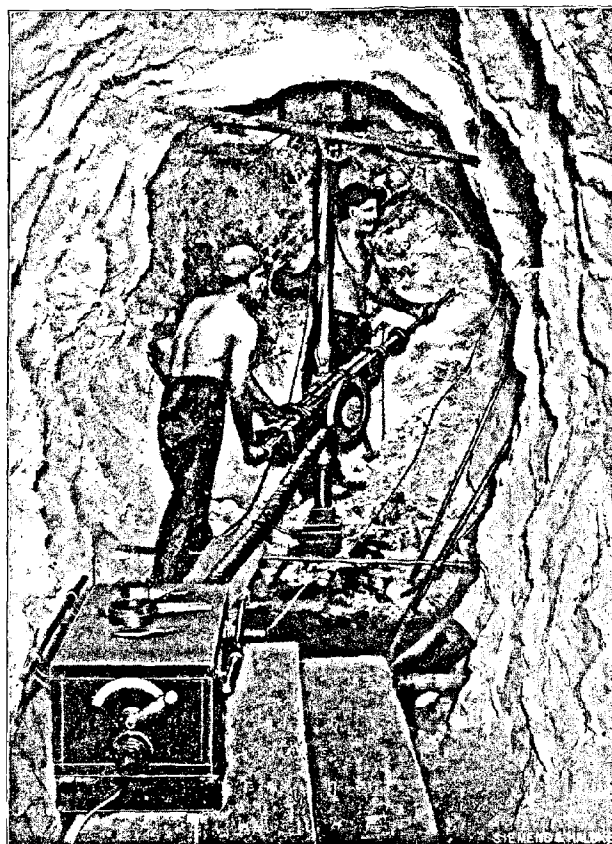


Fig. 206. — Perforatrice électrique à percussion en fonction.

Tandis que la perforatrice de la figure 204 adaptée à son pilier hydraulique convient surtout au percement des galeries souterraines, l'appareil représenté par la figure 207 peut être employé à ciel ouvert dans les carrières, dans les travaux de toute nature, de chemins de fer par exemple; ce support, immobilisé par de fortes masses de fonte, est tellement stable que le percement peut se faire dans toutes les positions.

**Haveuse électrique.** — La Société Thomson-Houston a étudié récemment un modèle de haveuse électrique à chaîne (fig. 208) qui constitue une machine de beaucoup supérieure aux modèles similaires actuellement en service. On est arrivé à ce résultat en changeant le système de commande de la chaîne dentée et en faisant usage de courants alternatifs polyphasés au lieu de courant continu qui présentait divers inconvénients. Le moteur de cette haveuse ne possède pas de collecteur, de balais ni de contacts mobiles; il ne peut, par suite, s'y produire aucune étincelle, ce qui est particulièrement avantageux pour les mines grisouteuses. Sa construction simple



et robuste convient particulièrement aux travaux souterrains. Les enroulements auxquels sont reliés les conducteurs amenant le courant sont des bobines fixes noyées dans le métal et, par suite, très bien protégées. Elles sont interchangeables, et comme elles sont enroulées et isolées séparément, elles peuvent être facilement remplacées.

Si le moteur est surchargé, il s'arrête; il n'y a donc pas à craindre la rupture d'un organe; la puissance maximum qu'il peut développer est double de la puissance en service normal. Le moteur est complètement enfermé, et sa forme convient très bien à la meilleure construction mécanique de la chaîne à couteaux; enfin, la distribution à courants alternatifs triphasés est celle qui se prête le mieux à la transmission électrique de l'énergie.

La machine consiste en un bâti fixe, maintenu en place par des vis en



Fig. 207. — Perforatrice électrique à percussion Siemens et Halske.

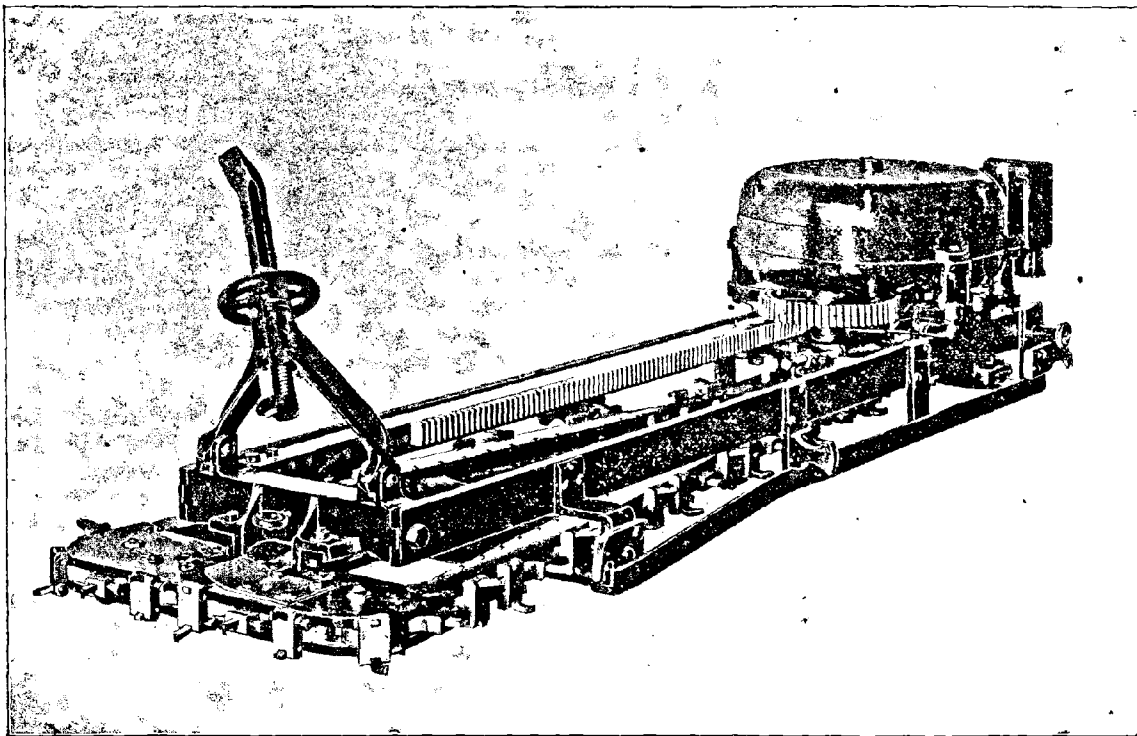


Fig. 208. — Haveuse électrique à chaîne système Thomson-Houston.

tête et en queue; ce bâti supporte un chariot dont l'extrémité pénètre dans le charbon et sur lequel sont montés le moteur, les engrenages, le mécanisme d'avancement et la chaîne à couteaux.

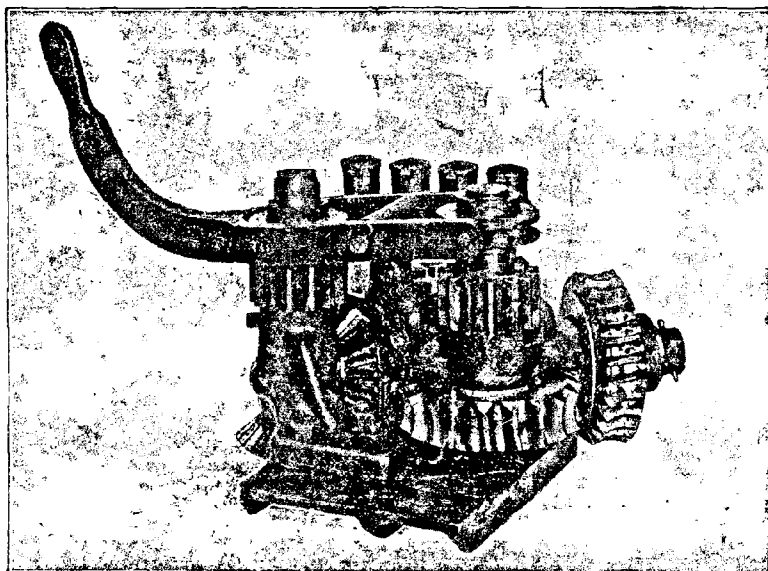


Fig. 209. — Train d'engrenage pour l'avancement de la chaîne.

En manoeuvrant le levier en sens contraire, on détermine le déclenchement du pignon avec la crémaillère et la mise en prise d'un autre pignon tournant en sens inverse. La figure 209 montre l'ensemble de cette transmission, remarquable par le petit nombre des organes et leur arrangement compact.

La chaîne porte trois rangées de couteaux, chacun d'eux creusant une rainure de 37 millimètres; chaque rainure est séparée de sa voisine par un bourrelet qui est abattu par les chaînons.

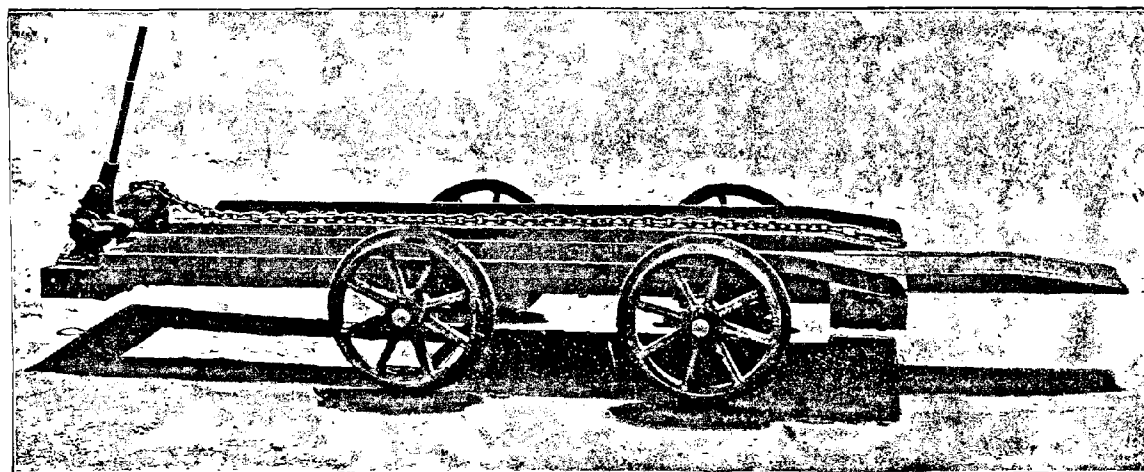


Fig. 210. — Chariot spécial pour le transport de la haveuse.

La coupeure atteint donc 10 centimètres de haut sur 70 centimètres de large. Les couteaux sont des ergots en forme d'arc de cercle; ils peuvent être remplacés très facilement. La chaîne est construite avec beaucoup de soin, de façon à résister à la traction et aux vibrations des couteaux.

Il est bon de remarquer que trois fils sont nécessaires pour alimenter le moteur, mais leur poids n'est que les trois quarts de celui d'une canalisation à deux fils pour la même puissance et la même chute de potentiel. En outre, l'un des avantages du système par courants alternatifs, est de pouvoir employer dans chaque cas le potentiel le plus convenable, en se servant de transformateurs. Généralement, les chantiers d'abatage sont disséminés; on aura donc avantage à établir une seule usine génératrice à 2.000 volts, et à installer à chaque entrée de puits un poste de transformateurs réducteurs de tension. Sur la même canalisation pourront être branchées les lampes, les pompes et les machines d'extraction.

Dans les galeries où les dégagements sont suffisants, cette haveuse peut être déplacée et remise en position pour faire une nouvelle coupure, en deux minutes environ. Le temps nécessaire pour charger la haveuse sur son chariot spécial (fig. 210) et la transporter dans une autre galerie voisine, est d'environ quinze minutes. Les couteaux peuvent être mis en place en dix minutes. Dans un charbon ordinaire, on peut faire huit coupures de 90 centimètres à l'heure, et dans les plus mauvaises conditions on fait encore quatre coupures à l'heure.

Avec cette machine, on produit beaucoup moins de poussier qu'avec la barre de mine et le pic, en outre, les coupures étant larges et profondes, il faut beaucoup moins de poudre pour détacher les blocs:

---

## CHAPITRE SEPTIÈME

**ALLUMAGE ÉLECTRIQUE DES MINES.** — Lorsque le trou de mine, préparé au moyen des perforatrices électriques, est bourré de poudre il est nécessaire d'en provoquer l'explosion à une distance suffisamment grande pour éviter toute possibilité d'accident; nous trouvons, là encore, une nouvelle application de l'électricité et, quoique cette application soit absolument différente de celles que nous venons d'étudier, puisqu'elle ne demande aucune dépense d'énergie motrice et ne réclame qu'un courant électrique insignifiant produit par quelques éléments de piles ou une petite magnéto, nous croyons intéressant d'en dire ici quelques mots.

L'allumage électriquement des mines a été un des premiers emplois du courant électrique. Cet allumage présente sur les autres systèmes, mèche ou détonateur, de grands avantages; grâce à l'électricité on peut, en effet, faire partir simultanément plusieurs mines, ce qui augmente considérablement la force de l'explosion et les effets produits. De plus, l'explosion peut être provoquée à une distance quelconque, juste au moment désiré.

On distingue deux espèces d'allumages électriques: l'allumage par étincelle et l'allumage par incandescence.

Dans le premier cas, on fait jaillir une étincelle entre les extrémités de deux conducteurs plongés au milieu de la substance explosive. Dans le second cas, on porte à l'incandescence au moyen du courant, un fil de grande résistance passant au travers de la matière explosive.

L'allumage par étincelle permet l'explosion simultanée d'une grande quantité de mines dans un long circuit de petit diamètre. Mais ce système présente toutefois quelques inconvénients; le fil conduisant le courant aux mines est interrompu à l'endroit où l'étincelle doit se produire; aussi n'est-on pas en état de se convaincre d'une façon simple du bon état de l'installation; de plus, une bonne isolation des conducteurs et des détonateurs est d'une grande importance, vu la haute

tension des courants employés. Enfin, les appareils utilisés pour produire l'étincelle sont ordinairement des machines statiques qui produisent des effets variant considérablement avec le degré d'humidité de l'atmosphère. On remédie facilement, il est vrai, à cet inconvénient par le remplacement des machines statiques par des appareils d'induction : bobines de Ruhmkorff ou magnéto-électriques.

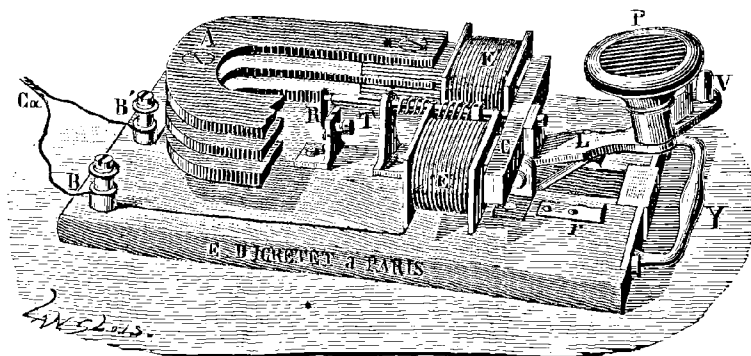


Fig. 211. — Coup de poing Breguet, modèle de M. Ducretet.

ture C en fer doux s'applique en temps ordinaire contre les pôles de l'aimant, mais peut en être brusquement séparée par un coup de poing appliqué sur la poignée P, agissant sur le levier L. Ce mouvement de l'armature provoque dans les bobines la formation d'un courant induit ; pendant la première partie du mouvement, une tige T, s'appuyant sur un ressort R, met les bobines en court-circuit ; vers la fin de la course de la poignée, cette tige est tirée en arrière, rompt le court-circuit et provoque dans les bobines la formation d'un extra courant qui s'ajoute au courant induit ; ces deux

courants vont alors agir par les conducteurs attachés aux bornes B, B' sur les amorces qui provoquent l'explosion des mines. Un verrou de sûreté V empêche le fonctionnement accidentel de l'appareil. Le principal perfectionnement apporté à cet appareil par M. Ducretet consiste dans la disposition des pôles de l'aimant qui sont garnis, comme l'indique clairement la figure 212, d'armatures feuilletées en tôle de fer doux sur

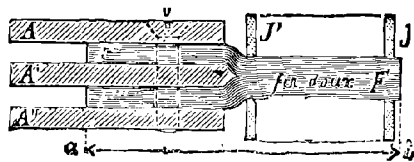


Fig. 212. Armature feuilletée de l'appareil de M. Ducretet.

lesquelles sont enroulées les bobines ; ce dispositif accroît la puissance de l'appareil en augmentant la rapidité du déplacement du flux magnétique, lors de l'arrachement du contact C. Cet appareil permet de faire exploser simultanément quinze amorces montées en tension.

L'allumage par incandescence répond à tous les défauts de l'allumage par étincelle. Comme le conducteur n'est nulle part interrompu, on peut éprouver l'installation, même immédiatement avant l'explosion, au moyen d'un courant assez faible pour ne pas agir sur les cartouches. Par suite de la tension moins grande du courant employé, l'isolation des fils n'a pas besoin d'être aussi parfaite.

Malgré ces avantages, ce système n'a pas d'abord prévalu par ce qu'on faisait fausse route en voulant grouper les amorces en quantité, afin que si une ou plusieurs d'entre elles étaient en mauvais état elles ne mettent pas obstacle à l'explosion des autres. Mais, par cela même, on se privait complètement de l'avantage principal que présente l'allumage par incandescence : l'épreuve préalable des amorces. De plus, il fallait employer un courant très intense, même dans le cas d'un petit nombre d'amorces et d'une faible longueur des conducteurs ; un homme, actionnant une magnéto, était à peine capable de produire l'énergie électrique suffisante.

Lorsque l'on groupe les amorces en tension le résultat dépend, dans une grande mesure, de l'habileté de celui qui tourne la manivelle de la magnéto employée et du moment où il lance le courant dans les conducteurs ; il est donc nécessaire de posséder une certaine habitude pour éviter les faux feux. Il ne faut pas oublier non plus qu'au moment de l'explosion, même dans un personnel expérimenté, il règne toujours une certaine excitation, d'autant plus grande que l'explosion doit être plus importante. Cette émotion est la raison principale des échecs constatés.

Aussi la maison Siemens et Halskè s'est vu amenée à construire un dispositif destiné à rendre le fonctionnement de la machine électrique complètement indépendant de la force et de l'habileté des ouvriers, de telle sorte que les effets de l'appareil restent toujours absolument constants.

On est arrivé à ce résultat en accumulant, dans un ressort, un certain temps avant l'explo-

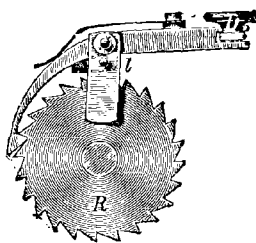


Fig. 214.  
Déclancheur de l'exploseur.

certaines pièces sont dessinées un peu différemment de ce quelles sont en réalité.

Sur l'axe A se trouve un ressort en spirale H pouvant être remonté au moyen de la clef C ; un cliquet e agissant sur la roue dentée R empêche le ressort de se détendre ; lorsque l'on soulève ce cliquet en appuyant sur la poignée D le ressort se trouve déclanché et il se détend en entraînant par la noix n et les chevilles s l'arbre A. Celui-ci actionne à son tour l'induit de la dynamo par les engrenages Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub> qui augmentent la vitesse de rotation. Lorsque le courant atteint son maximum d'intensité il est envoyé dans le circuit contenant les amorces par l'intervention de la cheville N qui fait entrer en contact les deux ressorts F et K. Ce contact détermine l'explosion des amorces.

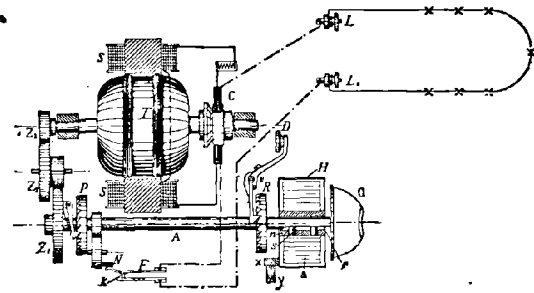


Fig. 213. — Schéma de l'exploseur Siemens et Halskè.

sion, la quantité d'énergie nécessaire à la production du courant électrique ; au moment de l'explosion, une simple pression sur un bouton déclanche le ressort et donne à l'appareil la rotation convenable, toujours identique. On peut encore adjoindre un dispositif qui ferme le circuit extérieur dans lequel se trouvent les amorces au moment précis où le courant atteint son maximum d'intensité, de telle sorte qu'à ce point de vue l'appareil est encore complètement indépendant de la faculté du personnel de saisir le moment favorable.

On peut se rendre compte du principe de construction de l'appareil d'après la figure schématique 213 dans laquelle, pour plus de commodité,

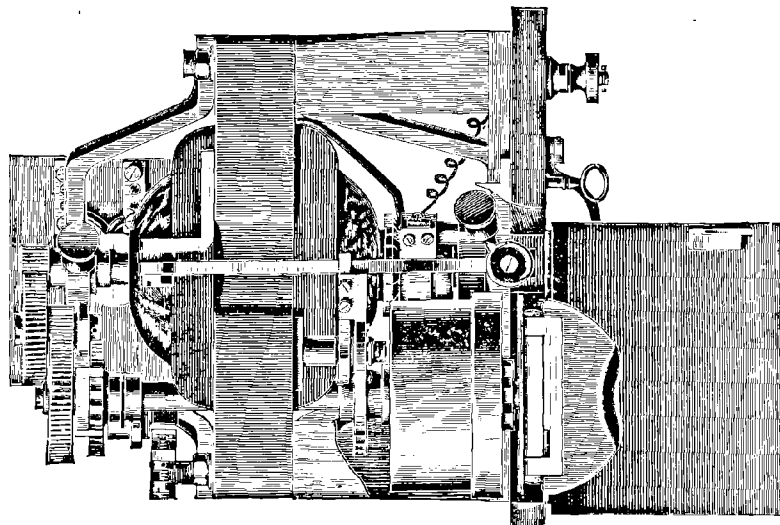


Fig. 215. — Exploseur Siemens et Halskè. Vue d'en haut.

Un dispositif spécial empêche le cliquet de retomber sur la roue dentée H pendant la rotation de l'arbre, ce qui déterminerait l'arrêt du mouvement et pourrait endommager les dents de la roue ; pour cela une petite pièce L, figure 214, frotte légèrement sur le tambour du ressort et tient le cliquet éloigné des dents de la roue tant que celle-ci tourne sous l'action du ressort.

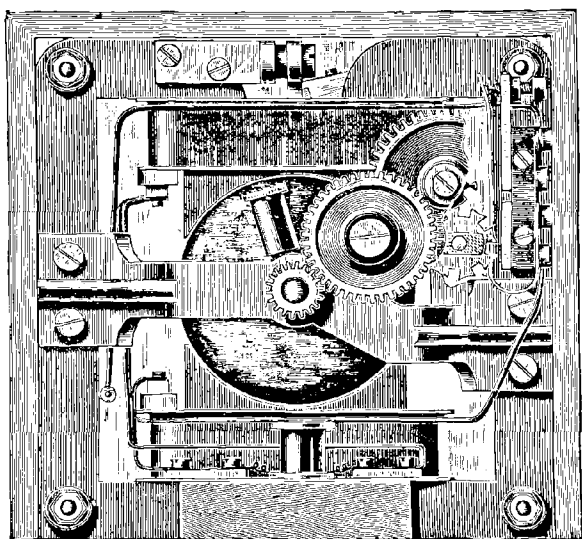


Fig. 216. — Exploseur Siemens et Halske. Vue de côté.

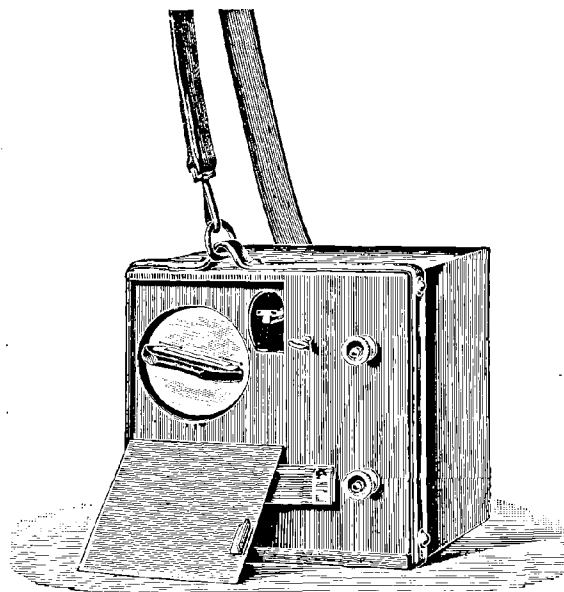


Fig. 217. — Exploseur Siemens et Halske dans sa boîte.

Ce petit appareil est représenté, vu d'en haut et de côté, par nos figures 215 et 216 ; la figure schématique que nous venons d'examiner en fait facilement comprendre la disposition. Les dimensions de cet appareil sont : 20 centimètres de longueur et de hauteur et 18 centimètres de largeur ; son poids est de 9 à 10 kilogrammes. Il est enfermé dans un sac de cuir porté à l'aide d'une courroie (fig. 217) : pour le mettre en marche on peut le garder en bandoulière et il suffit d'ouvrir une petite porte pour découvrir la poignée du ressort et le bouton de déclenchement.

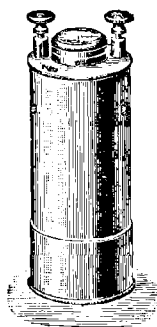


Fig. 218  
Vérificateur.

Au moment de l'allumage le travail produit correspond à environ 70 watts. Avec un fil double de 600 mètres de long, 60 à 80 amorces peuvent être enflammées sans ratés. Ces amorces sont constituées par un fil de platine de 4 centièmes de millimètre de diamètre et 5 millimètres de longueur.

Pour vérifier si toutes les amorces sont en bon état au moment de l'explosion, on utilise un petit appareil de mesure (fig. 218), constitué par un galvanomètre et un élément de pile sèche.

Dans de nombreux cas, on n'a pas besoin d'un appareil aussi puissant que celui que nous venons de décrire et on peut employer la petite magnéto représentée par la figure 219. Il est

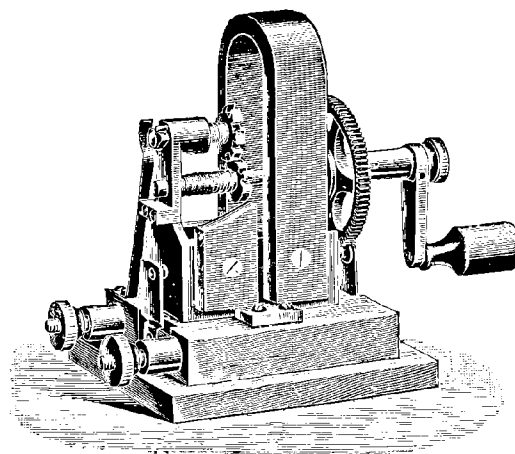


Fig. 219. — Exploseur Siemens et Halske.

toujours indispensable que le courant ne soit envoyé dans la ligne que lorsqu'il a atteint une certaine valeur, car si le courant traversant les amorces avait une intensité augmentant progressivement, les amorces les plus sensibles partiraient d'abord, ouvriraient le circuit et rendraient impossible l'explosion des autres mines. Ce résultat est obtenu automatiquement dans l'appareil de la figure 219. Pour cela l'arbre de la manivelle porte une roue à une dent qui engrène avec une croix de malte à cinq dents ; au cinquième tour, un contact calé sur l'arbre de la croix de malte ferme le circuit sur un ressort, lance le courant dans la ligne et, par suite, provoque l'explosion des mines.

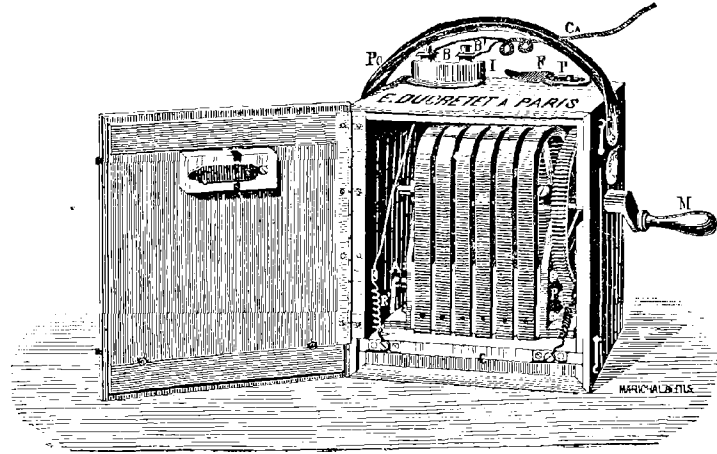


Fig. 220. — Exploseur de M. Ducretet.

M. Ducretet construit également un petit exploseur rotatif composé d'une petite magnéto à bobine induite en double T de Siemens, représenté par la figure 220 et dont la figure 221 donne la disposition schématique ; entre les branches de l'aimant *Ai* se trouve la bobine induite dont le courant est recueilli par deux ressorts *A*, *P* s'appuyant aux deux extrémités de son axe ; en *C* se trouve un condensateur, en *B*, *B'* les bornes de prise de courant et en *Am* les amorces. Le courant est lancé dans la ligne lorsque son intensité est jugée assez grande en appuyant sur le bouton *P* établissant un contact en *a*, *a'* ; un couvercle *F* permet de couvrir le bouton et d'en éviter la manœuvre intempestive.

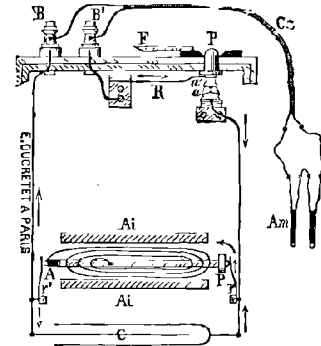


Fig. 221.

Schéma de l'exploseur de M. Ducretet.

\* \* \*

On a pu voir, par cet exposé rapide des applications les plus importantes de l'électricité dans les exploitations minières, combien sont nombreuses et variées les ressources que cet agent précieux met à la disposition de ces entreprises.

C'est ainsi que grâce au développement de la science tous les travaux des hommes deviennent chaque jour plus facile ; partout, jusqu'au fond des mines, la machine vient remplacer la main-d'œuvre humaine, se substituer au travail de l'ouvrier ; elle permet de multiplier, dans une mesure considérable, la production, tout en diminuant le travail humain nécessaire à cette production. Grâce à ces applications pratiques de la science, la somme de richesse et de bien-être dont disposent les hommes s'accroît donc chaque jour, préparant pour bientôt un état de civilisation parfait.

FIN DE LA TROISIÈME PARTIE





# QUATRIÈME PARTIE

---

## L'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

---

### CHAPITRE PREMIER

**L'ÉLECTROTHÉRAPIE.** — Les applications de l'électricité à la médecine se développent de plus en plus et les remarquables expériences effectuées depuis quelques années, principalement par le docteur d'Arsonval, à l'aide des courants de haute fréquence, ont remis en faveur l'électrothérapie qui avait été délaissée par un grand nombre de docteurs par suite de son exploitation charlatanesque, effectuée par de nombreux exploitants de l'incommensurable bêtise humaine.

A ce sujet nous ne pouvons résister au désir de mettre sous les yeux de nos lecteurs deux récents et délicieux échantillons de cette charlatanerie scientifique qui mit l'électricité à toutes les sauces. Nous voyons d'abord un chapelier des plus célèbres, qui, pour augmenter la vente de ses chapeaux, ne trouva rien de mieux que d'y coller à l'intérieur une feuille de papier argenté et une autre de papier doré, puis d'imprimer des prospectus illustrés contenant les inepties suivantes : « Conserver la vue toujours bonne, la rétablir en quelques semaines si elle s'affaiblit, se préserver des migraines, des éblouissements au moyen de son chapeau, c'est ce que chacun peut obtenir par l'application sur le cuir de ses coiffures, neuves ou déjà portées, des éléments (ici le nom de l'inventeur que nous croyons inutile de léguer à la postérité), brevetés S. G. D. G., ayant le pôle positif à base d'or. Par une loi physique connue, ces deux éléments produisent, sous l'influence de l'acide contenu dans la moiteur du front, un courant fermé et continu, d'une extrême faiblesse,  $\frac{1,38}{10.000}$  ampère, calculé (*sic*) pour ne donner aucune sensation, aucune gêne à celui qui le porte.... »

Mais c'est assez pour le chapelier inventeur, passons à un autre charlatan se disant ingénieur et débitant sa corde électrique au mètre ; cette remarquable corde est composée de trois fils de cuivre, de zinc et de soie, et constitue, d'après son non moins remarquable inventeur, une pile électrique de Volta, de plusieurs milliers de couples réunis en quantité (*sic*), et qui, étant enroulée autour du corps, est mise en activité par la chaleur de la transpiration (*sic*) ; cette fameuse corde qui, d'après le prospectus, est, sans contredit, la plus précieuse découverte de notre siècle, doit guérir toutes les maladies, elle extrait du corps le mercure qui peut y rester à la suite de certains remèdes et détruit la stérilité chez l'homme et chez la femme... !

Les deux absurdités phénoménales que nous venons de citer sont d'un calibre réellement trop puissant pour tromper beaucoup de personnes, mais il en est d'autres qui, tout en étant aussi illusoire, se présentent sous un jour moins grotesque et qui ne sont, par la même, que plus trompeuses ;

aussi nous ne saurions trop mettre en garde nos lecteurs contre ces fumisteries ridicules qui n'ont bien entendu rien de commun et qu'il faut bien se garder de confondre avec l'électrothérapie. Il est pourtant une chose qui nous paraît actuellement bien difficile de déterminer exactement, c'est la véritable ligne de démarcation entre les procédés réellement scientifiques employés en électrothérapie et ceux qui, tout au moins, frisent le charlatanisme ; en tout cas, chose consolante, si ces procédés ne font aucun bien ils ne peuvent produire aucun mal, et les simples d'esprit pourront coler des papiers dorés dans leur chapeau ou enrouler autour de leur corps des cordes électrivores sans nuire à autre chose qu'à leur bourse.

Ceci dit, nous allons décrire les principaux et plus récents appareils d'électricité médicale et indiquer rapidement les principales et les plus originales applications de l'électricité à la médecine, en essayant de ne pas nous éloigner, à aucun moment, des procédés et applications réellement scientifiques.

Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue que notre but est de faire la description des appareils utilisés en électricité médicale au point de vue électrique et mécanique et non de faire un traité de leur application médicale ; nous envisagerons, en un mot, la question en électricien et non en médecin.

Les courants électriques utilisés en électrothérapie sont, suivant les cas, continus, interrompus ou alternatifs, à faible ou grande intensité, à haute ou basse tension ; ils peuvent être produits soit par des machines statiques ou des magnétos, soit par des piles ou des accumulateurs dont le courant est employé directement ou après transformation dans des bobines d'induction, soit enfin, dans les villes pourvues d'usines électriques, par la transformation dans des appareils spéciaux du courant ordinairement à 110 volts distribué par les secteurs.

La chirurgie a également profité du développement pris par l'étude des phénomènes électriques, et elle a remplacé, par des appareils électriques particuliers, certains instruments dont le maniement était moins commode et l'emploi moins sûr. Une foule d'appareils, que nous passerons successivement en revue ont donc été inventés, et ont donné des résultats inespérés, notamment pour la recherche des projectiles, pour la cautérisation et l'ablation de certaines tumeurs, pour l'examen, à l'aide de la lumière électrique, des organes et des cavités du corps humain.

La préparation de l'ozone par l'électricité, que nous étudierons plus loin, est également venue mettre à la disposition des médecins un nouvel agent puissant qui peut dans certains cas rendre de grands services.

Mais c'est surtout par la radiographie et la radioscopie que l'électricité est venue dans ces derniers temps donner à la médecine et à la chirurgie un puissant moyen d'investigation. Toutefois, ayant développé complètement cette dernière question dans notre volume de l'année 1897, nous y renvoyons nos lecteurs et nous ne nous en occuperons pas cette année.

**Considérations générales.** — L'action des courants électriques sur l'organisme humain a été constatée dès l'invention des premiers appareils producteurs d'électricité ; mais il fallut plus de temps pour étudier l'influence bienfaisante ou nuisible de cette action, et aujourd'hui encore, certains médecins doutent de l'effet curatif de l'électricité, malgré les expériences sérieuses de nombreux savants tels que Duchenne, Onimus, Tripier, Boudet, d'Arsonval, etc., qui ont reconnu que l'usage rationnel des courants présente de réels avantages pour le traitement de nombreuses maladies. Il est en tout cas certain que l'électrothérapeutique est une chose délicate dont la pratique ne s'acquiert pas en un jour ; il est nécessaire de procéder méthodiquement, en suivant les indications des profes-

seurs qui ont établi, à la suite de patientes recherches, un manuel opératoire rationnel, et en discernant judicieusement le mode d'emploi de cet agent suivant la maladie à traiter et le tempérament des malades.

Il est fait usage, en médecine, des différentes sortes de courants continus ou alternatifs à haute ou à basse tension suivant l'effet que l'on veut obtenir. Pour donner une idée des effets différents produits sur l'organisme par des courants de nature divers nous indiquerons rapidement, d'après le docteur Paul Labarthe, quelle est l'action constatée sur la circulation, le système nerveux, le système musculaire et la nutrition par les courants continus à basse tension et par les courants induits à haute tension des bobines d'induction :

L'action sur la circulation varie suivant que l'on emploie les courants intermittents à haute tension produits par des bobines d'induction ou les courants continus à basse tension engendrés par des piles.

Les courants d'induction rétrécissent les vaisseaux, diminuent la circulation et parviennent même à l'arrêter complètement par suite de la contraction des artérioles. Par contre, aussitôt que l'électrisation cesse, il y a dilatation des vaisseaux, et augmentation de la circulation.

Les courants continus, au contraire, augmentent en général la circulation, ainsi que l'ont démontré les premiers, Robin et Hiffelsheim. Après eux, Legros et Onimus ont établi cette règle que le courant descendant dilate les vaisseaux, tandis que le courant ascendant les resserre. On obtient le courant dit ascendant en plaçant le pôle négatif plus près que le pôle positif des centres nerveux ; le courant descendant s'obtient au contraire en renversant cette position des pôles. Par exemple, pour électriser un bras par un courant ascendant, le pôle négatif se mettra sur le cou et le positif vers la main.

L'action sur le système nerveux varie également suivant les courants employés.

Les courants d'induction, d'après Legros et Onimus, influencent les nerfs périphériques de la façon suivante : 1° L'excitation d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions musculaires et à des phénomènes de sensibilité ; la direction des courants n'a pas en général d'influence bien marquée. 2° Une excitation électrique portée sur un nerf est d'autant plus forte, que les interruptions sont plus rapides. 3° Un nerf parcouru pendant quelque temps par des courants d'induction, perd complètement son excitabilité à la fermeture comme à l'ouverture du courant.

Les courants continus exercent sur les nerfs périphériques une influence que Legros et Onimus résument ainsi : 1° Le courant descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs. 2° Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs. 3° L'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant, elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.

Les mêmes auteurs ont vu aussi, en recherchant l'influence de la direction des courants sur la moelle ; 1° Que le courant descendant appliqué sur la moelle agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe. 2° Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle et qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe. 3° Que le courant descendant empêche les actions réflexes et qu'un courant ascendant les exagère au contraire.

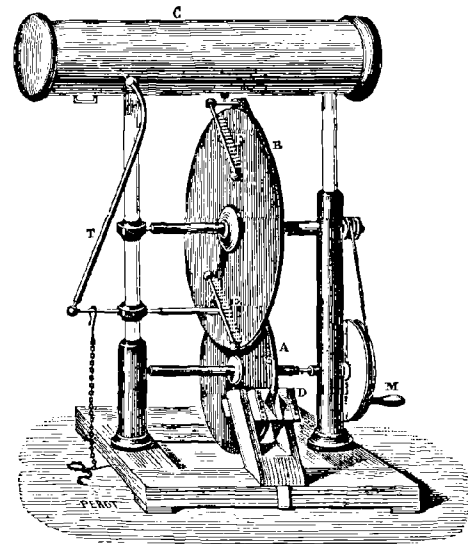


Fig. 222. — Machine électrostatique de Carré.

Dans l'action sur le système musculaire les courants d'induction déterminent la contraction brusque et permanente des muscles striés. Ils mettent le muscle dans un état de contraction tétanique due à la rapidité des interruptions ; aussi le muscle se fatigue-t-il rapidement. Sur les fibres musculaires lisses, les courants d'induction donnent une contraction sur les points en contact avec les pôles.

Les courants continus appliqués directement sur les muscles, déterminent des contractions au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant, et la contraction la plus forte est celle qui se produit par la fermeture.

Quant à l'action sur la nutrition les courants d'induction augmentent la tonicité des fibres musculaires des vaisseaux. D'une manière générale, on peut dire qu'ils produisent un resserrement de tous les tissus, une espèce de contracture ; mais quand leur action est faible, ils produisent les mêmes effets que les autres excitants.

Les courants continus, par leur action sur les mouvements moléculaires et sur les combinaisons chimiques, influencent les phénomènes de nutrition. Ils font, de plus, cesser toutes les irritations locales et les contractures.

On voit par ces quelques exemples qu'il est indispensable de varier dans chaque cas particulier le mode de traitement et la nature des courants ; c'est principalement dans cette détermination de la nature des courants et du mode de traitement que se trouve le point délicat de l'électrothérapie.

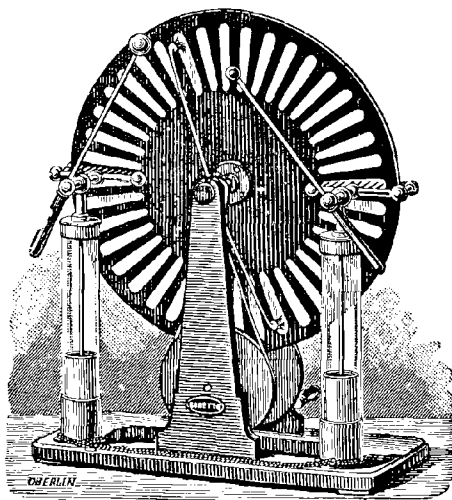


Fig. 223. — Machine électrostatique de Wimshurst.

## CHAPITRE DEUXIÈME

**MACHINES ÉLECTROSTATIQUES.** — Des nombreux modèles de machines électrostatiques, qui ont été créées depuis l'ancienne machine de Ramsden et que l'on rencontre encore dans les laboratoires de physique, les machines de Carré et de Wimshurst sont à peu près les seules employées actuellement en électrothérapie ; nous nous contenterons donc de décrire les modèles les plus récents de ces machines et principalement les nouvelles machines genre Wimshurst sans secteurs.

**Machine de Carré.** — Cette machine que représente notre figure 222, se compose d'un plateau A qui tourne lentement entre les deux coussins D et s'électrise positivement par ce frottement. Un second plateau B tourne rapidement entre le premier plateau A et le peigne E, relié à la terre et dont les pointes émettent un flux d'électricité négative attiré par la charge positive de A ; ce flux rencontre le plateau B qu'il charge négativement, cette charge négative est transportée par la rotation jusqu'au peigne F attaché au cylindre C ; ce peigne émet un flux d'électricité positive qui vient annuler la charge négative de B et laisse le cylindre C chargé négativement. Les mêmes

phénomènes se reproduisent indéfiniment tant que la rotation s'effectue et la charge du cylindre se renouvelant incessamment on peut obtenir un flux continu d'électricité entre C et le conducteur T.

Avec une machine à plateaux de 0<sup>m</sup>,38 et 0<sup>m</sup>,49 on peut obtenir des étincelles de 15 à 18 centimètres de longueur.

#### Machine de Wimshurst.

— La machine de Wimshurst (fig. 223) est formée de deux plateaux en ébonite ou en verre placés à quelques millimètres l'un de l'autre et tournant en sens inverse; ces plateaux sont garnis de petites lamelles d'étain collées sur leur face extérieure; deux tiges de laiton placées à angle droit de chaque côté de la machine portent chacune à leurs extrémités deux petits

balais qui s'appuient sur les plateaux au niveau des secteurs métalliques. La machine est complétée par les roues et cordes motrices, les peignes, les condensateurs et les conducteurs que l'on rencontre dans toutes les machines électrostatiques.

La figure 224 représente un modèle de machine Wimshurst muni de capacités électriques en forme de gros cylindres et construit par M. Gaiffe; la figure 225 est un grand modèle à quatre plateaux de M. Ducretet.

**Machines de Wimshurst sans secteurs.** — La machine électrostatique de M. Bonetti est une heureuse modification de la machine Wimshurst, modification qui consiste simplement dans la suppression des secteurs métalliques et l'augmentation du nombre des balais frotteurs comme le montre clairement notre gravure 226.

Sur les plateaux isolants, entièrement dépourvus de secteurs, frotte une série de balais, supportés comme dans le

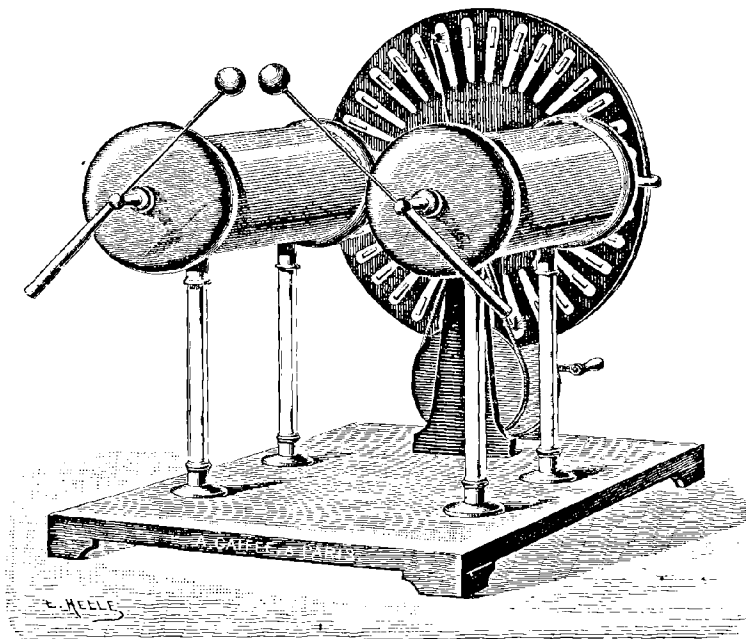


Fig. 224. — Machine électrostatique de Wimshurst, modèle Gaiffe.

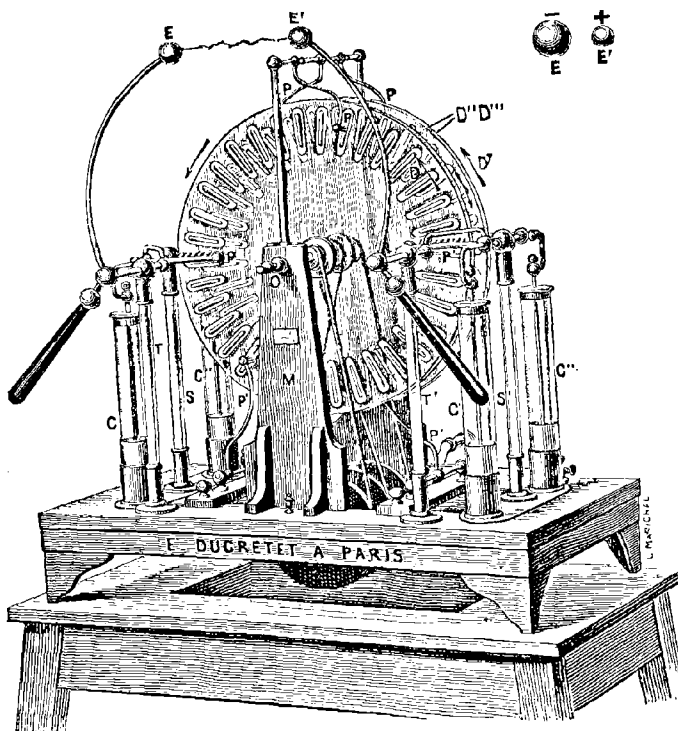


Fig. 225. — Machine électrostatique de Wimshurst, modèle Ducretet.

cas précédent par deux tiges de laiton placées à angle droit de chaque côté de la machine, et disposés de façon à embrasser presque toute la surface des disques; de telle sorte que la partie électrisée qui, dans les machines ordinaires, se trouve limitée aux abords des lamelles métalliques, se trouve répartie avec cette nouvelle disposition sur toute la surface des plateaux, ce qui a pour résultat d'augmenter le débit et la tension de la machine.

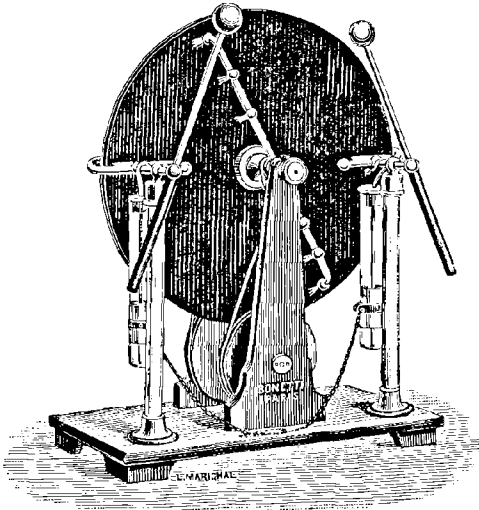


Fig. 226. — Machine électrostatique de M. Bonetti.

La machine ainsi construite n'est plus auto-excitatrice comme la machine de Wimshurst, mais il suffit pour l'amorcer de poser un instant le doigt au sommet de l'un des disques comme l'indique la figure 227; toutefois si le doigt n'est pas bien sec, il est nécessaire de l'enduire d'or mussif (bisulfure d'étain). Pour remédier à ce petit inconvénient, M. Bonetti construit d'ailleurs un modèle mixte (fig. 228) portant une rangée de petits secteurs qui ne sont en contact qu'avec une seule des trois paires de balais; dans les machines à quatre plateaux deux peuvent être garnis de cette manière les deux autres restant nus; de cette façon la machine s'amorce d'elle-même et débite presque autant qu'avec des plateaux nus, mais elle perd, en revanche, une propriété importante de la machine sans secteur : l'inversibilité des pôles.

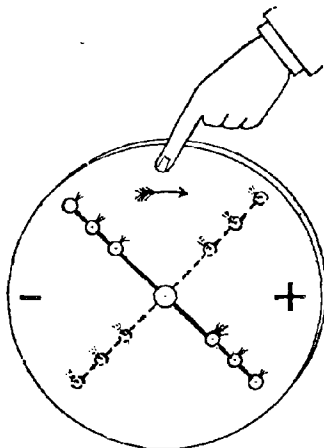


Fig. 227.  
Amorçage de la machine sans secteur.

Un des caractères principaux de la machine sans secteur est, en effet, la fixité des pôles et la faculté de les obtenir du côté voulu; avec elle, le pôle positif va toujours se placer sur le peigne correspondant au sens de la rotation du plateau amorcé et s'y maintient jusqu'au moment où l'on amorce la machine en sens inverse; mais dès que l'on pose le doigt sur le plateau opposé, les pôles sont instantanément inversés. La machine est donc à la fois et à volonté *in-inversible* et *inversible*: *in-inversible* puisque l'on peut maintenir la position des pôles aussi longtemps qu'on le désire et *inversible* puisqu'il suffit de changer la position

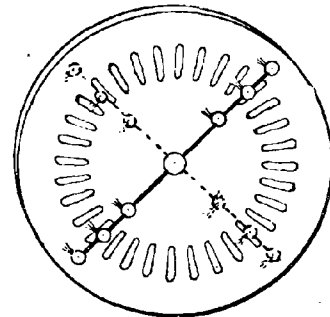


Fig. 228.  
Modèle mixte à petits secteurs.

du doigt pour inverser immédiatement les pôles. Cette importante propriété peut être d'une grande utilité en électrothérapie où il est souvent nécessaire de donner un sens déterminé au courant électrique.

Une propriété non moins importante de la machine Bonetti réside dans la facilité du réglage de la puissance; ordinairement ce réglage ne peut s'obtenir qu'en faisant varier la vitesse des plateaux, mais quand cette vitesse devient trop faible, l'appareil se désamorce; avec la machine à balais multiples, il suffit, au contraire, de déplacer ces balais, qui peuvent glisser sur les tiges de laiton qui les supportent, pour faire varier le débit dans des limites assez étendues sans avoir à craindre le désamorçage de l'appareil; en éloignant les balais les uns des autres, on étend la surface active des dis-

ques et on augmente, par suite, la quantité d'électricité produite, en les rapprochant on diminue, au contraire, la surface utile et conséquemment le débit de la machine. Au point de vue médical cette propriété est non moins intéressante que la précédente.

Enfin, l'entretien de l'appareil est facilité par la suppression des secteurs métalliques qui étaient une cause de fragilité, pouvaient se déchirer et contribuaient par leur frottement continu à l'usure rapide des balais.

Les plateaux de la machine que représente la figure 226, sont actionnés par deux cordes passant, d'une part, sur deux grandes poulies à gorge calées sur un arbre muni d'une manivelle et, d'autre part, sur deux petites poulies solidaires des plateaux; l'une des cordes est droite, l'autre est croisée de manière à obtenir la rotation en sens inverse des plateaux. La figure 229 représente un modèle analogue construit par M. Chardin, et comportant d'importants perfectionnements mécaniques; le bâti et les grandes roues à gorge sont en fonte et l'ensemble de la machine est facilement démontable, comme l'indique clairement la figure 230.

Notre gravure 231 représente une machine de même système également perfectionnée au point de vue mécanique; elle peut sans inconvénient fonctionner continuellement toute la journée. Le bâti est en fonte et les paliers munis de graisseurs, une seule corde provoque l'entraînement en sens inverse des plateaux et cette corde n'est croisée en aucun endroit, ce qui évite la poussière produite par le frottement des deux brins de corde l'un contre l'autre; cette corde est, en effet, entraînée par une des grandes poulies placées à la partie inférieure et actionnée par une manivelle, elle passe sur les deux petites poulies des plateaux puis revient sur l'autre grande roue qui est indépendante et tourne en sens inverse de la première; un tendeur spécial permet de resserrer la corde et de la maintenir dans un état de tension convenable, ce qui a

son importance au point de vue du bon fonctionnement de la machine. L'appareil est enfin monté sur une table et enfermé dans une cage vitrée qui le met à l'abri des poussières et des influences atmosphériques.

La figure 232 représente encore une machine de système analogue mais de disposition entièrement différente et créée spécialement pour obtenir des effets excessivement puissants. Dans ce dernier modèle les plateaux sont remplacés par deux cylindres concentriques tournant en sens inverse; cette disposition augmente considérablement la surface des parties actives puisque sous le même volume que la machine précédente, ce modèle débite deux fois et demie plus qu'elle. Les

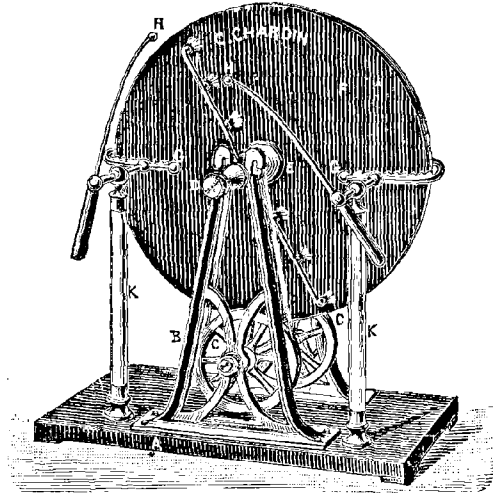


Fig. 229. — Machine Wimshurst, modèle de M. Chardin.

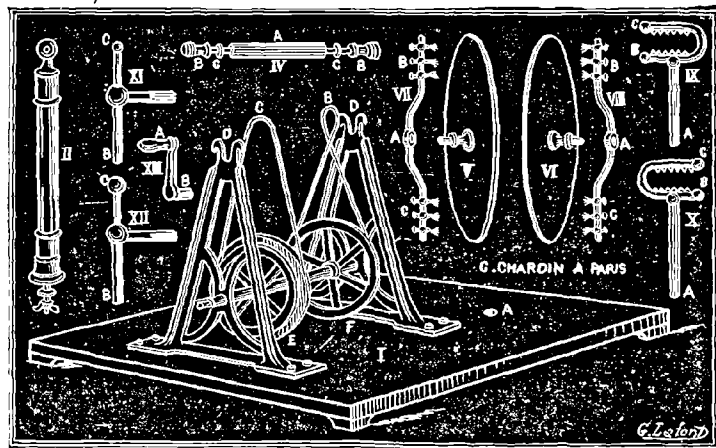


Fig. 230. — Organes divers de la machine Wimshurst, modèle de M. Chardin.

balais sont montés sur deux tiges verticales, l'une disposée à l'intérieur du cylindre intérieur et

l'autre à l'extérieur du cylindre extérieur. La partie mécanique est très soignée, le bâti est entièrement métallique, les frottements sont à billes et la transmission s'effectue au moyen d'engrenages; aussi malgré son énorme débit, cette machine n'exige qu'une dépense d'énergie de sept à huit kilogrammètres.

La figure 233 montre la même machine actionnée par un petit moteur mécanique de huit kilogrammètres et entourée de ses différents accessoires, entre autres l'excitomètre du docteur Debedat qui se trouve sur le devant de la gravure et permet de déterminer approximativement le débit de la machine par la mesure de la longueur des étincelles.

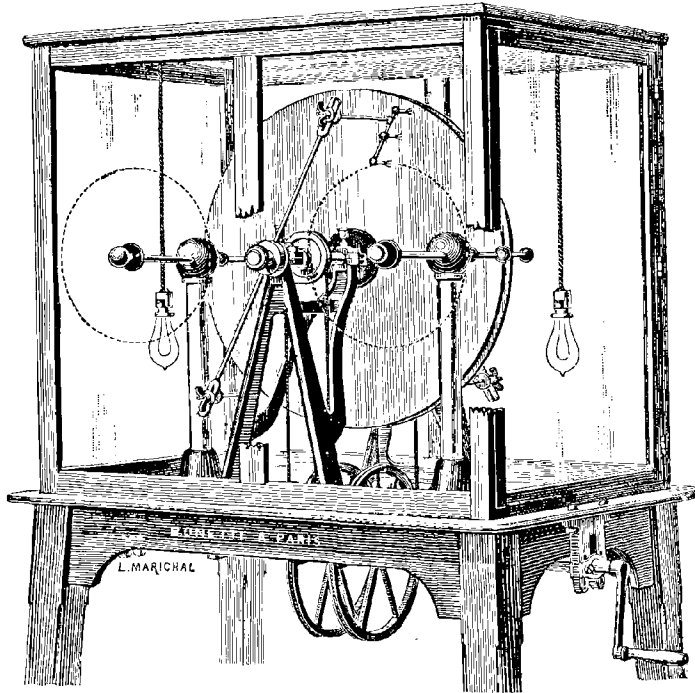


Fig. 231. — Machine électrostatique de M. Bonetti.

**machines statiques** — L'action sur l'organisme des courants produits par les machines électrostatiques est effectuée au moyen d'excitateurs (fig. 234 à

### Applications médicales des

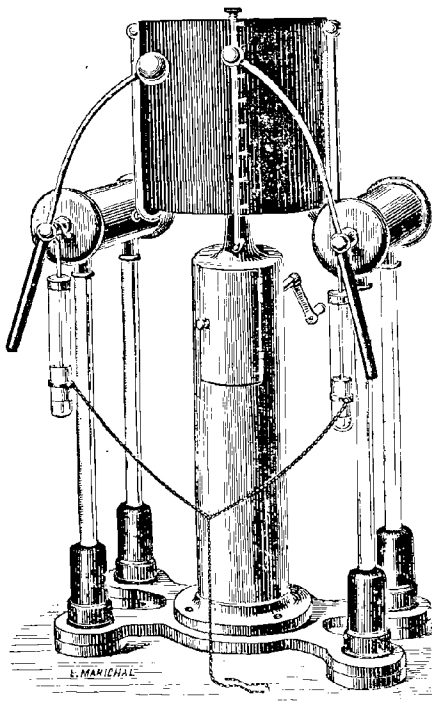


Fig. 232. — Machine électrostatique à cylindres de M. Bonetti.

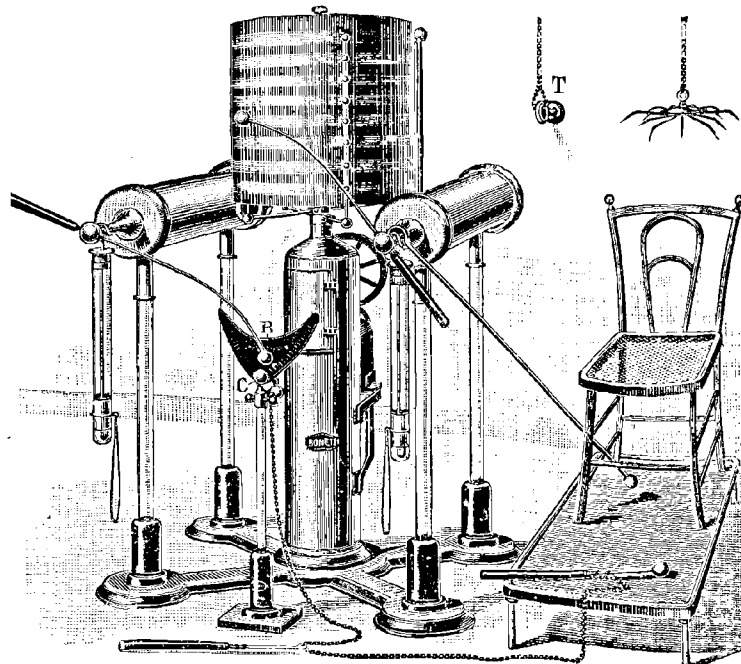


Fig. 233. — Machine à cylindres concentriques de M. Bonetti actionnée par un moteur de 8 kilogrammètres.



239), de formes diverses, ordinairement munis de pointes et qui sont approchés de la partie voulue du corps et reliés à l'un des pôles de la machine.

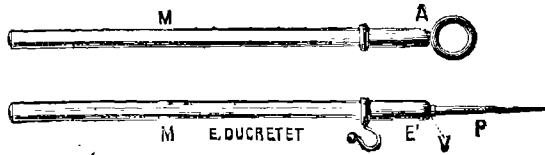


Fig. 234. — Excitateurs Ducretet.

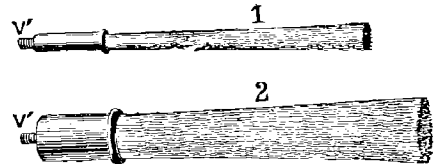


Fig. 235. — Excitateurs du Dr Jennings.

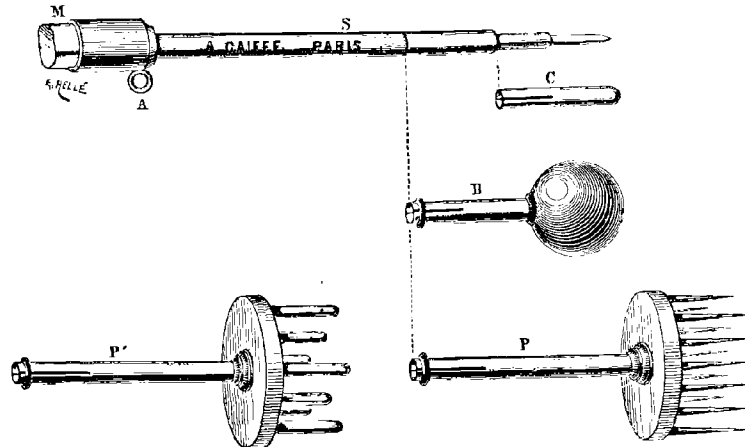


Fig. 236. — Excitateurs GaiFFE pour électricité statique.

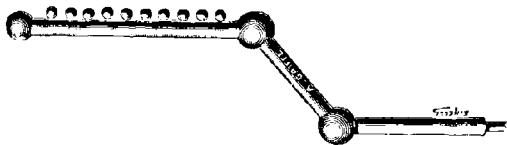


Fig. 237. — Excitateur pour la colonne vertébrale.

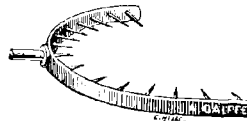


Fig. 238. — Excitateur pour la tête.



Fig. 239. — Excitateur à décharges réglables.

Ces excitateurs peuvent être, soit tenus à la main comme l'indique la figure 240, soit suspendus à l'aide de poulies et consoles fixées contre le mur, comme le

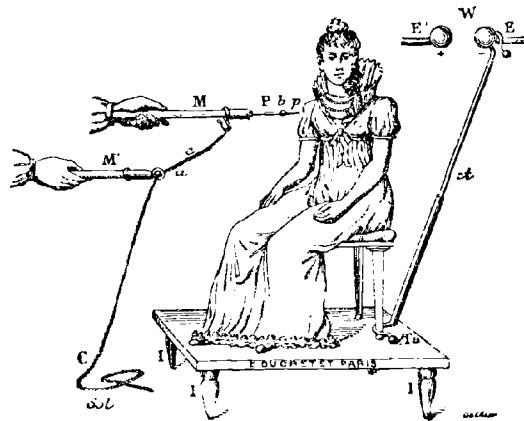


Fig. 240. — Mode d'emploi des excitateurs Ducretet.



Fig. 241. — Excitateur Chardin.

montrent les figures 241, 242 et 243, soit encore maintenus par des supports spéciaux que représentent nos figures 244 et 245.

Quant à la place et à la durée de cette action, elle dépend naturellement d'une série de circonstances particulières qui doivent être déterminées dans chaque cas spécial par le docteur.

Le principal inconvénient des machines statiques est de nécessiter leur mise en mouvement, durant tout le temps de leur emploi, par la main d'un opérateur agissant sur une manivelle. Pour les expériences et les applications de longue durée cet entraînement fastidieux est bien peu pratique et a suffi pour en faire rejeter l'emploi par de nombreux doc-

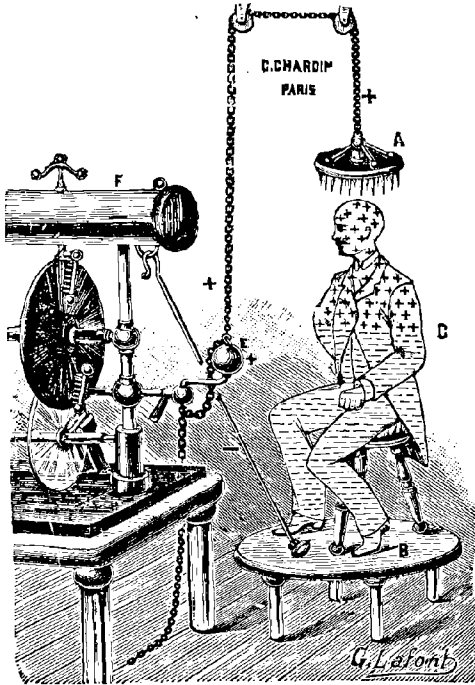


Fig. 242 — Mode d'emploi des excitateurs Chardin.

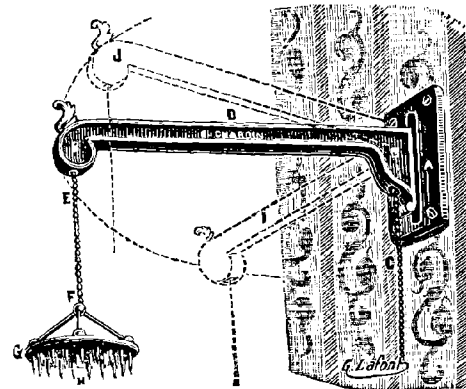


Fig. 243. — Console-support pour excitateur Chardin.

teurs. On peut toutefois y remédier très facilement en utilisant, pour la commande des plateaux des machines statiques, une petite machine motrice

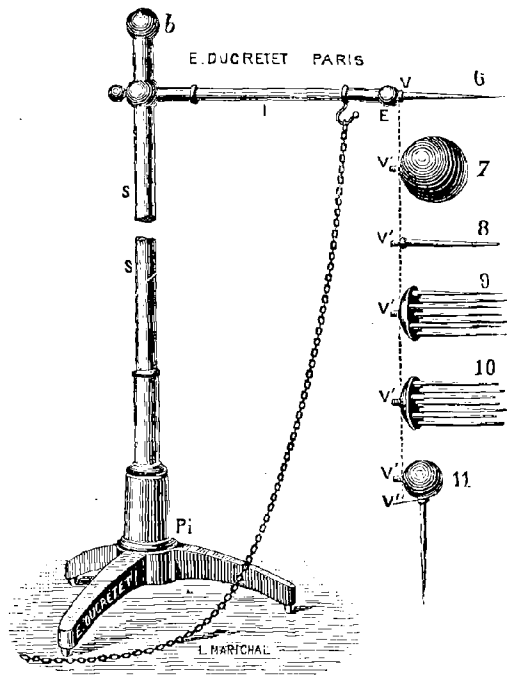


Fig. 244. — Support et excitateurs Ducretet.

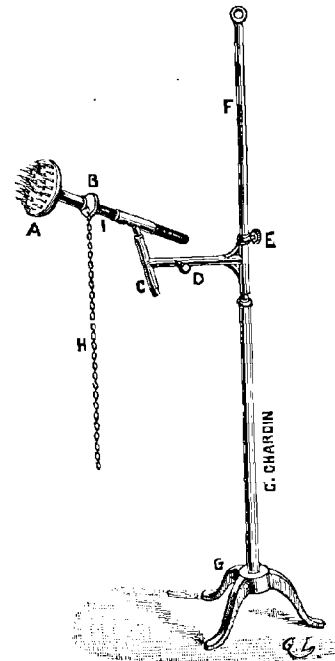


Fig. 245. — Support et excitateur Chardin.

quelconque, principalement un moteur électrique; surtout lorsqu'on dispose du courant d'un sec-

teur électrique cette installation est extrêmement commode. Notre figure 246 représente une disposition de ce genre réalisée par M. Chardin ; une machine de Wimshurst s'y trouve actionnée par un électromoteur au moyen d'une corde.

Quoique donnant pratiquement de bons résultats cette disposition et toutes les dispositions analogues sont irrationnelles parce que l'on cherche à utiliser dans leur réalisation les machines statiques telles qu'elles sont actuellement construites en vue d'une mise en marche à l'aide d'une manivelle actionnée par la main.

Prenons comme exemple une machine de Wimshurst dont les plateaux doivent, pour obtenir un bon rendement, tourner très rapidement ; comme la rotation de l'arbre de la manivelle, actionnée par la main, ne peut être que relativement lente, il est indispensable de multiplier cette vitesse dans la commande par corde des arbres des plateaux, résultat obtenu par la différence de diamètre des roues de commande. Par contre, comme la vitesse de rotation des moteurs électriques est forcément très considérable, cette vitesse doit être diminuée dans la commande de l'arbre de la manivelle. De telle sorte que l'on arrive à cette combinaison illogique et désastreuse au point de vue mécanique : commander un arbre par un autre devant tourner à une vitesse relativement semblable par une série d'arbres intermédiaires et de renvois de mouvements qui diminuent d'abord la vitesse pour l'augmenter ensuite. Il en résulte une complication nuisible, une grande quantité de paliers à graisser, de nombreuses cordes dont il faut régler la tension et en fin de compte une dépense d'énergie motrice considérablement augmentée.

Le seul moyen d'y remédier est de créer des dispositions nouvelles spécialement adaptées à la commande mécanique ; on pourrait, par exemple, commander directement par cordes les arbres des plateaux en plaçant sur les deux extrémités de l'arbre du moteur deux poulies dont l'une actionnerait l'un des plateaux par une corde droite et l'autre le second plateau par une corde croisée de manière à obtenir la marche en sens inverse.

Mais nous avons imaginé une autre disposition qui nous semble encore bien préférable et qui consiste à employer deux petits électromoteurs tournant en sens inverse et entraînant chacun un des plateaux directement calé sur son axe ; notre figure 247 représente cette disposition, le plateau P est directement fixé sur l'extrémité de l'arbre du moteur M lui-même supporté par une colonne C ; l'autre plateau,

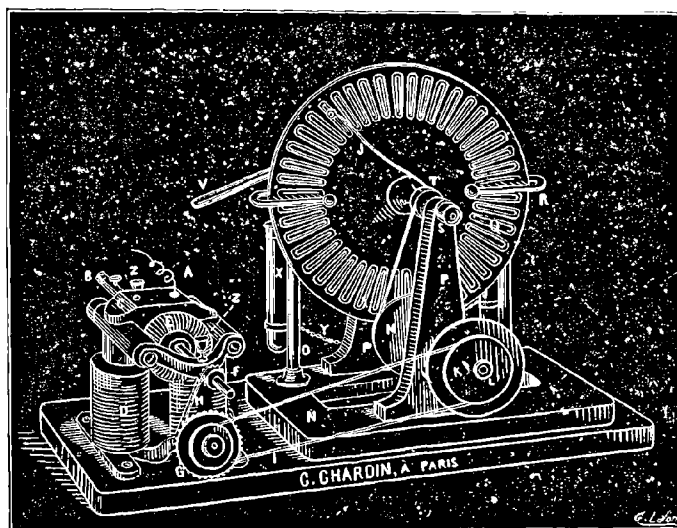


Fig. 246. — Machine statique actionnée par un électromoteur de M. Chardin.

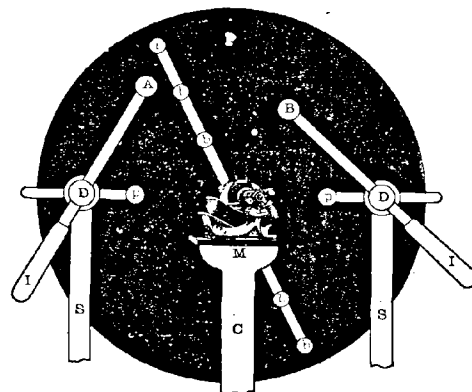


Fig. 247. — Machine électrostatique à commande directe des plateaux par électromoteurs, dispositif de M. J.-L. Broton.

non visible sur la figure, est également fixé sur l'extrémité de l'axe d'un second moteur identique au premier ; l'ensemble est, en somme, composé de deux moteurs portant à l'extrémité de leur arbre, en place de la poulie qui s'y trouve ordinairement fixée, un plateau en ébonite ou en verre et disposés sur deux colonnettes de manière que les plateaux tournant en sens inverse se trouvent placés parallèlement à quelques millimètres de distance l'un de l'autre. Quant aux autres parties de la machine, elles sont disposées d'une façon identique à celles des machines Bonetti, décrites plus haut ; en *b, b, b*, se trouvent les balais de frottement supportés par une tige fixée à la colonne C ; en *p, p* sont les peignes en forme d'U supportés par les supports isolants S, S lesquels portent également les deux branches D, D de l'excitateur entre les boules A, B, duquel jaillissent les décharges ; ces branches sont munies de deux poignées isolantes I, I qui permettent de faire varier à volonté l'écartement des sphères A, B, et par suite, la longueur des étincelles. Avec cette disposition, tous les arbres intermédiaires et toutes les cordes ou courroies de transmission se trouvent supprimés et les plateaux tournent très rapidement ce qui augmente le rendement de la machine ; par contre, le prix d'achat se trouve quelque peu augmenté et la machine ne peut fonctionner qu'au moteur, aucun dispositif ne permettant la mise en marche à la main.

Avec la commande par moteur électrique les machines statiques deviennent d'une commodité d'emploi exceptionnelle, puisqu'il suffit de manœuvrer une manette pour mettre en marche l'appareil et le faire fonctionner pendant un temps indéterminé.

### CHAPITRE TROISIÈME.

**APPLICATION MÉDICALE DES COURANTS CONTINUS.** — Les courants continus de faible intensité, s'élevant au maximum à 200 milliampères sont employés en médecine par leur action directe sur les nerfs et les muscles de l'organisme en traversant une partie du corps et par leur action électrolytique sur la matière organique d'un organe quelconque. Dans la première action on prend de grandes précautions pour éviter l'action chimique aux points d'application des électrodes, action qui produit une modification de l'épiderme provoquant une sensation de brûlure et que l'on nomme escharre ; dans la seconde action, appelée électrolyse ou galvanocaustique chimique, ce sont au contraire ces actions chimiques, cette décomposition électrolytique des tissus, qui sont utilisées. Il y a donc là deux actions très nettement différentes et qu'il ne faut pas confondre.

Les courants employés pour la première action dépassent rarement 30 milliampères ; ceux utilisés pour la seconde atteignent parfois 2 à 300 milliampères. La production de ces derniers courants exigent donc des piles plus puissantes.

Le nom de galvanocaustique chimique, souvent donné à l'emploi de l'action électrolytique des courants continus sur les tissus organiques, donne lieu parfois à une confusion regrettable avec la galvanocaustique thermique qui cependant est tout à fait différente.

La galvanocaustique thermique, que nous étudierons plus loin, consiste, en effet, dans la cautérisation des tissus par des fils ou lames de platine portés au rouge ; dans ce cas l'électricité, sous forme de courant d'intensité relativement grande et de basse tension, n'intervient que pour porter au rouge l'appareil cautérisant et elle n'a aucune action directe sur l'organisme.

Au contraire, dans l'électrolyse, les excitateurs reliés aux pôles de la pile et entrant en contact avec le corps ne changent pas de température et ne servent tout simplement qu'à amener

le courant à l'endroit à traiter; c'est ce courant électrique de faible intensité et tension moyenne qui agit directement sur les tissus qu'il décompose. On sait, en effet, que lorsqu'un courant électrique traverse un électrolyte il se produit une décomposition chimique; si, par exemple, l'électrolyte est constitué par de l'eau acidulée, cette eau se trouve décomposée en ses éléments, oxygène et hydrogène, qui se portent à chacune des électrodes.

C'est une action absolument analogue qui est utilisée dans l'application électrolytique des courants continus; les tissus se trouvent décomposés et cette décomposition produit à chaque pôle des actions quelque peu différentes; l'escharre qui se forme au pôle positif est dure et rétractile, semblable à l'action produite par les acides sur les tissus; au contraire, l'escharre produite au pôle négatif est molle et non rétractile analogue à l'action des alcalis. Cette différence s'explique d'ailleurs facilement car l'on sait que dans les décompositions électrolytiques les acides se portent au pôle positif et les bases au pôle négatif. Il faut donc avoir grand soin, dans les actions électrolytiques médicales, de vérifier la disposition des pôles suivant les effets à obtenir.

Pour éviter toute confusion il serait donc bon de renoncer à l'expression galvanocaustique chimique et d'employer exclusivement celle d'électrolyse. Il en est de même des dénominations de galvanopuncture et d'électropuncture qui ne sont exactes que lorsqu'on utilise comme excitateurs des aiguilles implantées dans les tissus ce qui est très loin d'être le cas général.

Pour régler l'intensité du courant traversant la partie du corps soumise à son action, on utilise ordinairement, comme nous le verrons dans la description des appareils, un collecteur qui groupe diversement les différents éléments de pile et fait varier par suite la force électromotrice et conséquemment l'intensité du courant circulant dans un circuit de résistance donnée; on peut encore ne pas modifier le groupement des piles et faire varier l'intensité en introduisant des résistances plus ou moins considérables dans le circuit; ces résistances peuvent être simplement constituées par des épaisseurs différentes de terre glaise, de linge ou d'éponge humides, éloignant plus ou moins l'électrode de l'épiderme. Il faut, dans les deux cas, faire varier l'intensité lentement et sans à-coups.

Il est absolument inutile, en électrothérapie, d'employer des piles pouvant donner une grande intensité par ce que, même si les grandes intensités ne pouvaient être dangereuses, la résistance du corps, toujours très considérable, ne laisse passer, avec les voltages ordinairement utilisés, que des courants très peu intenses.

Il faut toutefois, pour que la pile soit bien constante, ce qui est une des principales qualités pour une pile médicale, qu'elle puisse produire une intensité largement supérieure à la plus grande intensité susceptible d'être employée.

Nous ne nous occuperons dans ce chapitre que des piles dont le courant de petite intensité est destiné à être directement employé pour les applications thérapeutiques; les autres piles employées par les médecins pour l'alimentation des appareils d'induction, des cautères ou des petites lampes destinées à l'éclairage des cavités, seront décrites dans les chapitres suivants traitant spécialement de ces applications de l'électricité à la médecine et à la chirurgie.

**Piles médicales.** — Nous allons examiner les différents modèles de piles médicales les plus connus qui diffèrent entre eux par le genre et la disposition des éléments; on verra qu'une des préoccupations des constructeurs a été de rendre ces appareils aussi facilement transportables que possible.

M. Chardin a adopté pour ses appareils les piles au bisulfate de mercure dont la force électromotrice est assez élevée (1<sup>v</sup>, 526), et dont la constance est très satisfaisante. Ses éléments (fig. 248) sont

constitués de deux cylindres, l'un de zinc, l'autre de charbon, plongeant dans un vase cylindrique contenant la solution active; pour permettre le transport les vases contiennent un double flotteur de liège qui surnage sur le liquide lorsque les électrodes sont soulevées et empêche ainsi l'épanchement du liquide; dès que l'on met la pile en fonction en abaissant les électrodesou, ce qui revient au même, en soulevant les vases, les flotteurs s'enfoncent dans le liquide et celui-ci passant à la partie supérieure vient baigner ces électrodes.

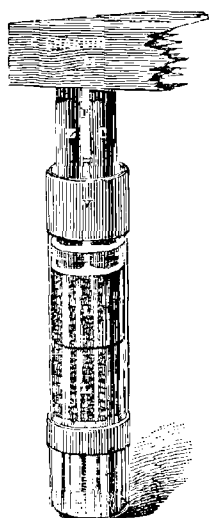


Fig. 248. — Élément Chardin à flotteur.

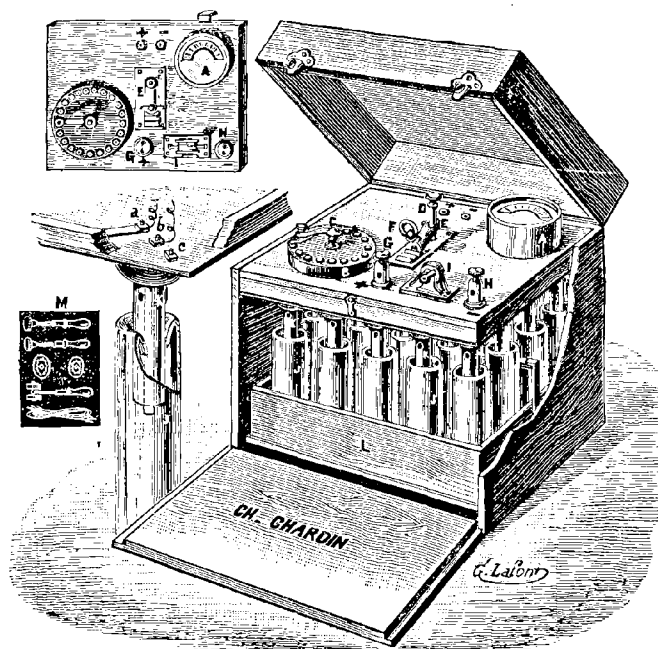


Fig. 249. — Pile médicale au bisulfate de mercure de M. Chardin.

M. Chardin a depuis perfectionné ce modèle et son dernier dispositif, spécialement destiné à l'électrolyse qui demande des courants relativement intenses, est représenté par la figure 249; le cylindre de zinc est placé au centre d'un tube de charbon, lequel pénètre dans un vase cylindrique en celluloïd dont la partie supérieure, en forme d'entonnoir, s'adapte contre sa surface et produit une fermeture suffisante pour éviter toute projection de liquide; l'emploi du celluloïd permet d'obtenir une grande légèreté et une grande sécurité, ces vases pesant dix fois moins que ceux de verre et ne risquant pas de se briser. Les charbons et les zincs de chaque élément sont fixés à une seule planchette et les connexions sont recouvertes par une seconde planchette; tous les vases sont contenus dans le casier L qui peut être soulevé ou abaissé à l'aide de la tige D immobilisée à hauteur voulue par le cliquet E prenant appui sur la crémaillère G; grâce à cette disposition, on peut facilement retirer les électrodes du liquide excitateur ou les y plonger plus ou moins pour régler le débit de la pile; en A se trouve le galvanomètre servant à mesurer l'intensité du courant, en I est un inverseur de courant et en C le collecteur permettant de mettre en circuit un nombre plus ou moins grand d'éléments. Le tout est disposé dans une caisse à poignée qui permet un transport facile; ces appareils se construisent avec 18, 24 et 32 éléments. En remplaçant le bisulfate de mercure par une solution de bichromate de potasse et d'acide sulfurique et en groupant les éléments en quantité la même pile donne un courant assez puissant pour alimenter les petites lampes médicales dont nous étudierons l'application plus loin.

M. Trouvé a également adopté les piles au sulfate de mercure; les électrodes sont constituées par un crayon de zinc placé entre deux crayons de charbon; la caisse à compartiments rectangulaires qui renferme le liquide excitateur est en ébonite et peut être soulevée plus ou moins au moyen

d'une tige à crémaillère qui peut être fixée à la hauteur voulue par un petit cliquet (fig. 250) ; les connexions des éléments sont renfermées entre deux planchettes ; un collecteur double dont nous étudierons plus loin le fonctionnement, permet de grouper les éléments de diverses manières ; un milliampère-mètre et un inverseur du courant complètent l'appareil renfermé dans une boîte très transportable. La figure 251 représente une pile identique de 20 éléments à collecteur simple intercalant les éléments deux par deux dans le circuit.

Dans ses appareils, M. Gaiffe emploie des piles au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, sorte de pile Leclanché dont le vase poreux est constitué par un cylindre creux de charbon (fig. 252), contenant des couches superposées de grains de bioxyde de manganèse et de charbon, et

dont la solution de chlorhydrate d'ammoniac est remplacée par une solution de chlorure de zinc. Il emploie également des couples au chlorure d'argent ainsi que des piles au sulfate de bioxyde de mercure.

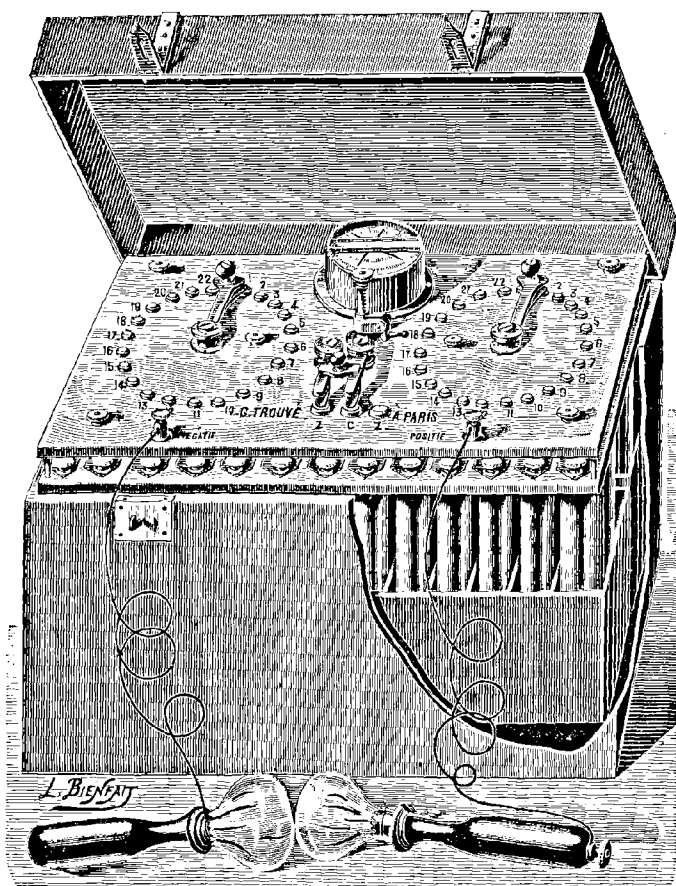


Fig. 250. — Pile médicale au sulfate de mercure de M. G. Trouvé.

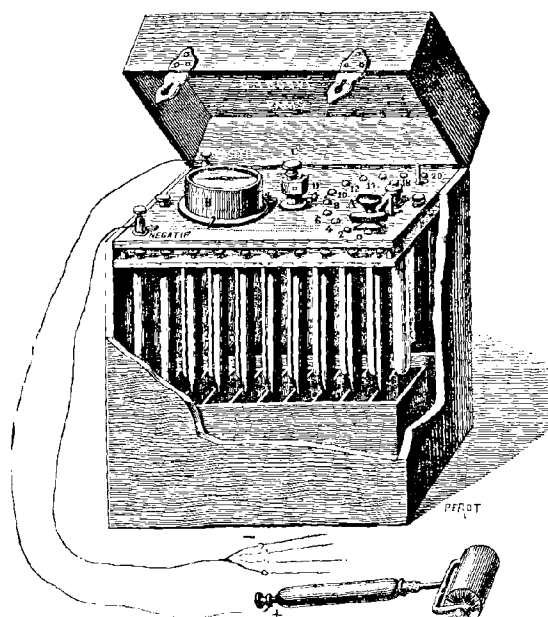


Fig. 251. — Pile médicale de M. G. Trouvé.

La figure 253 représente une batterie pour docteurs, avec éléments au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc. Cette batterie comprenant 24, 36, 48 ou 60 éléments est renfermée dans une caisse en acajou avec ses différents accessoires dont un collecteur double et un galvanomètre. La figure 254 représente un meuble en vieux chêne contenant les batteries au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc de 24, 36, 48 et 60 éléments et dont le dessus, en forme de pupitre, supporte un collecteur double ou un régulateur de potentiel, un inverseur de courant et un galvanomètre d'Arsonval-Gaiffe.

La batterie, figure 255, est composée d'éléments au chlorure d'argent ; elle est munie d'un collecteur double permettant de coupler ces éléments et de les prendre deux par deux. Ces éléments

sont constitués par un vase d'ébonite fermé par un couvercle à vis sur lequel sont fixés un zinc amalgamé et une plaque de chlorure d'argent fondu enfermée dans un sac de toile; un casier de papier buvard contient le liquide excitateur et maintient les électrodes à un écartement convenable. Cette pile est surtout destinée aux médecins devant se déplacer souvent car, ne contenant pas de liquide libre, elle peut être transportée sans danger. Mais elle ne peut servir utilement dans les pays chauds, où les couples, se desséchant rapidement, sont mis hors d'usage au bout de peu de temps.

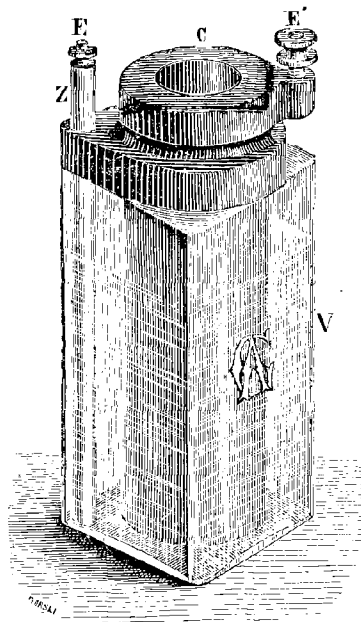


Fig. 252. — Élément au bioxyde de manganèse de M. Gaiffe.

Le modèle, figure 256, est une batterie au sulfate de bioxyde de mercure munie d'un collecteur simple rectiligne permettant de prendre les couples un à un. Les éléments sont constitués (fig. 257) par une tige de zinc placée au centre d'un tube de charbon de cornue; toutes les connexions sont visibles; les vases contenant le liquide actif sont disposés dans un casier B (fig. 256) pouvant être soulevé ou abaissé à volonté à l'aide de la tige T.

La figure 258 représente un autre modèle analogue à collecteur curviligne double. Les accessoires sont enfermés dans un tiroir disposé à la partie inférieure de la caisse contenant les éléments; l'intensité maximum du courant que cette batterie peut débiter est de 250 milliampères avec 48 couples en action.

Le collecteur double des appareils de Gaiffe est ingénieusement disposé et nous devons en dire un mot avant de poursuivre; ce collecteur à double cadran permet, étant donnée une pile montée en vue des résistances quelconques que pourra offrir le circuit extérieur : 1° de faire entrer les couples un à un ou deux à deux dans le circuit, suivant que

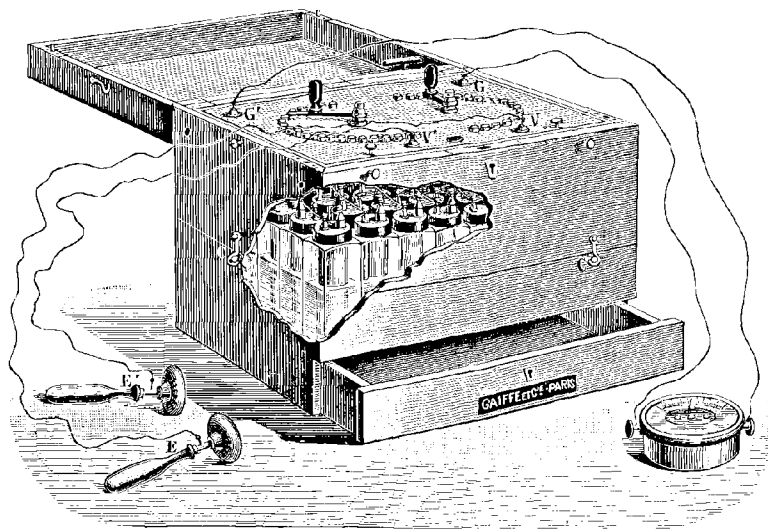


Fig. 253. — Batterie de M. Gaiffe au bioxyde de manganèse.

la batterie est reliée au collecteur couple par couple ou deux couples par deux couples, sans que jamais la variation ne dépasse celle due à l'accroissement d'intensité déterminée par l'addition d'un ou de deux couples; 2° de faire entrer dans le circuit un segment quelconque de la pile, ce qui permet, dans les cas où un nombre restreint de couples est mis en action, de répartir le travail de façon à ne pas constamment user les mêmes.

Le schéma ci-contre (fig. 259) permet de voir clairement la disposition d'un de ces organes monté



ment. On peut donc, en attachant convenablement à ces boutons les conducteurs AP', BN', y recueillir le courant fourni soit par la pile entière, soit par un segment quelconque de celle-ci. Par exemple la disposition représentée sur la figure donne le courant de six couples, de 4 à 9 inclusivement. Le contact des con-

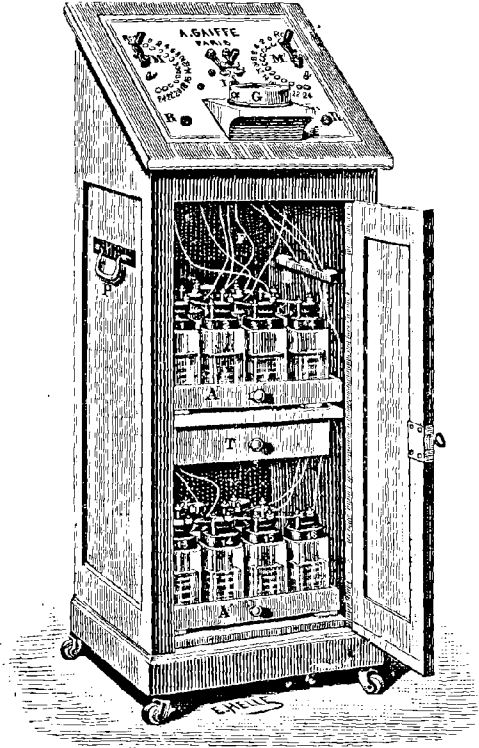


Fig. 254. — Batterie de cabinet au bioxyde de manganèse.

ducteurs avec les boutons est assuré par des ressorts en T, A et B, représentés ici mobiles le long des rainures *aa*, *bb*. La branche transversale du T des ressorts est assez longue pour qu'elle puisse reposer sur deux boutons à la fois et que l'introduction d'un nouveau couple dans le circuit ait lieu avant l'abandon du couple précédent, de façon que la variation de tension soit limitée à celle résultant de l'addition d'un couple, sans variation négative préalable répondant à la brusque suppression de tout le courant qui passait auparavant. Le ressort A pouvant être amené sur l'un quelconque des boutons de la rangée de gauche, et le ressort B sur l'un quelconque des boutons de la rangée de droite, on pourra ainsi recueillir le courant d'un segment quelconque, initial, terminal ou

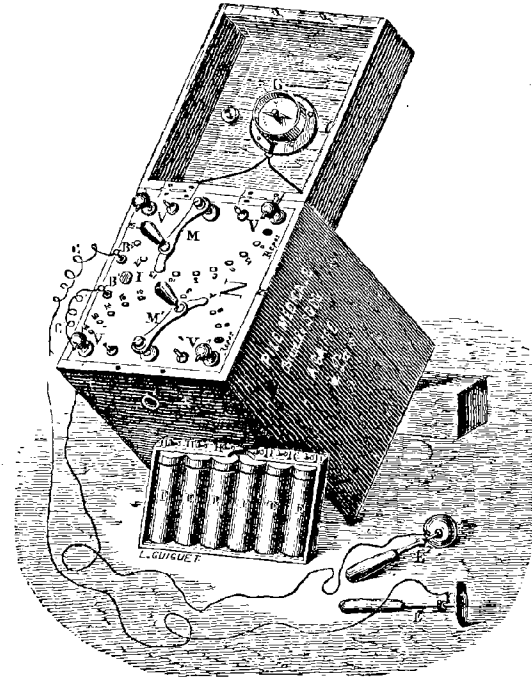


Fig. 255. — Batterie médicale au chlorure d'argent de M. Gaiffe.

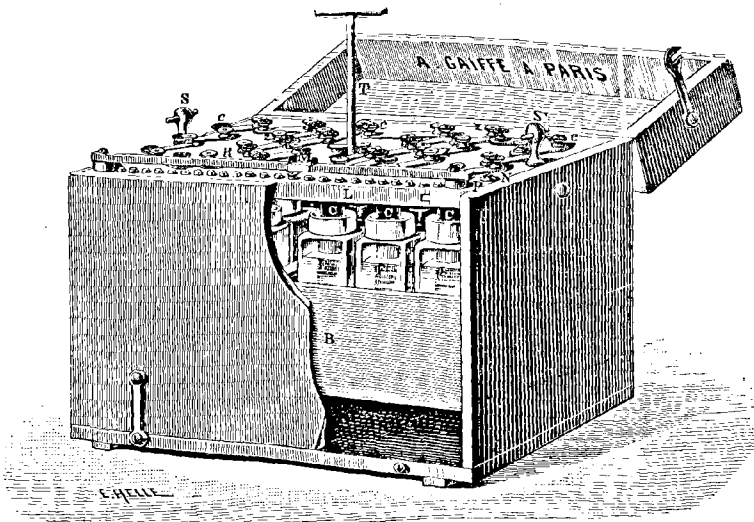


Fig. 256. — Batterie au sulfate de mercure de M. Gaiffe.

intermédiaire, le contact le plus rapproché de O étant négatif. On a ainsi la facilité, dans les applications où l'on n'utilise qu'un nombre restreint de couples, de les choisir où l'on veut, ménageant les autres, et d'éviter ainsi de faire porter exclusivement la dépense chimique sur l'une des extrémités de la pile.

Maintenant que, sans rien changer

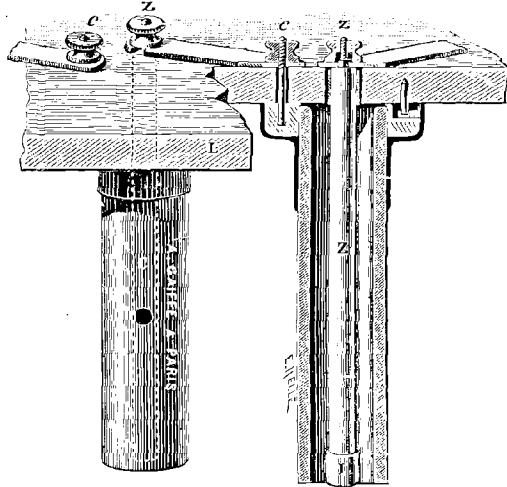


Fig. 257. — Élément Gaiffe au sulfate de mercure.

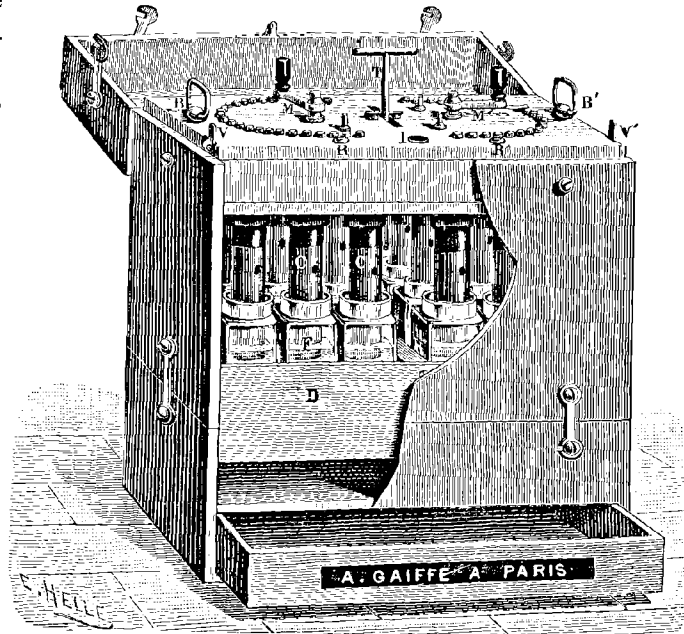


Fig. 258. — Batterie au sulfate de mercure à collecteur double.

à l'économie générale de ce mécanisme, on donne à chacune des rangées de boutons la forme d'un cercle, comme le montre la figure 260, on pourra rendre fixe, au centre de la courbe, la base des ressorts en T; à leur glissement le long des rainures se trouvera alors substituée la rotation autour d'un point fixe; et l'on aura simplifié la manœuvre en même temps qu'économisé la place.

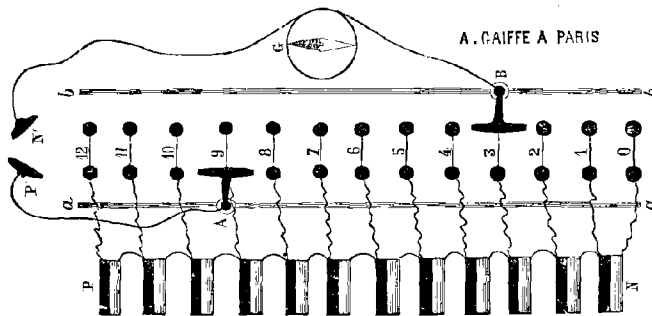


Fig. 259. — Schéma du collecteur double de M. Gaiffe.

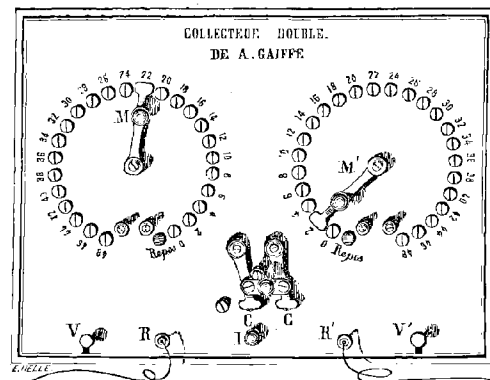


Fig. 260. — Collecteur double de M. Gaiffe.

Ce collecteur permet enfin de vérifier en peu de minutes l'état de la pile qu'on va employer. Fermant le circuit extérieurement sur un galvanomètre, à l'aide des rhéophores fixés aux deux points d'attache RR', on fait entrer dans le circuit les couples successivement un à un. La boussole traduit immédiatement leur activité ou leur défaillance.

**Appareils de mesure des courants.** — Il est indispensable, en électrothérapie de connaître la valeur des courants utilisés pour les traitements, aussi fait-on constamment usage de galva-

nomètres ou milliampèremètres très sensibles, donnant par lecture directe l'intensité du courant en milliampères. Il en existe de très nombreux modèles d'une grande sensibilité, tels que ceux d'Arsonval-Gaiffe, dont les figures 261 et 262 représentent deux modèles, et qui se composent d'une bobine rectangulaire se mouvant dans un champ magnétique. Cette bobine est portée sur des pivots en acier trempé roulant dans des chapes en pierre dure polie; deux ressorts en métal non magnétique amènent le courant et servent en même temps à équilibrer l'action électrique. Le champ est obtenu par des aimants dont la forme varie, mais reste toutefois telle, qu'il est inutile d'ajouter des épanouissements ou des masses de fer pour que le champ présente l'intensité voulue et donne une division régulière.

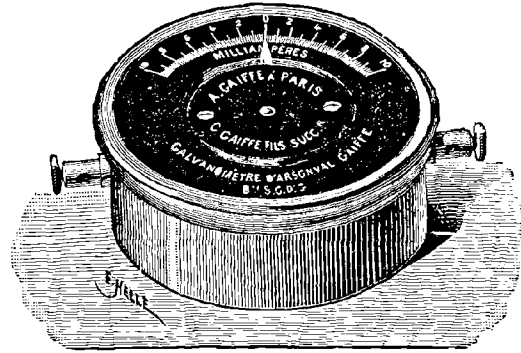


Fig. 261. — Galvanomètre d'Arsonval-Gaiffe.

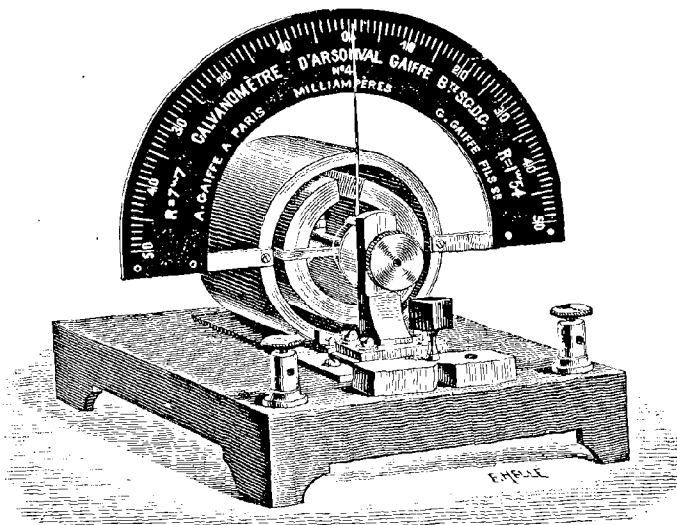


Fig. 262. — Galvanomètre d'Arsonval-Gaiffe, grand modèle.

cadre I est suspendu entre les branches d'un aimant multiple A en fer à cheval et le fil de suspension S est en métal, pour amener le courant au fil du cadre; un ressort T maintient le tout et assure la rigidité de l'ensemble mobile.

Les aimants horizontaux fixes, produisent un champ magnétique très intense et uniforme dans toutes les parties où le cadre mobile se déplace. Les déviations sont donc proportionnelles sur une très grande étendue de l'échelle. L'apériodicité est absolue, le fil se trouvant enroulé sur un cadre en argent. Les fils de suspension portent un miroir et une aiguille *a* se mouvant devant un cadre divisé *c*.

Citons encore, avant de terminer l'exposé de ces instruments dont l'usage est indis-

Le galvanomètre apériodique (fig. 263) se compose d'un aimant M entre les branches duquel se meut une bobine B qui transmet son mouvement par l'intermédiaire de la fourchette T à l'aiguille-index A. Cet appareil étant équilibré dans toutes ses parties, peut fournir des indications dans toutes les positions, et sa dimension, 10 centimètres de diamètre, en fait un instrument très transportable et très pratique.

Dans le galvanomètre apériodique de M. Ducretet (fig. 264) l'aimant directeur est fixe, tandis que le cadre sur lequel est enroulé le circuit dans lequel passe le courant à mesurer, est mobile. Le

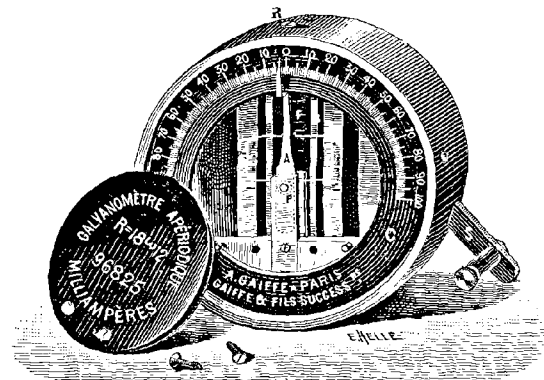


Fig. 263. — Galvanomètre apériodique de M. Gaiffe.

pensable pour tous les praticiens sérieux, les appareils de mesure très commodes établis par

M. Chardin; la figure 265 montre son milliampèremètre aperiodique fonctionnant dans toutes les positions et la figure 266 représente un ingénieux dispositif permettant de lire à distance, à l'aide d'un miroir incliné et légèrement concave, les indications de l'aiguille des galvanomètres horizontaux. La figure 267 montre la disposition

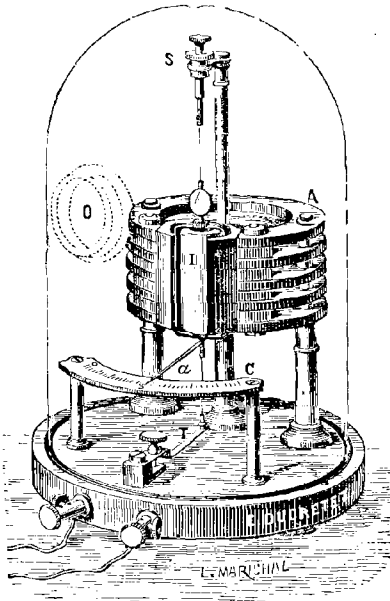


Fig. 264.  
Galvanomètre aperiodique de M. Ducrelot.

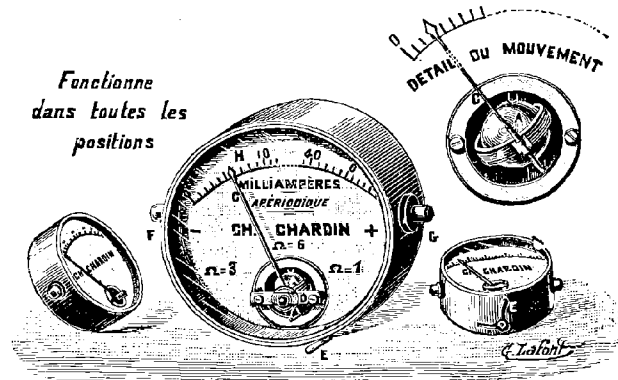


Fig. 265.  
Milliampèremètre aperiodique de M. Chardin.

de cet appareil sur le couvercle d'une batterie médicale; le miroir et sa tige se placent dans le couvercle suivant le dessin pointillé pour la fermeture de la boîte et son transport.

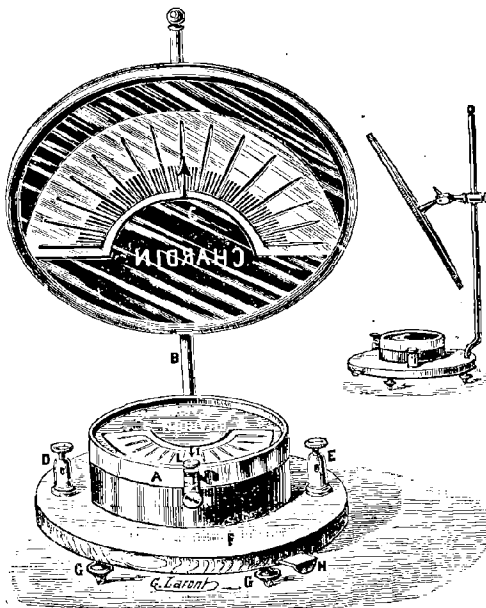


Fig. 266. — Dispositif de M. Chardin pour lire à distance les indications des galvanomètres horizontaux.

**Excitateurs pour l'application médicale des courants continus.** — Pour amener les courants électriques à l'organe sur lequel ils doivent agir on emploie

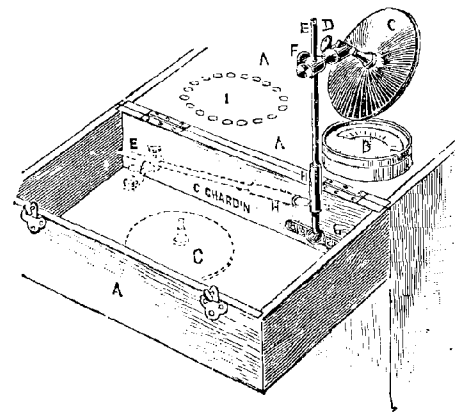


Fig. 267.  
Dispositif de M. Chardin sur une batterie médicale.

une série d'appareils dont la disposition peut varier à l'infini et que l'on désigne sous le nom général d'excitateurs. Ces excitateurs peuvent ordinairement servir aussi bien pour l'application des courants continus produits par les piles médicales que nous venons de décrire, que pour l'usage des courants induits provenant des appareils que nous étudierons dans le chapitre suivant; il en est pourtant qui

sont étudiés et construits en vue d'un emploi essentiellement particulier sur un organe et avec une nature de courant nettement défini.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, nous n'avons nullement l'intention de faire ici un traité d'électricité médicale mais simplement de passer en revue, en électricien, les appareils électriques qui servent aux applications médicales de l'électricité. Nous allons donc simplement signaler ici quelques dispositifs d'excitateurs, choisis parmi des types caractéristiques sans insister sur leur mode d'emploi; ceux de nos lecteurs que cette question intéresse la trouveront longuement exposée, par des praticiens, dans les nombreux ouvrages publiés sur ce sujet, ouvrages qui, toutefois, laissent ordinairement beaucoup à désirer au point de vue électrique.

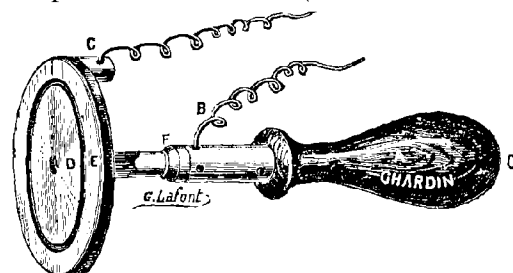


Fig. 268. — Excitateur pour révulsion localisée



Fig. 269. — Excitateur double révulseur, du Dr Tripier.

Il est simplement constitué par un disque et une couronne de métal, D, E, isolés l'un de l'autre et communiquant chacun par les fils C, B aux pôles de l'appareil producteur de courant.

L'excitateur double concentrique du docteur Boudet, représenté par la figure 268 est destiné à produire une révulsion localisée sur la partie du corps où il est appliqué; il est

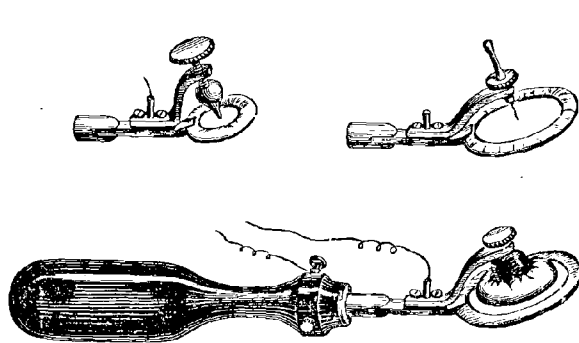


Fig. 270, 271 et 272. — Excitateurs pour l'électrolyse des tumeurs cutanées.

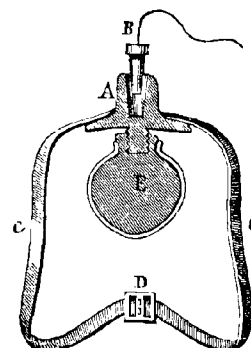


Fig. 273. — Excitateur à bouton de charbon.

L'excitateur du docteur Tripier, de la figure 269, est aussi destiné à produire des révulsions localisées; il est constitué par deux séries de pointes fixées à un manche isolant et communiquant aux fils qui amènent le courant.

Les excitateurs des figures 270, 271 et 272, également combinés par M. Boudet, comme celui de la figure 268 et d'une construction quelque peu analogue, sont destinés à l'électrolyse des tumeurs cutanées.

La figure 273 représente un bouton excitateur en charbon E recouvert de peau et pouvant être maintenu à l'endroit voulu par la monture A et la courroie de caoutchouc C; le courant est amené par la cheville B.

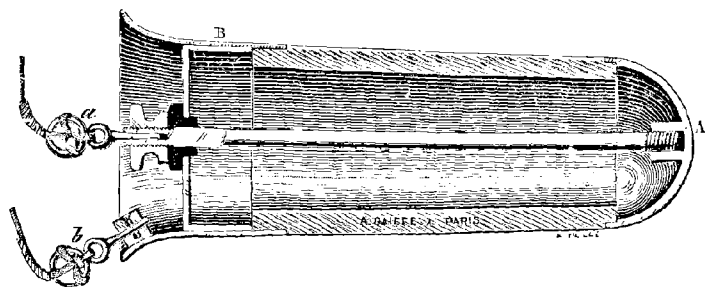


Fig. 274. — Excitateur vulvo-utérin du Dr Tripier.

L'excitateur vulvo-utérin du docteur Tripier, représenté par la figure 274, est composé d'un cylindre isolant portant à ses deux extrémités une calotte métallique A et une bague métallique B ; ces deux parties métalliques sont reliées par les conducteurs à cheville *a, b*, à l'appareil producteur de courant.



Fig. 275. — Excitateur vaginal du Dr Apostoli.

L'excitateur utérin du docteur Gauthier (fig. 276) est constitué par une tige isolante munie de deux bagues métalliques A, A', reliées par des fils intérieurs à deux prises de courant CC'.

L'excitateur utérin du docteur Gauthier (fig. 276) est constitué par une simple tige de cuivre rouge variant entre 2 et 10 millimètres de diamètre et isolée par un tube de caoutchouc sur une partie de sa longueur; un petit appareil rappelant la disposition des tocs de tour permet d'amener le courant à toute une série de tiges de grosseurs différentes.

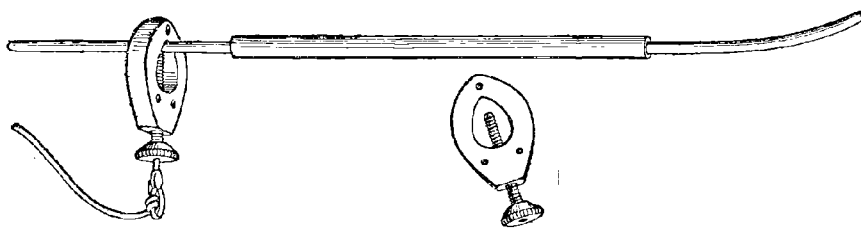


Fig. 276. — Excitateur utérin du Dr Gauthier.

La sonde rectale du docteur Boudet de la fig. 277 est destinée au traitement de l'occlusion intestinale; elle est creuse et permet l'arrivée d'un liquide par le tube T.

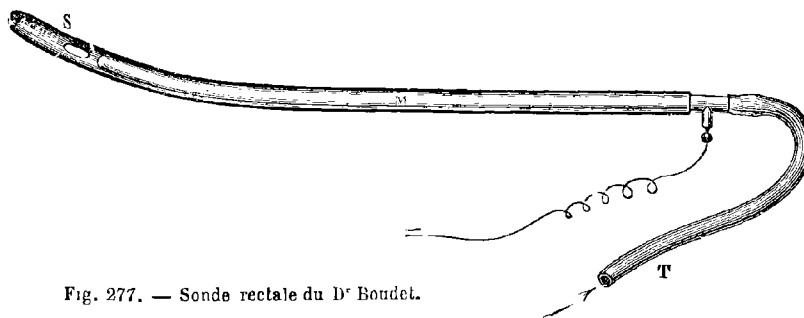


Fig. 277. — Sonde rectale du Dr Boudet.

L'excitateur rectal double longitudinal du docteur Bergonié, représenté par la figure 278, est destiné à l'étude de la contractibilité des muscles du sphincter sous l'influence des courants électriques; il est composé d'un cylindre isolant creux portant en E, E' deux lames métalliques percées de fenêtres longitudinales et reliées aux fils amenant le courant; une ampoule de caoutchouc B peut y être introduite et, une fois en place, gonflée à l'aide de la poire à robinet P, de manière à faire saillie au dehors par les deux fenêtres dont il vient d'être parlé; toutes les contractions qui se produisent au passage d'un courant sont ainsi transmises par le tuyau de caoutchouc C

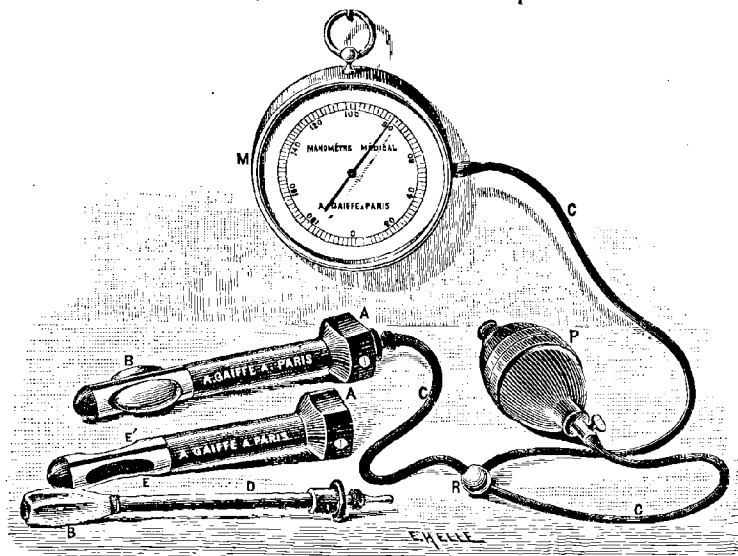


Fig. 278. — Excitateur rectal double du Dr Bergonié.

tions qui se produisent au passage d'un courant sont ainsi transmises par le tuyau de caoutchouc C

au manomètre M; elles peuvent même être enregistrées à l'aide d'un cylindre enregistreur spécial.

Pour l'électrolyse ou galvanocaustique chimique, on emploie surtout des aiguilles qui sont introduites dans la partie à traiter. On dispose ainsi, entre autres choses, d'un excellent moyen d'épilation; il suffit d'introduire une aiguille fine et acérée dans le bulbe pileux puis de faire passer le courant durant quelques instants pour détruire la racine du poil qui ne peut, par suite, repousser; dans cette opération l'aiguille communique à l'un des pôles tandis que l'autre pôle est mis en communication à l'aide d'une plaque métallique avec une partie quelconque du corps.

L'électrolyse donne également d'excellents résultats pour le traitement des tumeurs érectiles; la figure 279 montre le dispositif adopté pour ce traitement par le docteur Redard; une plaque métallique circulaire communiquant avec le pôle négatif entoure la tumeur et une série d'aiguilles reliées au pôle positif y sont implantées. Il est souvent utile de vernir les aiguilles d'acier, de platine ou d'or employées sur une partie de leur longueur de manière à concentrer l'action électrolytique à leur extrémité.



Fig. 279. — Dispositif du Dr Redard.

## CHAPITRE QUATRIÈME

**BOBINES D'INDUCTION.** — Les appareils d'induction reposant sur le principe de la bobine de Ruhmkorff sont très employés en électricité médicale. Il en existe un très grand nombre de modèles qui, tous d'ailleurs, émanent du même principe et ne diffèrent que par des détails de fabrication.

Tous ces appareils se composent essentiellement, comme l'indique la figure 280, d'une bobine primaire en fil gros et court B, possédant un noyau en fil de fer doux C, et d'une bobine secondaire B' en fil fin et long, enroulée sur la première; une pile A alimente par les fils  $pp'$ ,  $nn'$  le circuit primaire; son courant est rendu intermittent par le fonctionnement de l'interrupteur E qui rompt le circuit aussitôt que, par suite du passage du courant, le noyau de fer doux s'aimante et qui le rétablit dès que cette aimantation cesse par suite de cette rupture elle-même; en plus de cette fonction importante, le noyau de fer doux, par ses aimantations et désaimantations successives, agit comme inducteur sur les circuits qui le recouvrent et augmente l'action inductive du circuit primaire sur le secondaire. Les courants induits dans ce circuit secon-

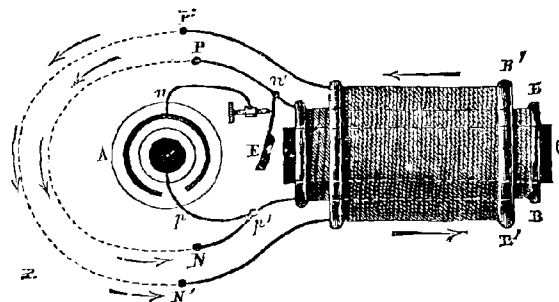


Fig. 280. — Disposition schématique des bobines d'induction.

daire parcourent les rhéophores P'N' attachés à ses extrémités et dans lesquels sont intercalés les

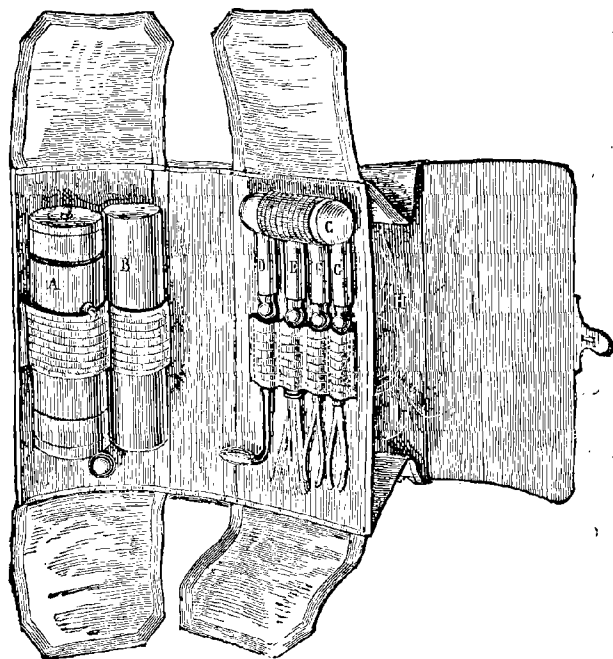


Fig. 281. — Trousse électro-médicale de Trouvé.

organes soumis à l'action des courants. Lors de la rupture du circuit primaire par l'interrupteur E, ce circuit est parcouru par un courant de très haute tension appelé extra-courant et résultant de la self-induction c'est-à-dire de l'induction réciproque des spires les unes sur les autres; cet extra-courant peut, dans certains appareils, être recueilli et utilisé à l'aide des rhéophores PN.

Ces conditions générales de fonctionnement sont communes à toutes les bobines d'induction, et nous les avons exposées très en détail dans notre volume de 1897, au sujet des rayons X, où nous renvoyons nos lecteurs (1). Dans les bobines d'induction destinées aux usages médicaux



Etui en ébène.  
Fig. 282. — Pile de poche.

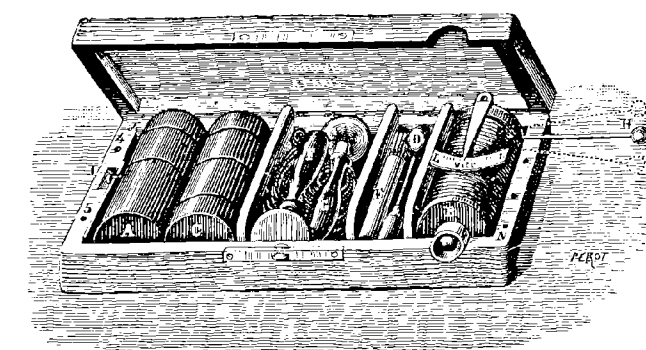


Fig. 283. — Appareil d'induction Trouvé.

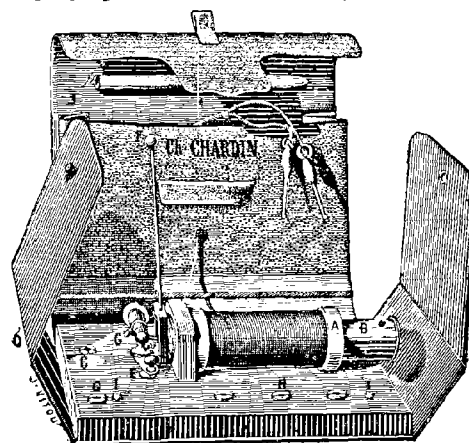


Fig. 284. — Appareil portable Chardin.

on s'est surtout appliqué, pour les petits modèles, à rendre l'ensemble de l'appareil facilement portable, et pour les grands modèles de cabinet à permettre le réglage précis de l'intensité, de la tension des courants induits et de la fréquence des interruptions.

Les piles destinées à l'alimentation des appareils d'induction sont toutes différentes de celles que nous avons examinées au chapitre précédent, et qui étaient destinées à l'application thérapeutique directe des courants continus; ces derniers appareils doivent, en effet, donner des courants de faible intensité mais de tension assez élevée obtenue par le groupement en tension d'un grand

(1) J.-L. Breton, *Revue Scientifique et Industrielle de l'année*, année 1897. Première partie.— Les Rayons X — Chapitre quatrième : Générateurs et transformateurs à courant continu, page 45.



nombre d'éléments ; au contraire, les piles alimentant les bobines d'induction ne doivent donner qu'un courant de faible tension mais d'intensité beaucoup plus considérable.

**Appareils d'induction portatifs.** — Les différents constructeurs se sont ingénies à réduire au minimum la dimension de ces appareils médicaux, sacrifiant même, souvent, la commodité d'emploi, la durée de fonctionnement et la puissance à la facilité de transport.

C'est M. Trouvé qui a été le plus loin dans cette voie, et sa trousse électromédicale est certainement le plus petit appareil du genre qui ait été créé. La figure 281 représente, ouvert et développé, ce petit appareil électromédical, combiné en un portefeuille en cuir semblable aux trousse ordinaires des chirurgiens. Il contient

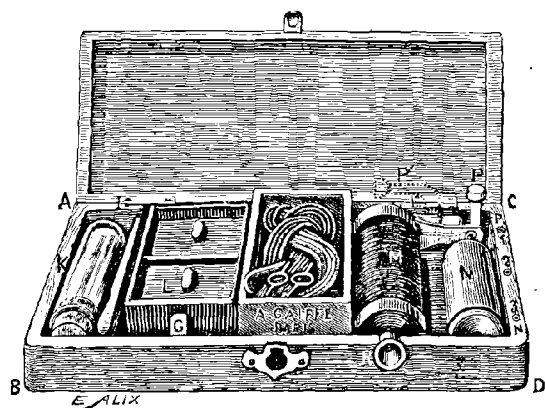


Fig. 286. — Appareil portatif d'induction de M. Gaiffe.

d'eau ce dernier jusqu'à la moitié. On remet en place le couvercle après avoir pris soin de bien essuyer le pas de vis, et on agite pour bien mêler le sel à l'eau. Cela fait, la pile est prête à fonctionner, et il suffit pour la mettre en activité de la renverser le couvercle en bas.

La figure 283 représente un appareil un peu moins restreint du même constructeur muni de deux piles semblables à la précédente A,C; la bobine B est munie d'un petit appareil KH destiné à régler la vitesse du trembleur. La trousse de M. Chardin représentée par la figure 284 ne contient que la bobine d'induction munie d'un interrupteur à réglage ; la pile est transportée séparément.

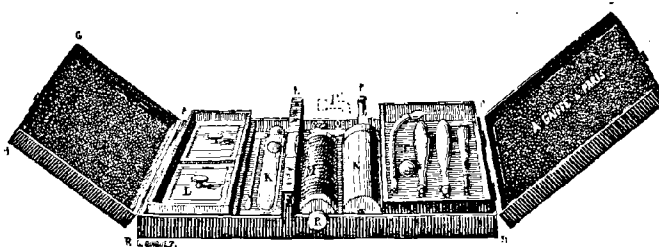


Fig. 285. — Appareil portatif d'induction Gaiffe.

en A une pile ; en B les poignées avec la bobine d'induction dans leur intérieur ; en C le tube à sulfate de mercure ; en D l'excitateur avec olive ou boule ; en E le peigne ; en F et G les deux pinces porte-éponges ; en H les conducteurs. Lorsque le moment d'opérer est venu, on dévisse le couvercle de la pile (fig. 282), on verse dans son étui 3 ou 4 grammes de bisulfate de mercure, et on remplit

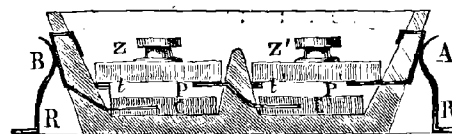


Fig. 287. — Pile au sulfate de mercure de M. Gaiffe.

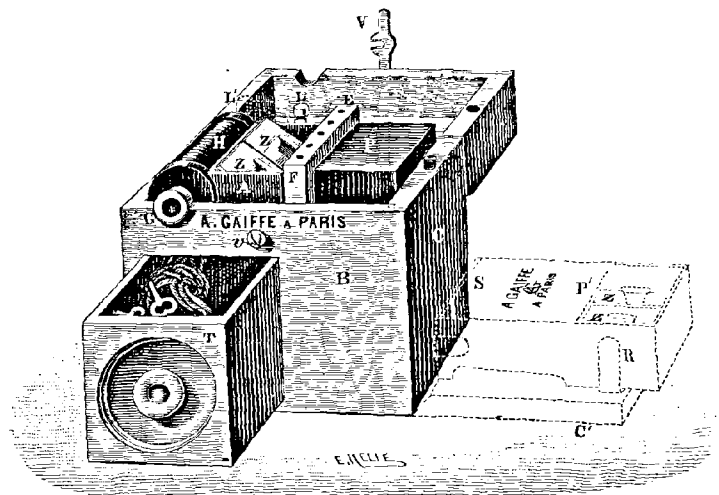


Fig. 288. — Appareil Gaiffe muni d'une pile à renversement.

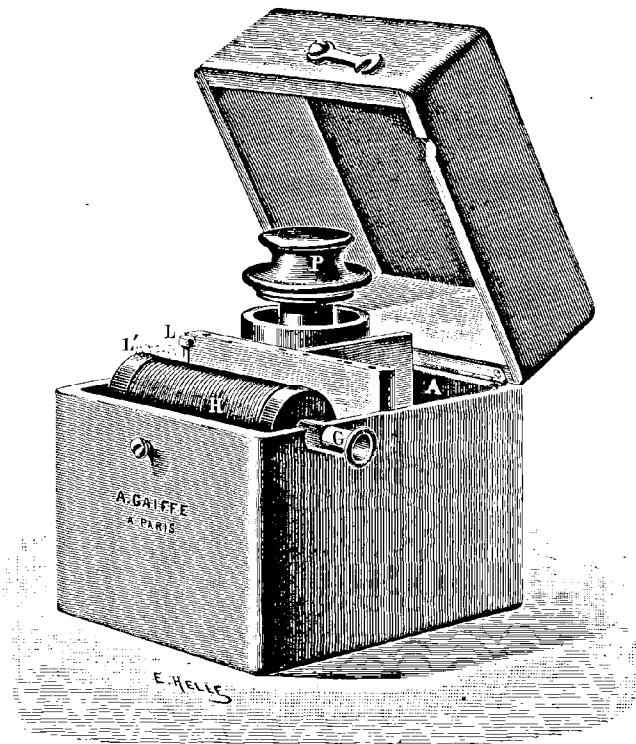


Fig. 289. — Appareil Gaiffe muni d'une pile au sulfate de mercure.

rupteur est également muni d'un régulateur de vitesse PP'' ; les

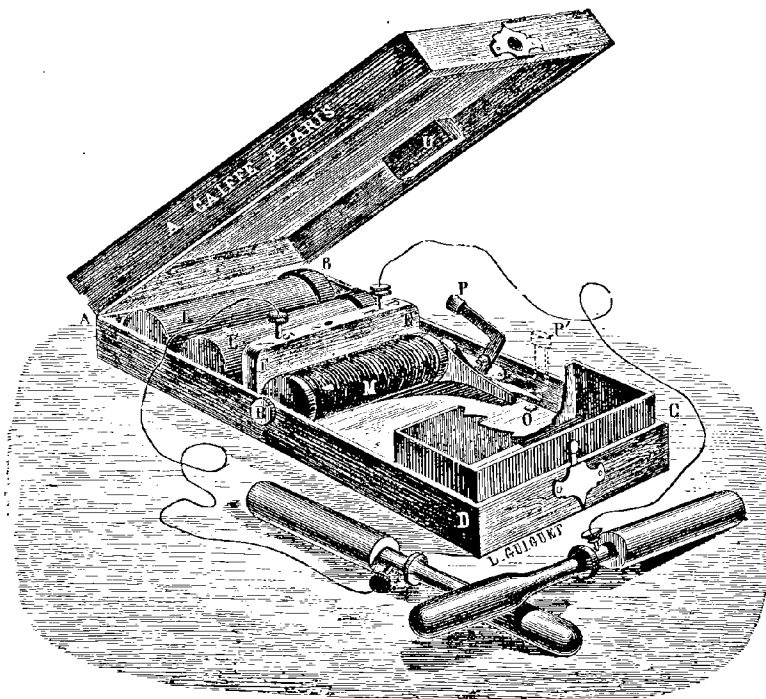


Fig. 291. — Appareil Gaiffe muni de deux éléments au chlorure d'argent.

Les figures 285 et 286 représentent deux modèles d'appareils d'induction transportables construits par M. Gaiffe, l'inter-

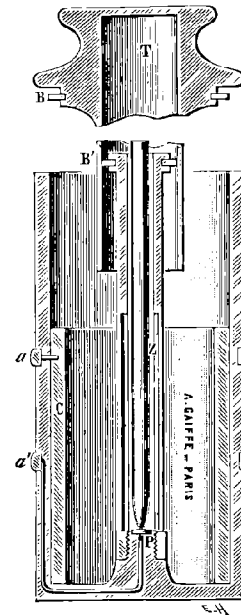


Fig. 290. — Élément à cloche Gaiffe.

pires, au sulfate de mercure, sont de forme cubique ; elles sont formées de très petits couples de charbon C et zinc Z, au nombre de deux (fig. 287), reliés par des communications en platine et montés dans une petite cuvette d'ébonite. Une pincée de sulfate de bioxyde de mercure et un peu d'eau représentent la charge de chaque couple, charge à renouveler chaque fois qu'on déplace l'appareil, mais capable de fournir environ 45 minutes de travail. Quand l'appareil n'est pas déplacé, il suffit de retirer les zincs après la séance pour pouvoir utiliser plus tard le sel restant non décomposé.

L'appareil de la figure 288, du même constructeur, diffère des précédents par sa pile à renversement, qui contient dans ses résér-

voirs une solution de sulfate de bioxyde de mercure ; une fois chargée, cette pile peut fournir 2 heures et demie à 3 heures de travail à répartir en séances aussi espacées qu'il est nécessaire ; un simple mouvement de bascule suffit pour mettre la pile en fonction, le mouvement inverse la met au repos.

Le modèle de M. Gaiffe, de la figure 289, est muni d'une pile capable de faire fonctionner la bobine pendant 3 à 4 heures avec une seule charge de solution de sulfate de bioxyde de mercure ; au repos, le zinc est soustrait à l'action du liquide par une cloche à air (fig. 290) qui descend dessus et dont la tête ferme hermétiquement la pile ; pour la mettre en action il suffit de soulever la cloche à air, ce qui en même temps ouvre la pile, le liquide atteint immédiatement le zinc Z et les gaz produits pendant la marche peuvent s'échapper.

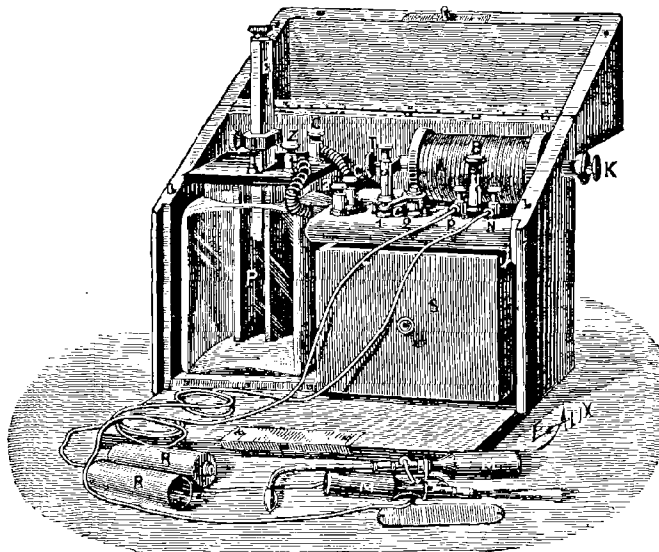


Fig. 292. — Appareil portatif d'induction de Radiguet.

Dans l'appareil de la figure 291 les piles au sulfate de mercure sont remplacées par deux éléments au chlorure d'argent qui, une fois chargé, le sont jusqu'à usure sans qu'on ait à les surveiller ; il est toutefois utile pour que la pile se conserve en bon état qu'elle travaille sur l'appareil au moins 5 minutes par semaine. L'appareil de la figure 292, construit par M. Radiguet, est beaucoup plus puissant, sa pile P est au bichromate de potasse.

Dans les appareils précédents, le réglage de l'intensité des courants induits est obtenu par un tube de cuivre (B fig. 283, R fig. 285 et 286, G fig. 288 et 289, K fig. 292) entourant le noyau de fil de fer et qui peut être plus au moins retiré ; lorsque le noyau est complètement recouvert les courants induits produits présentent le minimum d'intensité ; le maximum est, au contraire, obtenu, pour un courant inducteur donné, lorsque le tube de cuivre est entièrement retiré. Ce système présente toutefois l'inconvénient de ne pas permettre de descendre au-dessous d'un certain minimum.

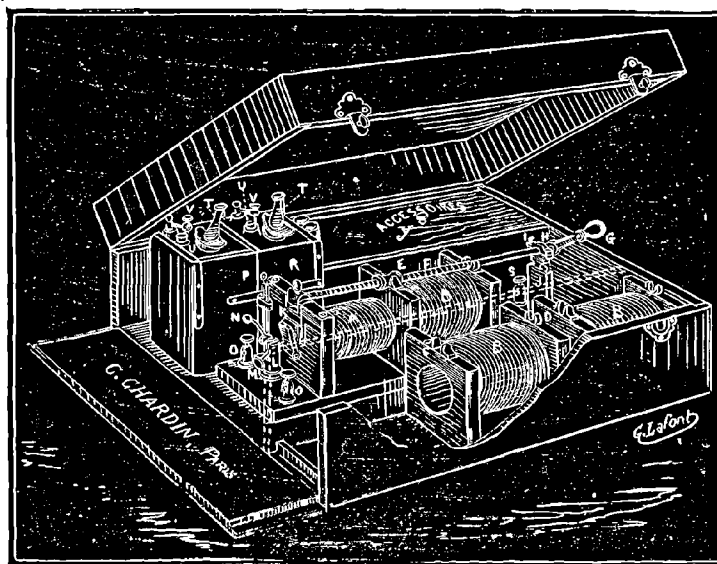


Fig. 293. — Appareil d'induction transportable de M. Chardin.

M. Chardin a également créé un modèle spécial (fig. 293), moins transportable assurément que les modèles précédents, mais beaucoup plus complet ; les piles, au nombre de deux, sont au bichro-

mate de potasse, leurs vases sont en porcelaine et comportent un petit espace destiné à recevoir les zincs durant le non fonctionnement pour en éviter l'usure ; pour la mise en marche, ces zincs se replacent simplement dans le liquide excitateur par l'ouverture réservée à cet usage ; la bobine est à réglage et bobines induites interchangeable, du même type que celle que nous décrirons plus loin (fig. 299).

**Appareils d'induction fixes.** — Dans les appareils fixes, destinés à rester dans le cabinet des docteurs on n'a pas eu naturellement à se préoccuper autant du volume de l'ensemble et des facilités de transport et on a pu, tout en augmentant les dimensions, améliorer considérablement la puissance et la facilité de réglage des courants induits.

Dans ces appareils, le réglage de l'intensité des courants induits s'effectue par la manœuvre de la bobine secondaire qui peut être, comme l'indique clairement nos différentes gravures, plus ou moins éloignée de la bobine

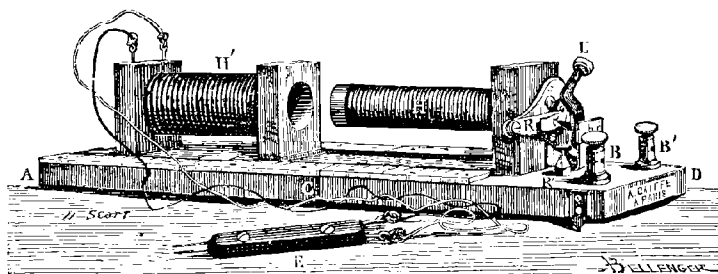


Fig. 294. — Appareil à chariot du Dr Ranvier.

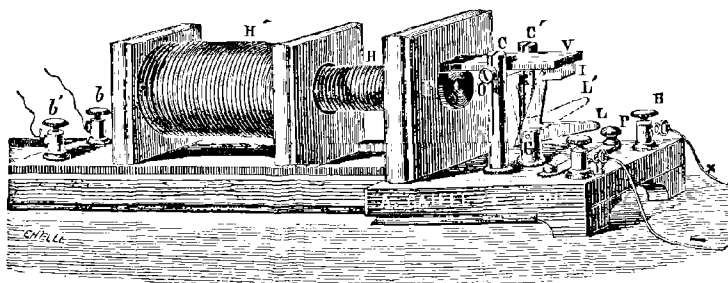


Fig. 295. — Appareil d'induction de M. Gaiffé.

facilement combien ce dispositif est précieux en électricité médicale, où il faut, pour rendre supportables les courants aux malades, en augmenter insensiblement l'intensité ; on ne peut obtenir facilement ce réglage par la variation du courant inducteur, parce que, au-dessous d'une certaine valeur, l'interrupteur cesse de fonctionner. Quant à la fréquence des interruptions elle se trouve réglée dans les différents modèles que nous allons examiner par des dispositions particulières.

Nos figures 294, 295 et 296 représentent trois appareils construits par M. Gaiffé, et possédant tous un système de réglage par bobine induite mobile sur une glis-

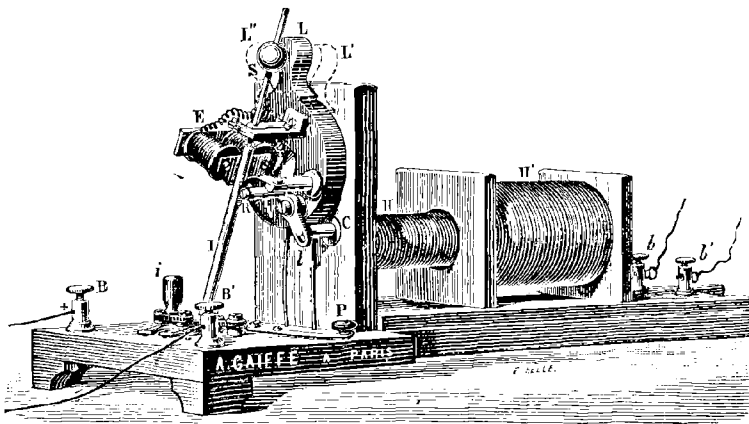


Fig. 296. — Appareil d'induction du Dr Tripier.

sière spéciale. L'interrupteur de la figure 295 est composé d'une palette horizontale V, articulée en son centre aux points  $cc'$  et qui, par un simple mouvement du levier L, peut donner de 60 à

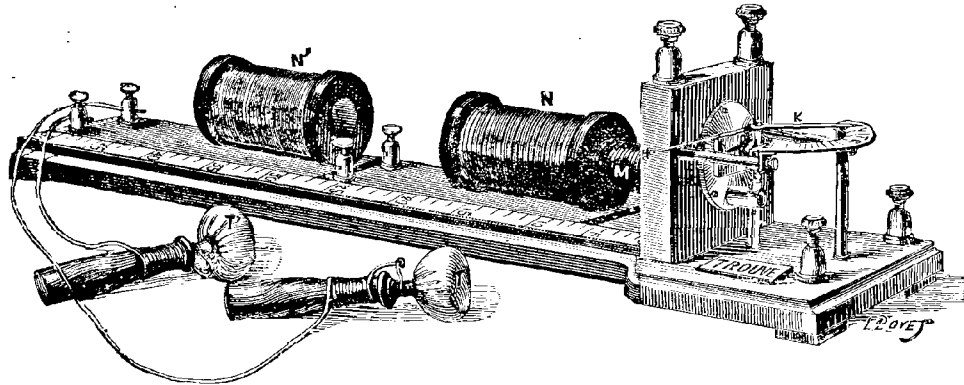


Fig. 297. — Grand appareil d'induction de M. Trouvé.

3.000 interruptions par minute. Celui de la figure 296 fonctionne sous l'influence d'un électro-aimant

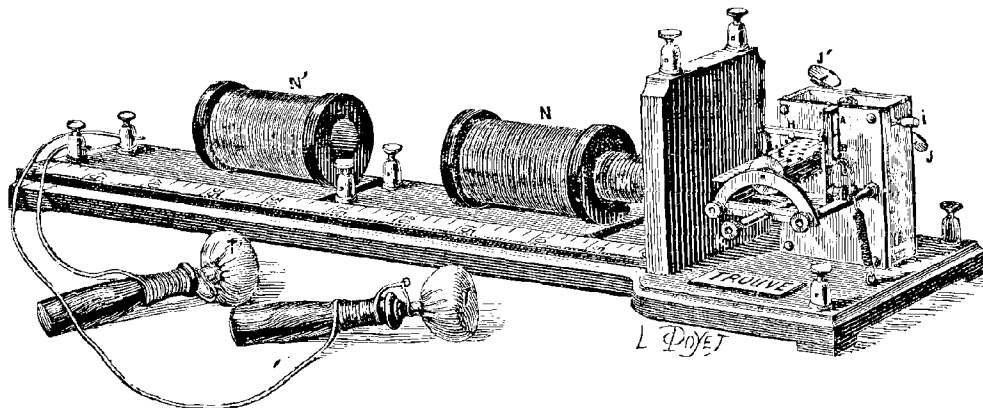


Fig. 298. — Appareil d'induction de M. Trouvé muni d'un interrupteur à mouvement d'horlogerie.

spécial indépendant du noyau de fer doux de la bobine ; le levier L agissant sur la longueur et la flexibilité du ressort de contact permet de faire varier la fréquence des interruptions, comme dans le cas précédent, de 30 à 3.000 par minute.

Dans ses appareils, représentés par les figures 297 et 298, M. Trouvé s'est surtout attaché au réglage parfait de la fréquence des interruptions du courant inducteur ; ce réglage a, en effet, dans certains cas, une grande importance pour permettre d'établir un synchronisme aussi parfait que possible entre les intermittences du courant et les fonctions biologiques normales des principaux organes :

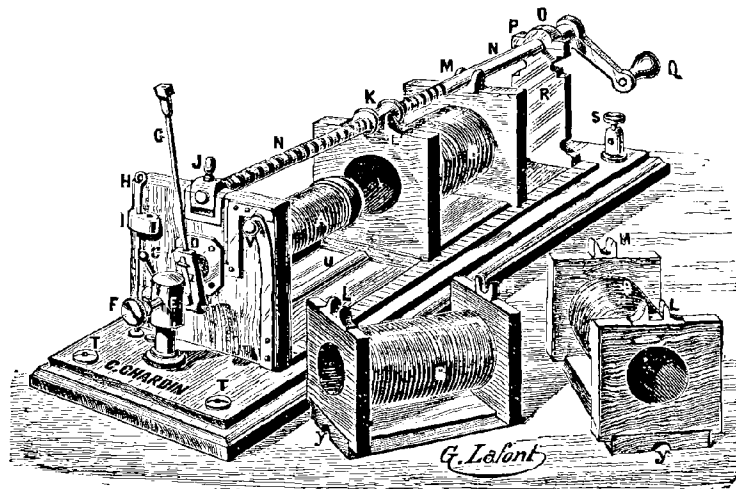


Fig. 299. — Appareil d'induction de M. Chardin à vis de réglage.

cœur, poumons, etc. Dans les asphyxies, pour ne citer qu'un seul exemple, lorsqu'on agit sur les organes cardiaques et respiratoires, la rapidité des intermittences joue un rôle capital. Pour le

démontrer M. Trouvé a fait les deux expériences suivantes :

Il prend d'abord deux rats qu'il immerge simultanément, après avoir rendu synchrones des battements de leurs cœurs les interruptions de son appareil. Quand l'un et l'autre ne donnent plus signe de vie, il les retire de l'eau et abandonne l'un d'eux à lui-même pour servir de témoin ; sa mort ne tarde pas à survenir. Le second, par contre, traité électriquement, revient vite à la vie, car les battements physiologiques normaux de son cœur sont renforcés par les courants électriques successifs dont les durées coïncident exactement avec eux.

M. Trouvé fait alors l'épreuve inverse et reprend deux autres rats bien portants qu'il immerge de nouveau et qu'il retire de l'eau lorsqu'ils tombent dans les dernières convulsions de l'agonie. L'un, abandonné à son sort, revient à lui tandis que l'autre est tué par des courants se suivant trop rapidement et dont les durées successives ne concordent plus du tout avec les battements physiologiques normaux. Ceux-ci n'étant plus

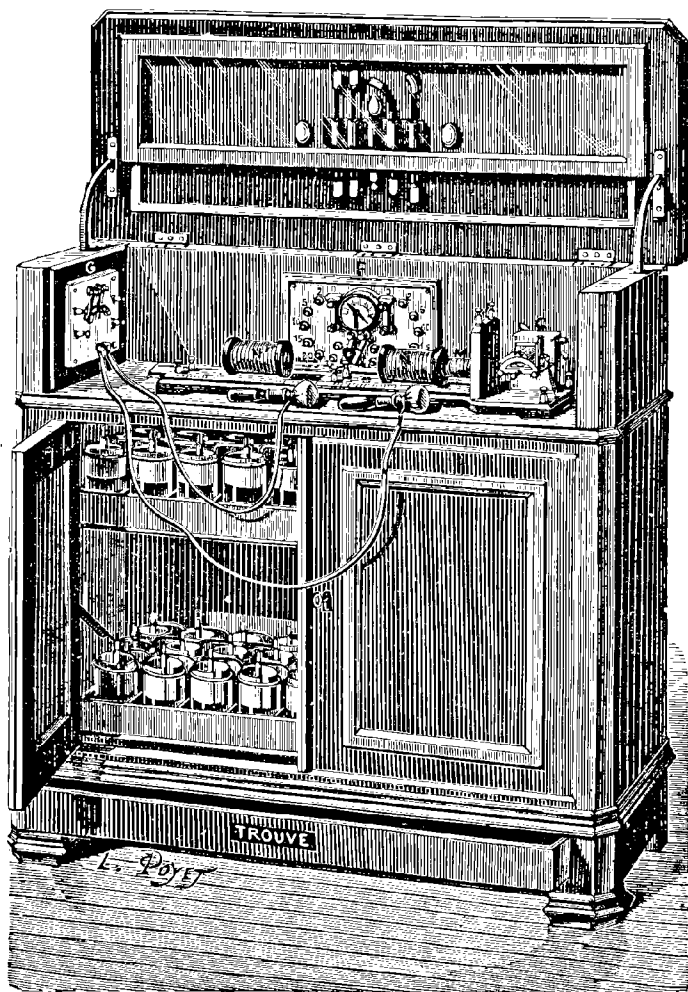


Fig. 300. — Meuble électro-médical de M. Trouvé.  
Batterie de piles au sulfate de cuivre.

aidés et amplifiés, comme dans l'expérience précédente, mais contrariés, finissent naturellement par cesser, par suite de contracture tétanique des organes. Dans ces deux expériences, l'un des pôles de l'appareil est situé dans le rectum et l'autre dans le voisinage du cœur ou sur le thorax. Cette démonstration est donc complète et très concluante.

Dans l'appareil de la figure 297, l'interrupteur se règle par un levier K, se déplaçant sur un demi-cercle gradué et agissant sur la longueur du ressort vibrateur ; les graduations du demi-cercle indiquent le nombre d'interruptions par minute pour chaque position du levier K. L'interrupteur de la figure 298 est encore bien plus précis ; il est constitué par un mouvement d'horlogerie entraînant un cylindre portant une série de tiges métalliques qui établissent les contacts successifs sur un ressort H. Ces deux appareils d'induction possèdent deux bobines induites N, N' interchangeables et enroulées avec des fils de longueur et de grosseur différentes, ce qui permet de faire varier instantanément la qualité des courants induits produits ; ces bobines sont mobiles sur une glissière graduée permettant

de les approcher plus ou moins jusqu'à recouvrement complet de la bobine inductrice. De plus, deux bornes placées sur la planchette verticale soutenant l'inducteur permettent de récolter l'extra-courant qui prend naissance à chaque rupture dans le circuit primaire.

L'appareil construit par M. Chardin et représenté par la figure 299 est également très bien compris ; les bobines induites B peuvent être plus ou moins rapprochées de la bobine inductrice A, à l'aide d'une vis N mue par la manivelle Q et agissant sur un écrou K ; ce mode d'entraînement est extrêmement pratique et permet une variation de courant lente et sans aucun à-coup, il constitue donc un très réel perfectionnement. Les courants induits sont recueillis aux bornes S où ils arrivent par l'intermédiaire de la règle métallique U et de la vis d'entraînement. Les variations de la fréquence des interruptions sont obtenues par un levier C agissant sur le ressort, et par des tiges H qu'on peut fixer sur la tige G du trembleur pour en augmenter la longueur ; de plus, un interrupteur V permet de produire à la main des interruptions séparées. Cet appareil possède trois bobines induites interchangeables permettant de faire varier, par leur intervention les valeurs des courants induits ; ces bobines sont enroulées respectivement avec

56 mètres de fil de 7/10 de millimètre de diamètre, 130 mètres de 4/10 de millimètre et 350 mètres de 2/10 de millimètre ; la bobine induite possède elle-même un fil de 56 mètres de longueur et 7/10 de millimètre de diamètre. Un modèle plus grand comprend des bobines induites contenant : 200 mètres de fil de 9/10, 400 mètres de 6/10 et 1.200 mètres de 2/10 ; la bobine inductrice possédant elle-même un circuit de 60 mètres de fil de 9/10.

**Meubles électro-médicaux.** — Pour obtenir le maximum de commodité dans l'application médicale des courants électriques, les différents constructeurs ont pensé à réunir tous les appareils nécessaires dans un seul meuble spécialement disposé à cet effet. Ces meubles contiennent ordinai-

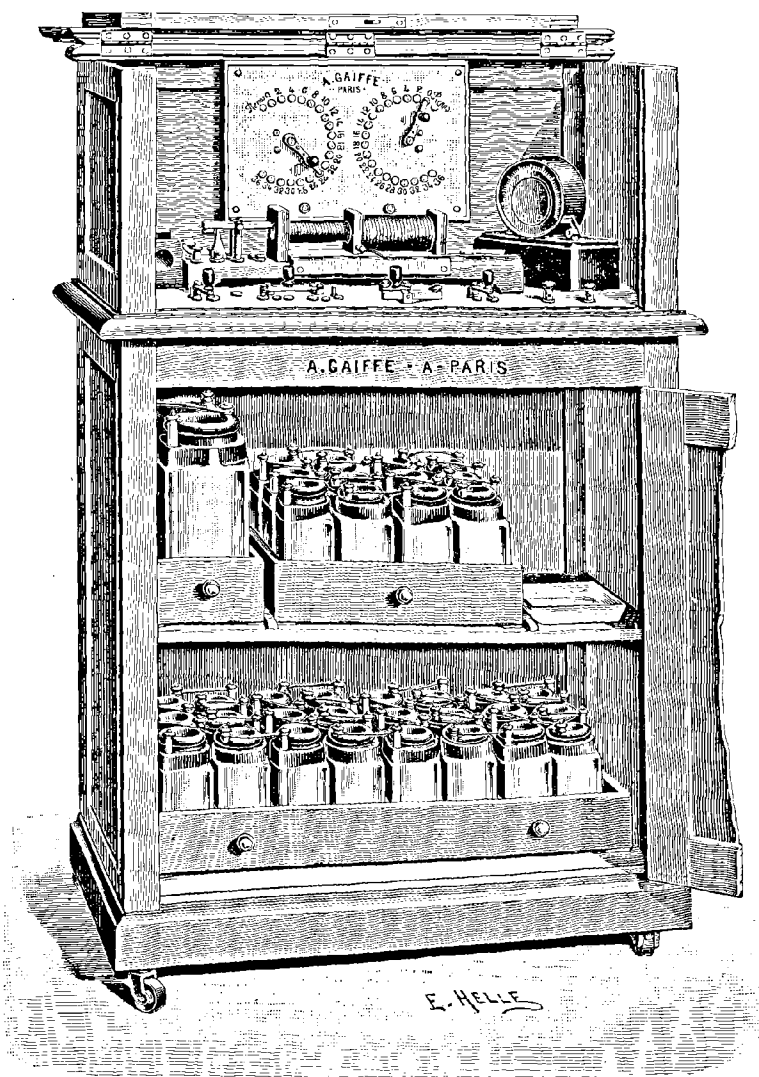


Fig. 301. — Meuble de cabinet de M. Gaiffe.  
Batterie de piles au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc.

rement les instruments indispensables pour l'emploi des courants continus et des courants induits.

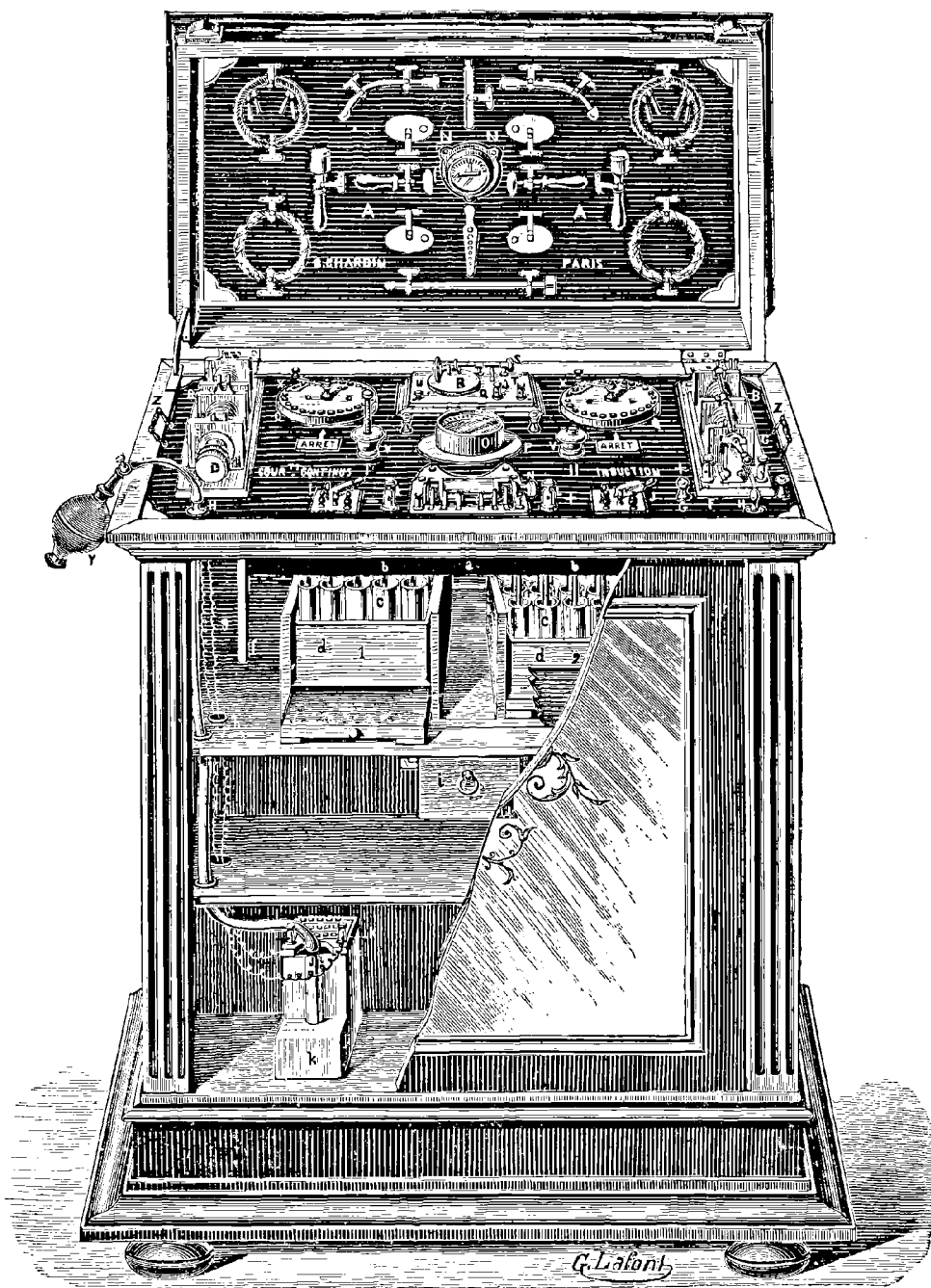


Fig. 302. — Meuble de cabinet de M. Chardin. — Batterie de piles au sulfate de mercure.

La figure 300 représente la disposition adoptée par M. Trouvé. C'est un véritable meuble affectant la forme d'un buffet à l'intérieur duquel se trouve une batterie de 80 éléments, genre Callaud, au sulfate de cuivre, relés par des fils à un collecteur de courant placé à la partie supé-



ricure du meuble, dans un compartiment qui se ferme avec un couvercle pour mettre les instruments à l'abri de la poussière. Ce collecteur est vissé dans une position verticale, sur la paroi du fond, et le galvanomètre d'intensité, gradué en milliampères, est fixé au milieu. La prise de courant se fait à gauche, sur un commutateur G à deux directions, disposé de telle sorte que l'on puisse, sans changer les fils de place, employer successivement les courants de la pile ou les courants induits fournis par le grand appareil d'induction disposé, comme on le voit, sur la tablette supérieure. Cet arrangement a l'avantage de réunir, sous la main de l'opérateur, tous les appareils d'usage courant.

Le meuble construit par M. Gaiffe est représenté par la figure 301 ; il contient pour l'application directe des courants continus une batterie de 36 éléments au bioxyde de manganèse et au chlorure de zinc que nous avons décrits plus haut (page 202) ; ces éléments sont reliés deux par deux à un collecteur double placé à la partie supérieure et permettant d'en effectuer le groupement à volonté ; un milliampèremètre aperiodique, semblable à celui de la figure 263, permet de mesurer l'intensité du courant utilisé. Pour l'usage des courants induits, un appareil d'induction à double bobine induite (fig. 295) est placé sur la tablette supérieure et alimenté par deux éléments semblables aux précédents, mais de plus grandes dimensions

Enfin la figure 302 représente le grand meuble de cabinet de M. Chardin ; il comprend, pour l'usage des courants continus, deux batteries de piles au sulfate de mercure de 30 éléments chacune C,C, dont la mise en activité est effectuée par l'entremise des tiges V,V soulevant les casiers contenant les vases ; ces éléments sont reliés deux par deux à un double collecteur X,X ; un galvanomètre O sert à la mesure du courant et un combinateur spécial M, représenté à part par la figure 303, a pour but de réunir, dans une même action, les courants continus et les courants d'induction. Ces courants induits sont produits par l'appareil à chariot à triples bobines interchangeable que nous avons décrit plus haut (fig. 299). Ce dernier appareil est alimenté par une pile au bichro-

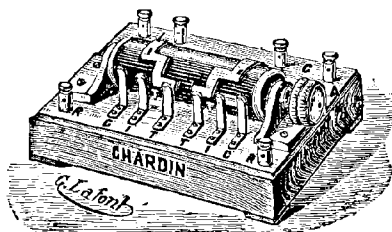


Fig. 303. — Combinateur Chardin.

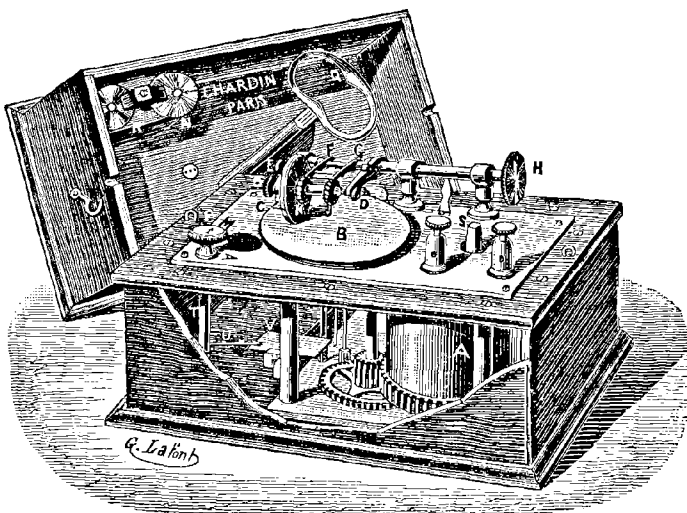


Fig. 304. — Interrupteur automatique de M. Chardin.

mate K, dont la mise en activité s'opère en refoulant le liquide actif contenu dans un compartiment inférieur, à l'aide de la pression de l'air comprimé par une poire de caoutchouc Y ; le liquide monte alors dans un compartiment supérieur et vient attaquer les zincs. Le couvercle mobile du meuble contient enfin les différents modèles d'excitateurs nécessaires.

Citons encore un interrupteur automatique R, à mouvement d'horlogerie, permettant de transformer, pour obtenir des effets particuliers, les courants continus en courants intermittents présentant des interruptions plus ou moins fréquentes. Cet appareil est représenté séparément par

la figure 304 ; le mouvement d'horlogerie actionne un disque B qui commande par friction le galet K ; ce galet entraîne dans sa rotation l'arbre DD portant deux petites roues dont les dentures frottant sur les ressorts F,G provoquent les interruptions voulues ; pour modifier la fréquence de ces interruptions il suffit, à l'aide du bouton H, de rapprocher ou d'éloigner le galet de friction du centre du disque B ; le bouton P, agissant par la tige I et la baguette U sur les ailettes du régulateur V,

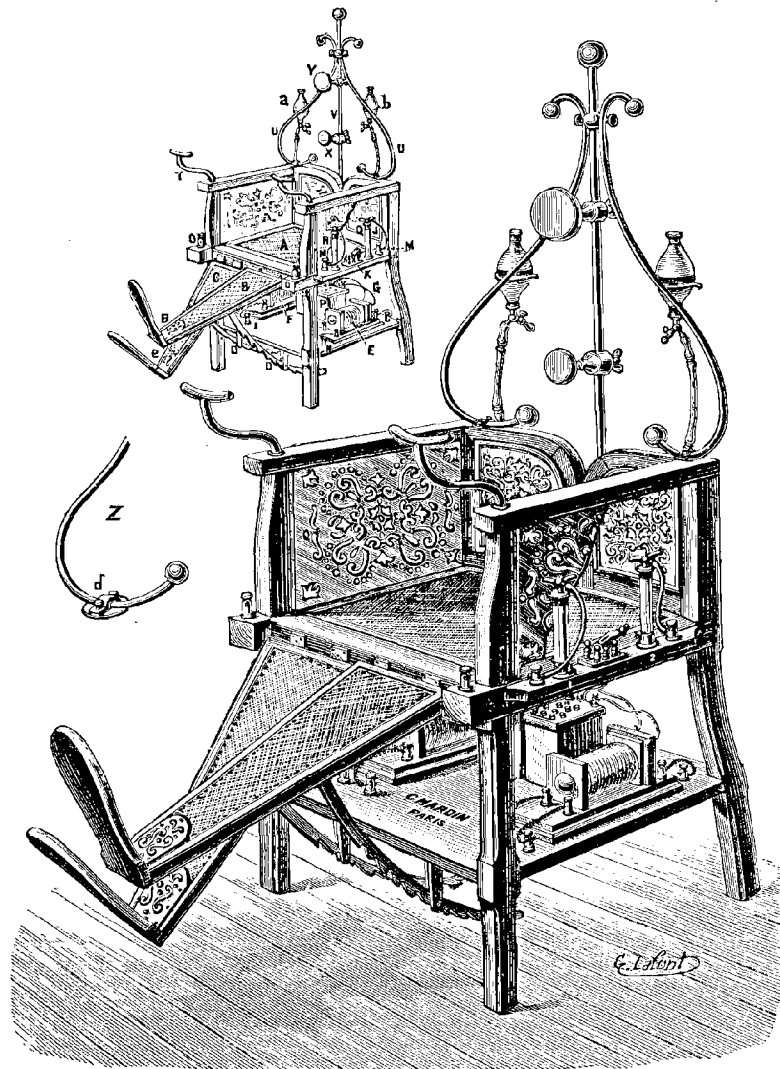


Fig. 305. — Fauteuil spécialement disposé pour l'électrothérapie, modèle de M. Chardin.

permet de mettre en marche ou d'arrêter le mouvement d'horlogerie en amenant, par sa rotation, la pointe de la flèche dont il est marqué sur les lettres A ou M gravées sur la plaque de l'appareil.

Enfin, pour rendre plus pratique le traitement par les courants électriques, des fauteuils sont spécialement disposés pour installer commodément le malade et faire agir facilement les courants sur les organes à traiter. Tel est le fauteuil de M. Chardin, représenté par la figure 305 ; une planche inférieure supporte les bobines d'induction E,F, alimentées par des piles P à insufflation mises en activité par les poires de caoutchouc a, b. Les courants induits produits peuvent être amenés par

des conducteurs et des excitateurs spécialement disposés à la partie du corps sur laquelle ils doivent agir.

On fait également, dans certains cas, agir les courants électriques continus ou d'induction sur l'organisme humain par l'intermédiaire de l'eau d'un bain. La figure 306 représente le dispositif de bain hydro-électrique adopté par M. Chardin; les courants électriques sont amenés par des fils soigneusement isolés C, C, à une série de plaques de charbon de cornue B, B, plongeant dans l'eau du bain et isolées de la paroi métallique de la baignoire sur laquelle elles reposent par des isolateurs en ébonite; ces courants

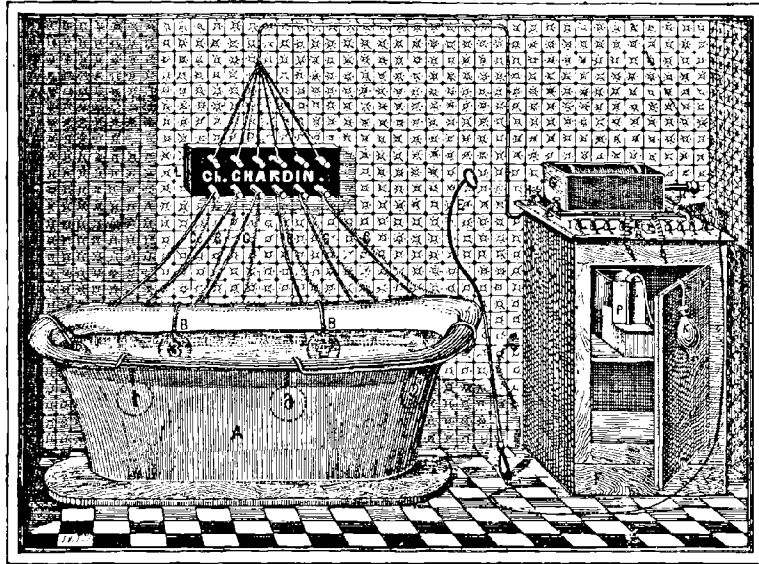


Fig. 306. — Appareil pour bain hydro-électrique de M. Chardin.

électriques sont engendrés dans la bobine d'induction G alimentée par la pile à insufflation P mise en fonction par la poire de caoutchouc K.

La bobine d'induction utilisée par M. Chardin pour cette application et représentée à part par la figure 307, est composée d'un seul fil formant à la fois inducteur et induit; c'est-à-dire que ce sont les extra-courants de rupture engendrés par self-induction qui sont utilisés; on peut modifier la vitesse de l'interrupteur *e*, et par suite la fréquence des courants, en ajoutant des tiges supplémentaires D, E qui augmentent plus ou moins la longueur du trembleur; un graduateur en cuivre pouvant recouvrir plus ou moins le faisceau de fil de fer central permet de régler à volonté l'intensité des extra-courants.

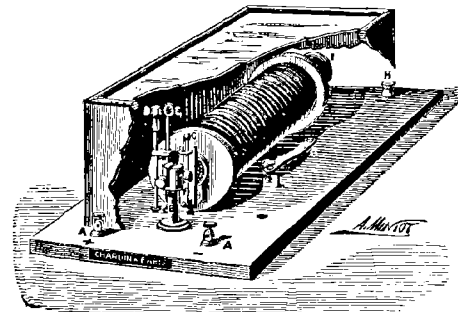


Fig. 307. — Bobine spéciale pour bain hydro-électrique.

## CHAPITRE CINQUIÈME

**MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES.** — Les machines magnéto-électriques produisent des courants irréguliers dont il est très difficile de régler avec précision l'intensité; mais elles sont d'un usage commode en ce sens qu'elles ne demandent, contrairement aux piles, aucun entretien et sont toujours prêtes à fonctionner; elles sont, de plus, très facilement transportables; c'est pour ces raisons que certains médecins préfèrent, lorsque surtout il ne se font pas une spécialité de l'électrothérapie et ne l'emploient que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, utiliser les magnétos pour la production des courants électriques destinés aux applications médicales.

La première machine magnéto-électrique fut imaginée par Pixii, en 1832, puis perfectionnée

par Saxton et ensuite par Clarke qui créa le modèle qui est encore aujourd'hui, à peu de détails près, employé pour les appareils médicaux.

Cette machine de Clarke dont la figure 308 représente le modèle médical actuellement construit par M. Gaiffe, est simplement constituée par un aimant permanent B entre les pôles duquel tourne rapidement une armature de fer doux portant deux bobines de fil enroulées en sens inverse H;

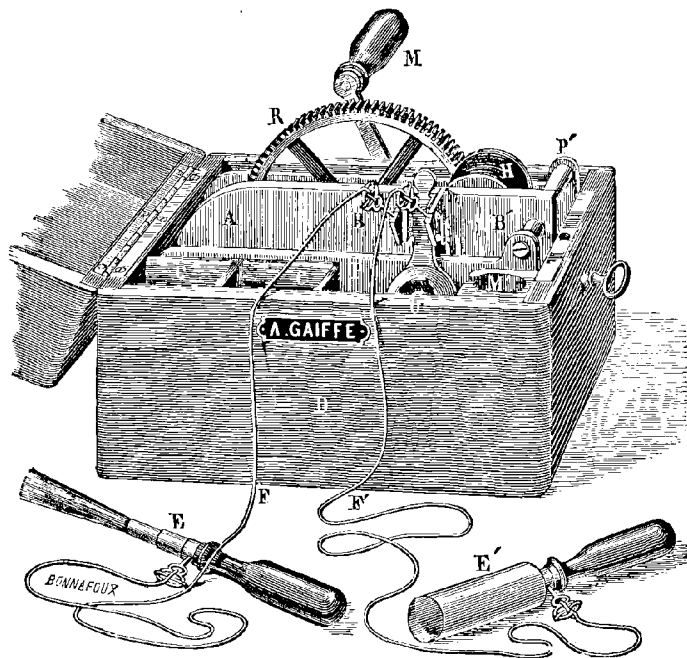


Fig. 308. — Magnéto Clarke, modèle de M. Gaiffe.

la rotation rapide de cette armature et de ces bobines est obtenue par l'intermédiaire d'une manivelle M et d'une grande roue dentée R commandant un pignon calé sur l'axe de l'armature. Les variations d'aimantation de l'armature de fer doux et des noyaux des bobines provoquent la production, dans les conducteurs de ces dernières, de courants induits qui changent alternativement de sens à chaque demi-tour ; les courants se produisent en sens inverse dans chaque bobine, mais comme l'enroulement des fils est également inverse ces courants s'ajoutent. On peut, à l'aide d'un commutateur spécial, redresser les courants de telle sorte qu'ils se propagent toujours dans le même sens dans le circuit extérieur. Nous jugeons inutile d'insister davantage sur cette machine si connue

et décrite dans tous les ouvrages élémentaires de physique.

La figure 309 représente le modèle médical de magnéto genre Clarke de M. Chardin. L'entraînement des bobines induites se fait par la manivelle E commandant la poulie à gorge B qui actionne par corde l'axe de l'armature mobile. Un bouton G permet de faire varier l'intensité des courants produits pour une même vitesse en éloignant plus ou moins l'aimant permanent A des bobines induites.

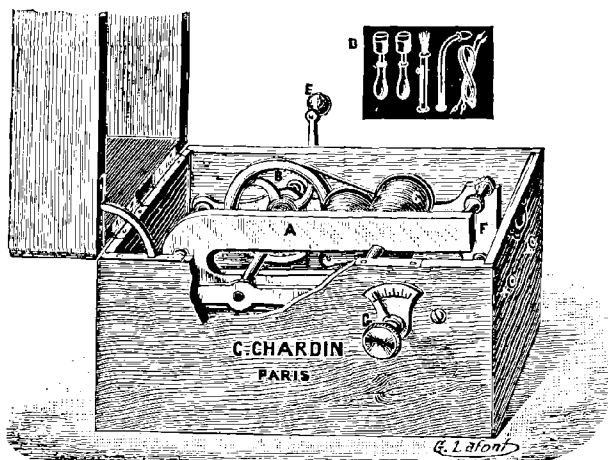


Fig. 309. — Magnéto Clarke, modèle Chardin.

Dans la machine magnéto imaginée par Page, les enroulements au lieu d'être disposés sur l'armature mobile le sont sur les extrémités polaires de l'aimant permanent ; en combinant ces deux systèmes, c'est-à-dire en plaçant des bobines sur l'armature et sur l'aimant de manière à profiter du changement d'état magnétique de ces deux pièces, M. Gaiffe put créer une magnéto médicale très réduite comme volume et pourtant possédant une action physiologique très énergique. La figure 310 représente cet appareil ; l'armature est com-

mandée par une manivelle et un train d'engrenages augmentant la vitesse; la graduation des courants est obtenue par le déplacement de l'aimant qu'on fait mouvoir à l'aide d'une vis de rappel dont le mouvement est mesuré par une aiguille et un cadran divisé. Un commutateur placé sur l'axe relie les deux paires de bobines et envoie les courants induits toujours dirigés dans le même sens aux bornes de prise de courant. En employant deux séries de bobines interchangeable ou des bobines à deux enroulements, l'un fin et long, l'autre gros et court, on peut obtenir avec la même machine des courants de faible intensité et haute tension, ou de grande intensité et basse tension.

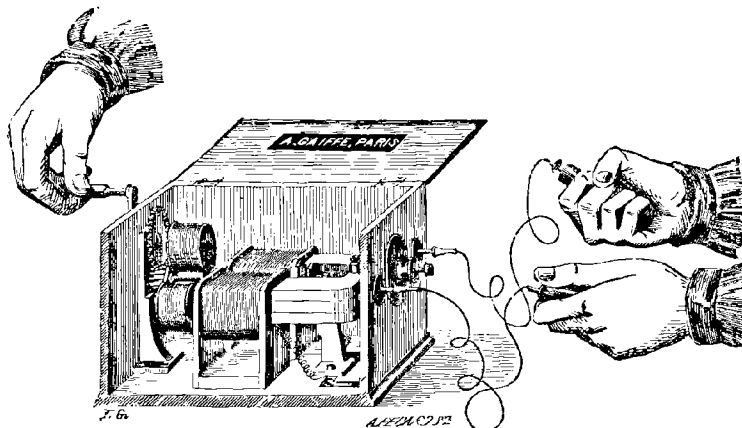


Fig. 310. — Magnéto à bobines combinées de M. Gaiße.

**Appareils à courants sinusoïdaux.** — Les machines magnéto ordinaires sans commutateurs donnent des courants alternatifs de forme quelconque. Sur les indications de M. d'Arsonval, M. Gaiße a construit des magnétos dans lesquelles la forme des inducteurs était déterminée pour donner aux courants alternatifs induits une forme sinusoïdale exacte. M. d'Arsonval a, en effet, trouvé que ces courants avaient des actions physiologiques particulières.

La figure 311 représente l'appareil le plus simple de ce genre; il se compose de quatre bobines fixes B et d'un aimant circulaire tournant NN entraîné au moyen d'une corde passant sur une poulie que l'on aperçoit sur le devant de la gravure; le tout est enfermé dans une boîte de dimension restreinte. La commande de la corde d'entraînement de l'aimant permanent peut se faire, soit par un moteur quelconque, soit à la main à l'aide d'une manivelle et d'une grande poulie à gorge.

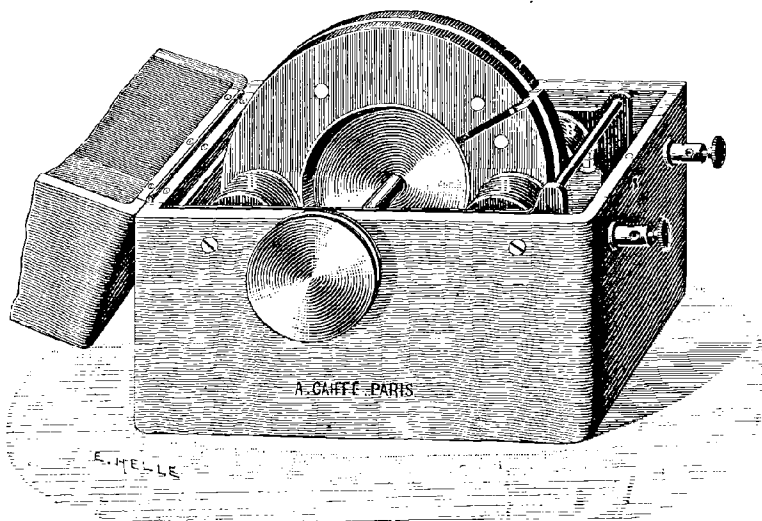


Fig. 311. — Magnéto à courants sinusoïdaux de M. Gaiße.

La figure 312 représente un appareil analogue construit par M. Chardin, donnant jusqu'à 10.000 interruptions par minute et dans lequel l'entraînement de l'aimant circulaire est simplement effectué par une turbine à eau A; l'arrivée de l'eau agissant par sa force vive sur les ailettes de la turbine a lieu par la tubulure J et le départ par l'ouverture K. Ce modèle est particulièrement appliqué dans plusieurs établissements de bains pour remplacer la bobine d'induction dans les bains hydro-électriques.

Dans ces appareils le réglage de la tension des courants produits ne peut être obtenu qu'en agissant sur la vitesse de rotation, ce qui présente l'inconvénient de modifier en même temps la fréquence de ces courants.

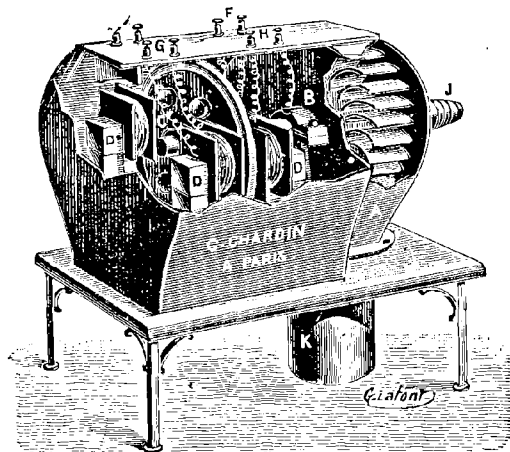


Fig. 312. — Magnéto à courants sinusoïdaux actionnée par une turbine à eaux. Modèle de M. Chardin.

directement commandé par un moteur électrique recevant le courant continu qui l'actionne par les balais F, F' frottant sur son collecteur C; les courants alternatifs sinusoïdaux produits sont recueillis sur les bagues  $a, a'$  par les balais R, R'; enfin, le tachymètre T indique constamment la vitesse de rotation de l'appareil.

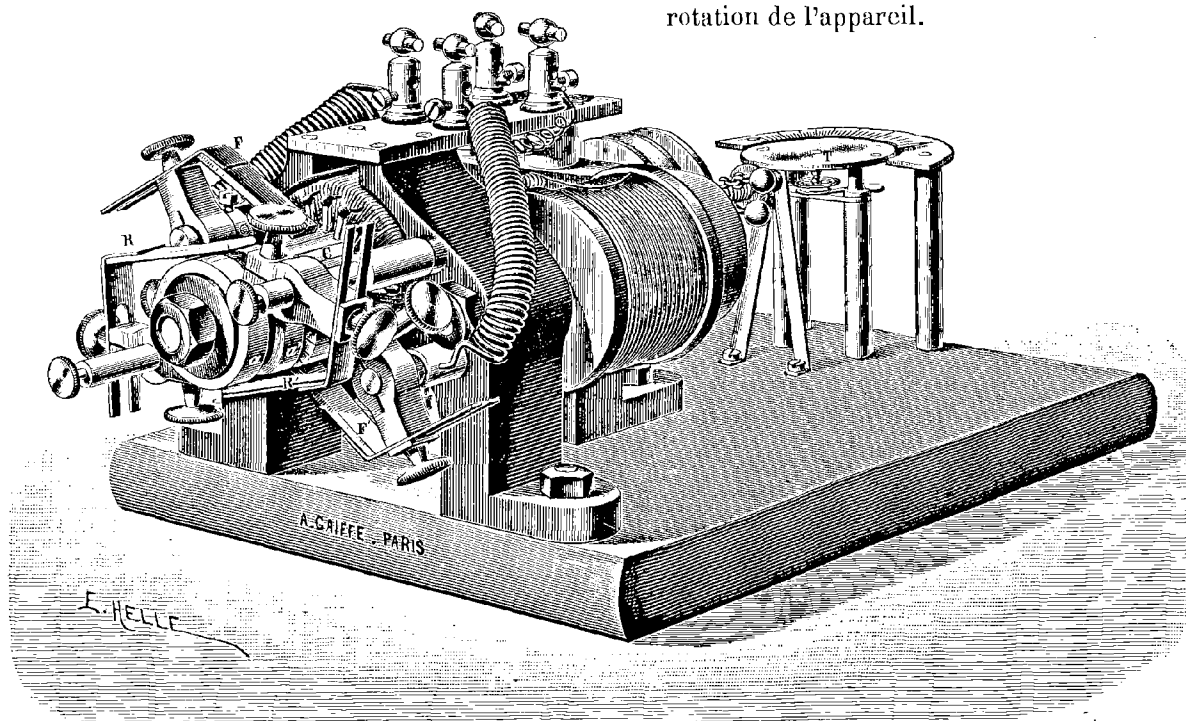


Fig. 313. — Transformateur rotatif de courant continu en courants alternatifs sinusoïdaux de M. Gaiffe.

Cet appareil n'est naturellement plus une machine magnéto-électrique, l'aimant permanent y ayant été remplacé par un électro-aimant, c'est donc une machine dynamo-électrique; de plus,

par suite de sa commande directe par électromoteur, son véritable nom serait : transformateur rotatif de courant continu en courants alternatifs sinusoïdaux.

La figure 314 représente un appareil analogue de M. Chardin et la figure 315 le même appareil monté sur une planche et muni de ses instruments de mesure et de réglage : ampèremètre, voltmètre, rhéostats et boîte de résistance.

## CHAPITRE SIXIÈME

### COURANTS DE GRANDE FRÉQUENCE.

— La principale innovation qui ait été faite durant ces dernières années en électricité médicale, réside incontestablement dans l'emploi des courants de grande fréquence qui ont produit des effets très particuliers et absolument inattendus. Avant de nous occuper du mode de production et de l'utilisation des courants de grande fréquence, expliquons d'abord ce que sont ces courants.

On appelle fréquence d'un courant alternatif le nombre de ses périodes par unité de temps, c'est-à-dire par seconde, la période étant l'espace de temps compris entre deux instants consécutifs où le courant passe par la même valeur avec le même sens ou, si l'on veut, le temps qu'il met à changer deux fois de sens à partir d'un des moments où sa valeur est nulle.

On peut représenter un courant alternatif par une courbe sinusoïdale, obtenue en portant les tensions du courant en ordonnées et les temps en abscisses; cette courbe indique clairement, à première vue, comme on peut en juger par le tracé ci-contre (fig. 316), la fréquence et la valeur de ses périodes.

La fréquence des courants alternatifs actuellement employés dans l'industrie pour la distribution de l'énergie électrique ou le transport de force à distance, n'est ordinairement pas très élevée et présente une moyenne maximum de 100 périodes par seconde; la fréquence du courant

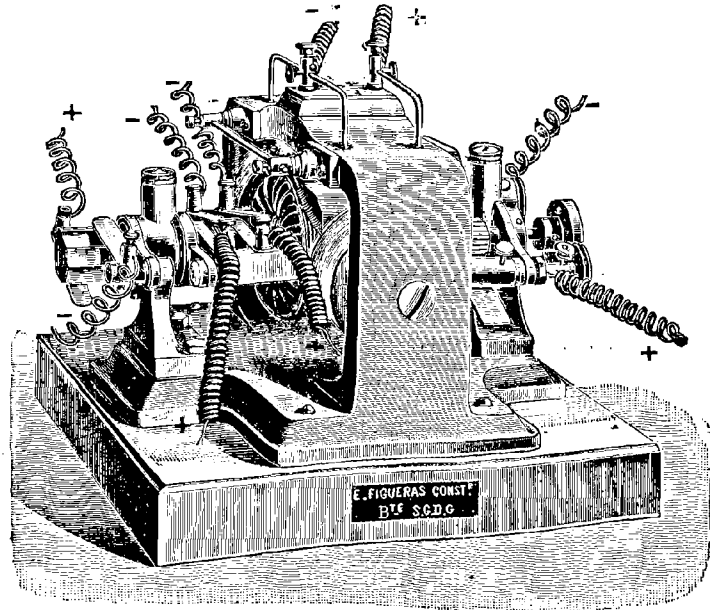


Fig. 314. — Transformateur rotatif de courant continu en courants alternatifs sinusoïdaux de M. Chardin.

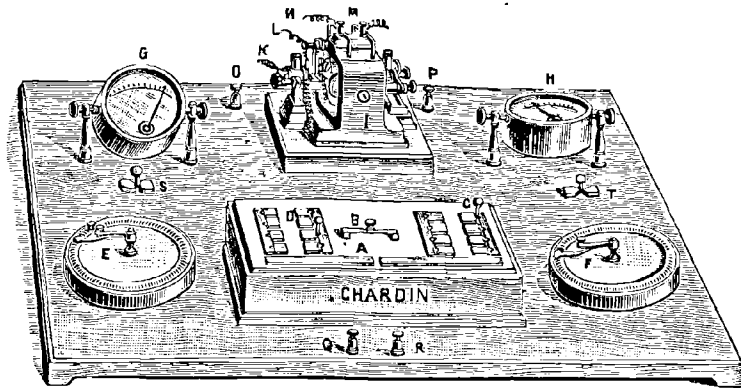


Fig. 315. — Installation complète pour courants sinusoïdaux

alternatif distribué par le secteur de la rive gauche à Paris est, par exemple, de 42 périodes par

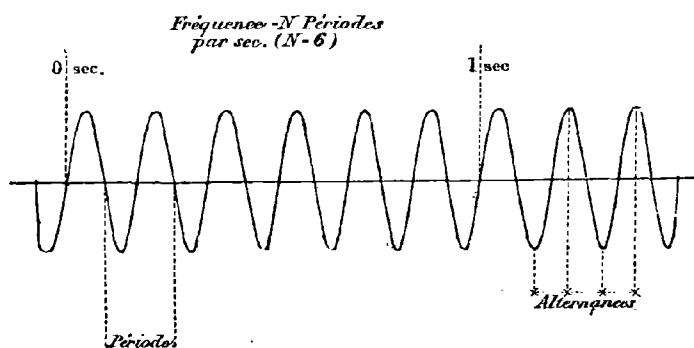


Fig. 316. — Représentation graphique d'un courant alternatif.

seconde et celle du secteur des Champs-Élysées de 40 périodes.

Ce sont là des courants de faible fréquence; nous avons vu, au contraire, plus haut, dans notre partie sur la télégraphie sans fil (1) que dans les décharges oscillantes il se produisait des courants oscillatoires dont le nombre de périodes par seconde, c'est-à-dire la fréquence, était considérable et pouvait varier entre quelques milliers et plusieurs centaines de millions; M. Bose, de Calcutta, estime même à 50.000 millions la fréquence de certain courant oscillatoire qu'il put produire.

Ce sont là, comme on voit, des courants qui ont bien mérité leur nom de courants de haute ou grande fréquence.

Cette énorme différence dans la fréquence explique les nouvelles et curieuses propriétés que présentent ces nouveaux courants dont l'étude est encore loin d'être complète et nous réserve peut-être encore de bien grands progrès.

**Mode de production des courants de grande fréquence.**— M. Tesla, qui le premier fit des recherches suivies sur ces courants, a pu obtenir des fréquences assez considérables atteignant presque 10.000, exactement 9.600, à l'aide d'un alternateur spécial; mais pour dépasser de beaucoup ces fréquences encore relativement petites et atteindre celles dont nous venons de parler, il est indispensable d'avoir recours à un dispositif spécial que nous allons indiquer.

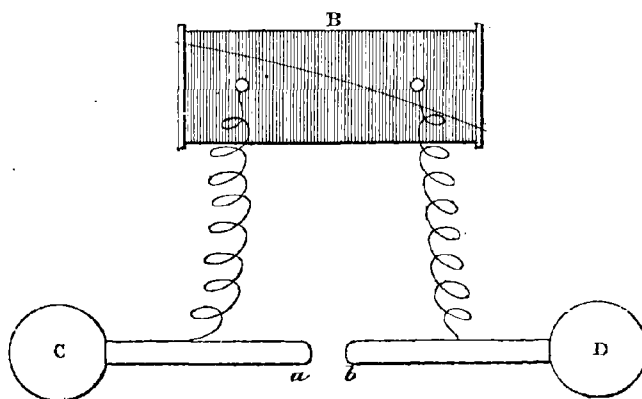


Fig. 317. — Oscillateur de Hertz.

Nous avons vu plus haut, au sujet de la télégraphie sans fil, comment l'on pouvait produire des décharges oscillantes dans un oscillateur de Hertz composé de deux capacités électriques C, D (fig. 317), reliées par un conducteur interrompu a, b et mis en communication avec un appareil producteur d'électricité à haute tension B; les décharges jaillissant en a, b sont oscillantes et composées comme l'indique le schéma 318, d'une série de décharges successives de sens contraire et d'amplitude de plus en plus petite; le courant oscillatoire ainsi produit est de très grande fréquence, fréquence qui varie suivant différentes circonstances, principalement suivant la capacité électrique des sphères CD.

Il fallait donc trouver un moyen de recueillir le courant alternatif de haute fréquence ainsi produit; c'est ce que l'on a pu réaliser à l'aide de condensateurs convenablement disposés.

(1). Voir pages 11, 15 et 16.



Le schéma 319 indique le dispositif employé par M. Tesla ; en S se trouve un alternateur de fréquence ordinaire alimentant le circuit primaire d'un transformateur à haute tension I; le courant induit charge les deux capacités électriques d'un condensateur C; ces capacités se déchargent en D en donnant naissance à une série d'oscillations électriques de haute fréquence qui traversent le circuit primaire d'un second transformateur I<sub>2</sub>; le circuit secondaire de ce transformateur se trouve par suite traversé par des courants in-

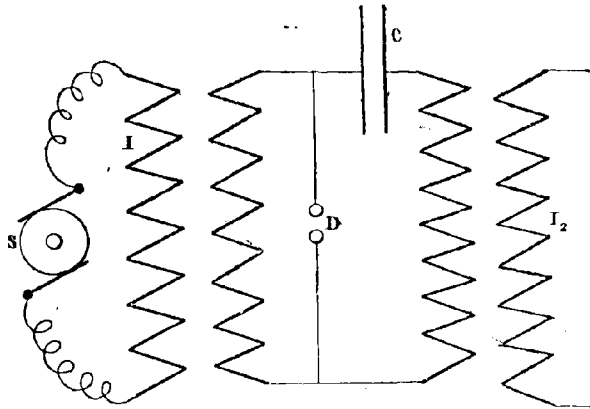


Fig. 319. — Dispositif de Tesla pour la production des courants de grande fréquence.

celle de la décharge jaillissant en M; en effet les charges et décharges successives des armatures internes des condensateurs produisent par influence sur les armatures externes des charges et décharges correspondantes. Le solénoïde peut être remplacé par le circuit primaire d'un transformateur augmentant la tension des courants de grande fréquence; mais ces courants peuvent encore être captés, si leur tension est suffisante pour les expériences auxquelles ils sont destinés, aux deux extrémités du solénoïde comme nous le verrons plus loin. Ce solénoïde présente, en effet, une résistance considérable pour les courants de grande fréquence par suite des phénomènes de self-induction qui atteignent avec eux une intensité exceptionnelle; de telle sorte que ces courants passent de préférence dans des circuits d'une résistance incomparablement plus forte mais présentant une moindre self-induction.

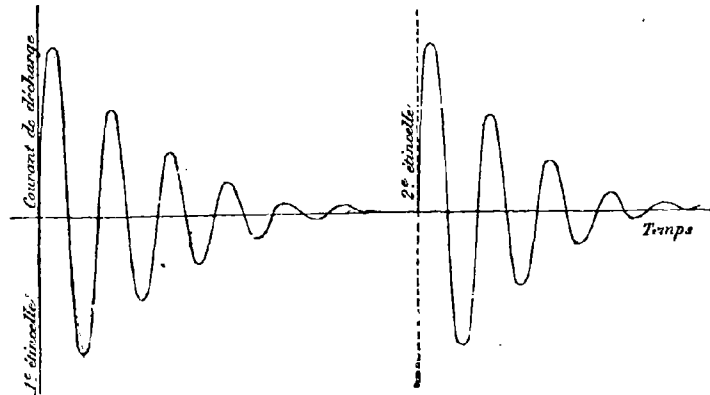


Fig. 318. — Représentation graphique de deux décharges oscillantes.

duits de grande fréquence que l'on peut recueillir à ses bornes.

Dans ses intéressantes expériences M. d'Arsonval modifia un peu ce dispositif et adopta celui représenté par la figure 320; en B se trouve le transformateur produisant le courant de haute tension et basse fréquence qui vient charger les armatures internes des condensateurs C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et jaillit en M sous forme de décharges oscillantes; les armatures externes des condensateurs sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un solénoïde S qui se trouve parcouru par des oscillations de fréquences identiques à

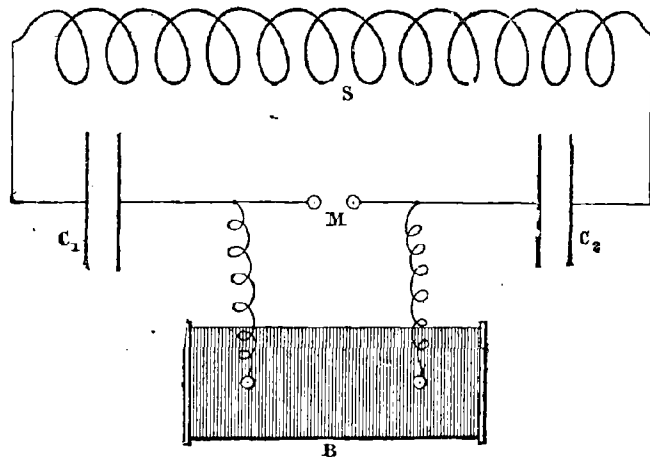


Fig. 320. — Dispositif de M. d'Arsonval pour la production des courants de grande fréquence.

**Appareils producteurs de courants de grande fréquence.** — Comme nous venons de le voir, il est possible de produire des courants d'une fréquence relativement élevée à l'aide

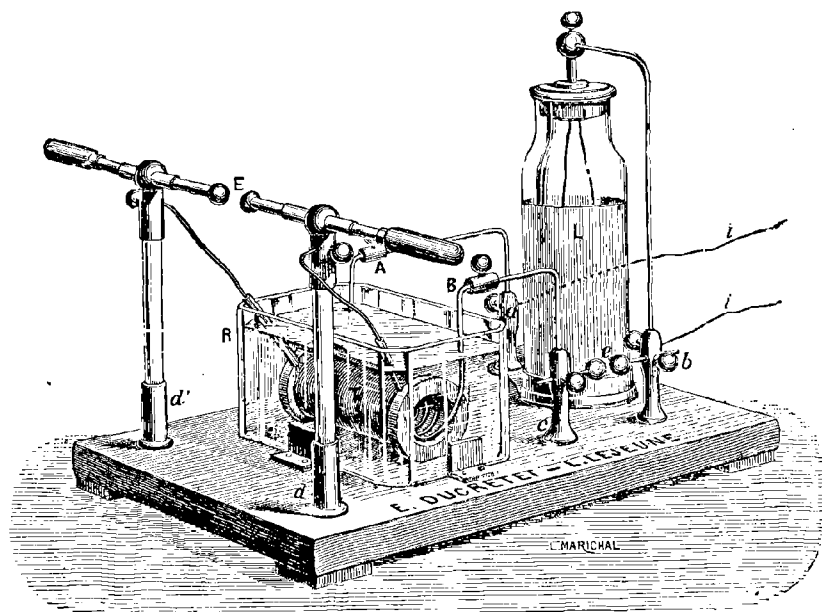


Fig. 321 — Appareil de M. Ducretet pour la production des courants de grande fréquence et haute tension.

d'alternateurs spécialement disposés; l'alternateur employé par Tesla était composé d'un disque d'acier de 80 centimètres de diamètre sur le pourtour duquel étaient disposées 384 bobines; ce disque tournait à l'intérieur d'une couronne portant également 384 autres bobines; l'une des séries de bobines constituant l'inducteur était alimentée par un courant continu produit par une batterie de piles ou d'accumulateurs ou encore par une petite dynamo excitatrice; l'autre série était parcourue par les courants induits par la rota-

tion sous l'influence des pôles inducteurs et constituait l'induit de l'alternateur. Chaque tour fait par l'induit donnait, par suite, naissance à 192 périodes ce qui faisait à la vitesse de 3000 tours par minute ou 50 tours par seconde une fréquence de 9.600 périodes par seconde. Les courants induits ainsi produits étaient recueillis par deux balais frottant sur deux bagues reliées aux deux extrémités du fil induit comme dans les alternateurs ordinaires. En faisant varier l'intensité du courant traversant les inducteurs on pouvait modifier à volonté la tension du courant induit qui pouvait atteindre avec l'excitation maximum une force électromotrice de 200 volts.

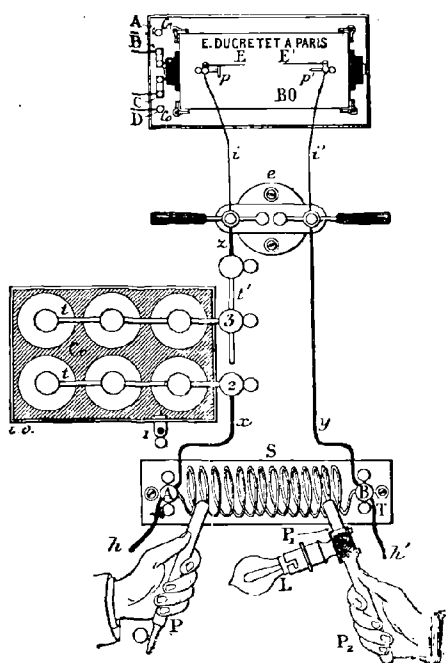


Fig. 322 — Appareil de M. Ducretet pour la production des courants de grande fréquence.

Mais c'est surtout les appareils basés sur les décharges oscillantes et qui permettent d'obtenir des fréquences bien plus élevées, qui sont ordinairement utilisés; nous allons examiner les dispositions adoptées par les principaux constructeurs.

La figure 321 représente le petit appareil de M. Ducretet, basé sur le dispositif de Tesla, pour la production de courants oscillatoires de grande fréquence et de haute tension; le courant d'une bobine d'induction arrivant par les fils  $ii$ , charge le condensateur L dont les décharges oscillantes successives jaillissent sous forme d'étincelles en  $e$  et traversent le solénoïde A B constitué par une simple spire de gros fil formant le circuit inducteur du trans-

formateur T; les courants induits dans le circuit secondaire de ce transformateur, qui est plongé dans un bain d'huile contenu dans une cuve en verre R, peuvent être recueillis à ses extrémités.

Le transformateur T, qui est chargé d'augmenter dans les proportions voulues la tension du courant de haute fréquence, présente l'intéressante particularité de posséder des circuits primaire et secondaire relativement très gros et très courts, les effets d'induction et de self-induction de ces courants étant considérablement plus puissants que ceux des courants alternatifs de fréquence ordinaire; l'isolement des transformateurs doit être, en revanche, particulièrement soigné et c'est pour cette raison qu'on les plonge ordinairement dans un bain d'huile qui constitue un excellent isolant.

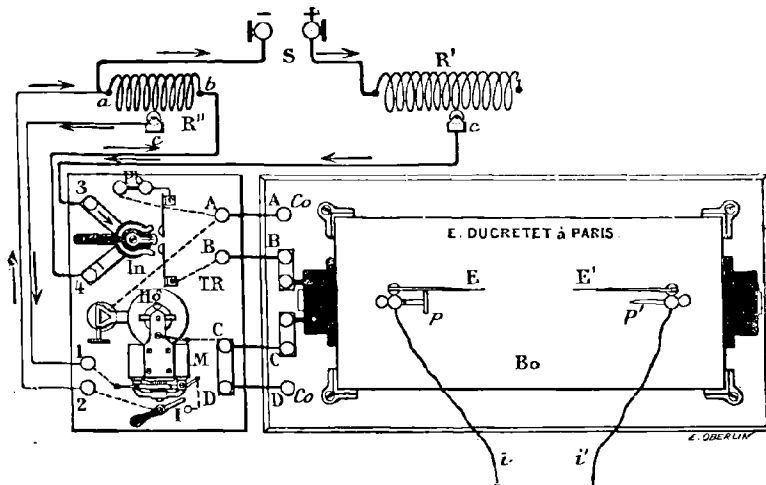


Fig. 323. — Dispositif de M. Ducretet pour l'alimentation d'une bobine d'induction et de son interrupteur par un courant à 110 volts.

Pour les appareils plus puissants, M. Ducretet emploie un condensateur différent constitué, comme l'indique la figure 322, par six jarres de Leyde disposées dans une caisse revêtue intérieurement de papier d'étain qui met en communication toutes les armatures extérieures; les armatures intérieures de ces jarres sont groupées trois par trois par les tiges  $t, t'$  qui sont reliées par les bornes 2, 3 aux deux pôles  $p, p'$  d'une bobine d'induction; un solénoïde S est intercalé dans ce circuit et un excitateur  $e$  dont les boules peuvent être plus ou moins rapprochées est branché sur les deux conducteurs  $i, i'$ . Lorsque l'on utilise une bobine de 20 centimètres d'étincelle, quatre jarres de Leyde suffisent et deux sont suffisantes pour une bobine de 10 centimètres d'étincelle; en revanche, pour une bobine de 30 centimètres, les six jarres sont utiles pour obtenir le maximum d'intensité; il va sans dire que plus la bobine est puissante, plus les effets produits sont intenses.

Pour alimenter ses appareils producteurs de courants de grande fréquence, M. Ducretet utilise ses bobines d'induction et ses interrupteurs à moteur électrique que nous avons décrits dans notre partie concernant la télégraphie sans fil (page 30). Ces bobines de Ruhmkorff peuvent être actionnées directement par le courant continu d'une dynamo de laboratoire ou par celui distribué à 110 ou à 120 volts. Dans les deux cas, il suffit d'introduire dans le circuit de l'inducteur de la bobine, un ampèremètre et un rhéostat à curseur mobile capable de maintenir le débit entre 3 et 8 ampères suivant la puissance de la bobine employée. Dans ce cas, il faut utiliser, pour le trembleur interrupteur, une petite batterie d'accumulateurs, d'un type portatif. Si on veut, toutefois, employer

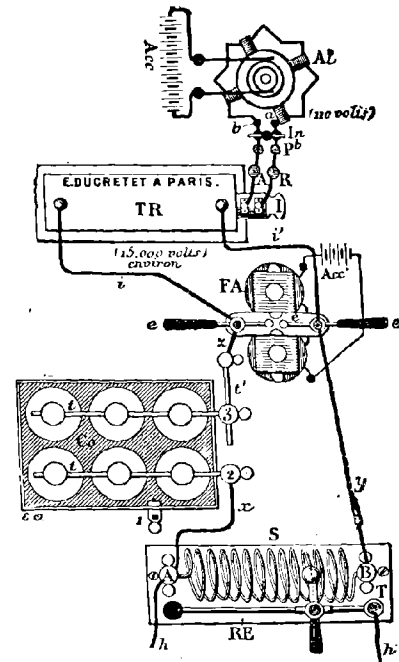


Fig. 324. — Dispositif de M. Ducretet pour la production, à l'aide des courants alternatifs, des courants de grande fréquence.

le courant de la dynamo ou de la distribution pour l'alimentation de la bobine et de son interrupteur-trembleur, sans employer d'accumulateurs, la figure 323 donne le dispositif à réaliser. Le rhéostat  $R'$  sert à réduire l'intensité du courant à la valeur convenable, ainsi qu'il vient d'être dit; il faut toujours introduire la plus grande résistance avant de fermer le circuit; on la réduit ensuite, peu à peu, pour atteindre le régime normal. Le rhéostat  $R''$ , à trois bornes, sert de réducteur; il permet de prendre une dérivation de quelques volts, sur le circuit principal, pour actionner le moteur du trembleur; le curseur mobile du rhéostat règle la vitesse du moteur.

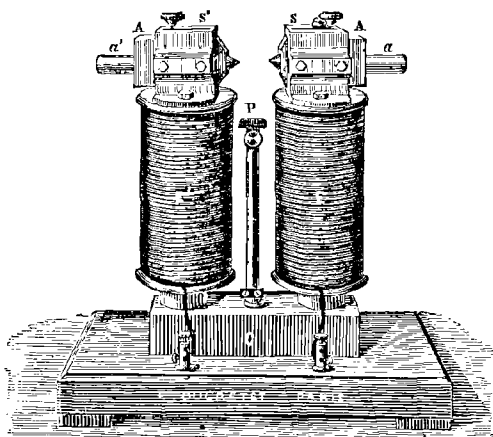


Fig. 325. — Electro-aimant pour le soufflage des étincelles.

dans le dispositif de la figure 322 au condensateur  $C$  formé de six jarres de Leyde, à l'excitateur  $e$  et au solénoïde  $S$ .

Pour l'alimentation du transformateur  $TR$ , on peut naturellement employer, au lieu d'un alternateur spécial, le courant alternatif, ordinairement à 110 volts, distribué par les usines centrales d'électricité.

Le condensateur se charge constamment par les courants induits à haute tension du transformateur  $TR$  pour se décharger aussitôt par une étincelle jaillissant entre les deux boules de l'excitateur  $e$ . Ces décharges oscillantes produisent dans le circuit un courant oscillatoire de très courte période et par suite de très grande fréquence. Si l'on rapproche les boules de l'excitateur, la

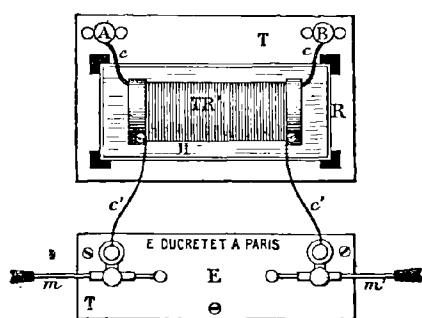


Fig. 326. — Transformateur à bain d'huile pour courants de grande fréquence.

fréquence augmente et les périodes diminuent naturellement de durée et d'intensité; si, au contraire, on éloigne les boules, la fréquence diminue et les périodes augmentent d'intensité et de durée.

Pour obtenir des courants de fréquence maximum, il est nécessaire de souffler les étincelles au fur et à mesure de leur formation. Ce résultat s'obtient soit en faisant jaillir les étincelles dans un puissant champ magnétique, représenté sur la figure 324, par deux puissants électro-aimants  $FA$  alimentés par une batterie spéciale  $A c c'$ , soit en dirigeant entre les deux boules un violent courant gazeux sortant d'un chalumeau en

verre présentant un orifice d'environ un millimètre de diamètre.

Pour obtenir le champ magnétique puissant nécessaire au soufflage des étincelles, M. Ducretet emploie un électro-aimant de Faraday, de son type courant, représenté par la figure 325 et composé de deux bobines  $E E'$  de 20 centimètres de hauteur dont les noyaux de fer doux sont fixés à la partie inférieure sur un bloc de fer  $C$  et reçoivent à la partie supérieure deux armatures de fer doux  $A A'$  dont les noyaux  $a a'$  sont mobiles et peuvent être plus ou moins rapprochés.

Si l'on préfère le soufflage par un jet de gaz on peut employer soit une soufflerie refoulant l'air à une pression de 1,1/2 à 2 atmosphères, soit pour plus de commodité, l'acide carbonique ou l'oxygène comprimé que l'on trouve dans le commerce et dont l'usage est maintenant courant dans tous les laboratoires; il faut toutefois, dans ce dernier cas, utiliser un réducteur de pression pour régulariser l'échappement du gaz.

Comme nous l'avons vu plus haut, on peut dans le cas des appareils des figures 322 et 324, capter les courants à haute tension aux deux extrémités du solénoïde S, comme l'indique la figure 322; dans la figure 324 un curseur glissant sur une tige permet d'opérer ce captage sur une spire quelconque du solénoïde de manière à régler l'intensité des courants recueillis par les fils h, h'.

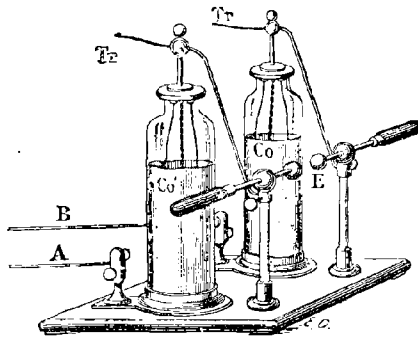


Fig. 327. — Appareil producteur de courant de grande fréquence.

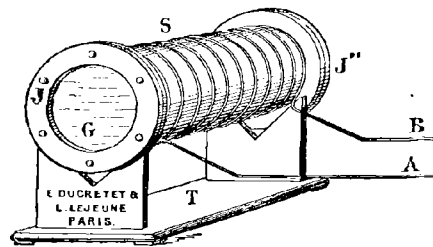


Fig. 328. — Solénoïde.

Si les courants de haute fréquence ainsi recueillis ne sont pas de tension suffisante pour les expériences auxquelles ils sont destinés, on peut augmenter cette tension en remplaçant le solénoïde

par un transformateur isolé dans un bain d'huile (fig. 326) comme c'est d'ailleurs le cas dans la figure 321.

M. Ducretet emploie également un dispositif représenté par la figure 327, basé sur le principe indiqué par M. d'Arsonval et dont la figure 320 donne le schéma. Le courant de haute tension arrivant par

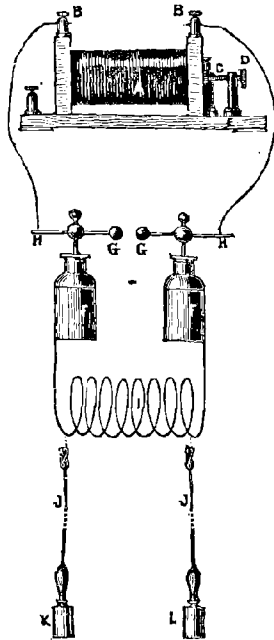


Fig. 329. — Schéma des appareils de M. Chardin.

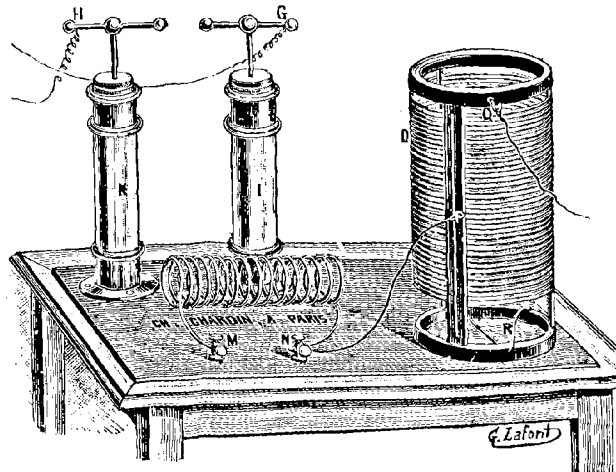


Fig. 330. — Appareil de grande fréquence de M. Chardin.

les fils Tr charge les armatures intérieures des condensateurs Co, Co' et jaillit sous forme de décharges oscillantes en E; les armatures extérieures communiquent par les fils A, B à un solénoïde (fig. 328) ou à un transformateur à haute tension.

C'est également ce dispositif qui est adopté par M. Chardin pour la construction de ses appareils de haute fréquence (fig. 329 et 330); ces appareils sont disposés sur une table, comme l'indique la figure 330, le courant de haute tension arrive par les fils H G, charge les armatures intérieures des condensateurs K L et jaillit sous forme de décharges oscillantes entre les sphères

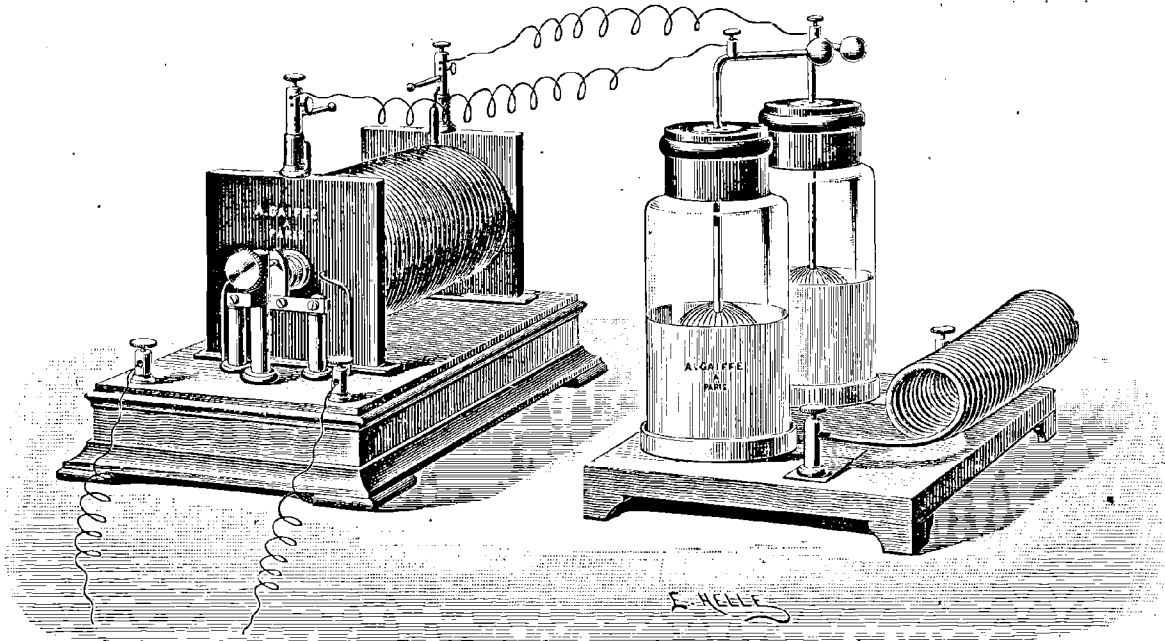


Fig. 331. — Appareil producteur de courants de grande fréquence de MM. d'Arsonval et Gaiffe.

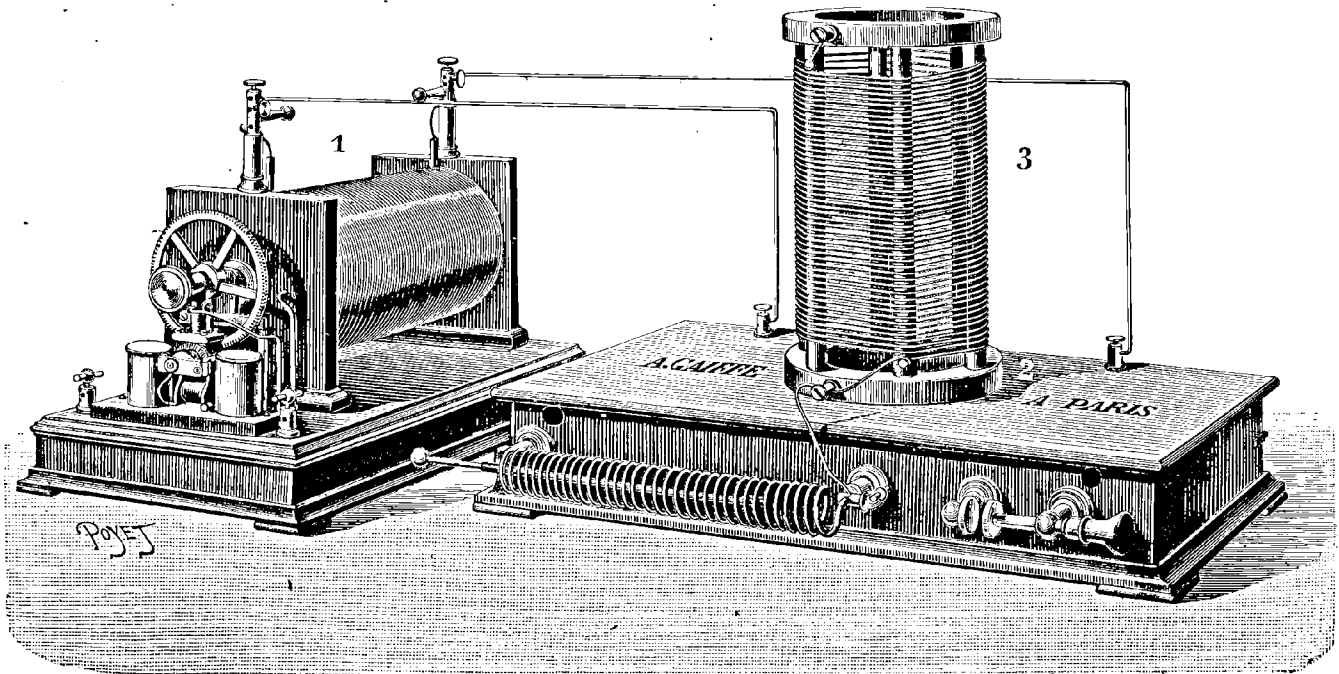


Fig. 332. — Appareil de grande fréquence à condensateur plat de M. Gaiffe.

de l'excitateur formé par le prolongement des tiges des condensateurs; les armatures extérieures sont reliées aux bornes M N que l'on peut mettre en communication avec un solénoïde ou un transformateur quelconque.

La figure 331 représente encore une disposition analogue réalisée par M. Gaiffe; une nouvelle disposition, un peu différente, également adoptée par M. Gaiffe est représentée par notre gravure 332. La bobine de Ruhmkorff, munie de l'interrupteur d'Arsonval-Gaiffe est reliée à une boîte contenant les condensateurs plats formés de feuilles d'étain séparées par des plaques de verre; l'excitateur à étincelles est placé sur le côté de cette boîte, ainsi que le solénoïde de gros fil; ce solénoïde possède un curseur intérieur réglant le courant en intercalant dans le circuit un nombre plus ou moins grand de spires.

Nous avons personnellement modifié quelque peu le dispositif des appareils que nous venons de décrire, afin de permettre d'obtenir rapidement, avec le même appareil, toutes les dispositions possibles et de faire facilement varier les capacités électriques des condensateurs. Nous employons, pour cela, six jarres de Leyde  $c, c, c$  (fig. 333, 334 et 335) disposées dans deux caisses allongées  $C, C'$  dont l'intérieur, revêtu de feuilles d'étain, met en communication entre elles et avec les poignées  $p, p$  les armatures extérieures des jarres; les armatures intérieures sont reliées chacune à une tige traversant le bouchon isolant et se terminant par une petite sphère percée d'une ouverture horizontale dans laquelle peut glisser, à frottement doux, une tige qui permet de réunir ou d'isoler, à volonté, les trois armatures intérieures de chaque condensateur.

Cette disposition permet de réaliser de multiples combinaisons dont nous allons indiquer quelques-unes. Dans la figure 333 l'appareil est disposé suivant le dispositif de M. d'Arsonval. Le circuit induit de la bobine d'induction B est relié par les fils  $bd, b'd'$  aux armatures intérieures des condensateurs  $C, C'$  dont les armatures extérieures sont mises en communication par l'entremise des poignées et des fils  $pi, p'i'$  avec le circuit primaire du transformateur T; les courants induits dans le circuit secondaire de ce transformateur peuvent être recueillis aux bornes  $t, t'$ ; la décharge oscillante se produit en  $e$  entre deux

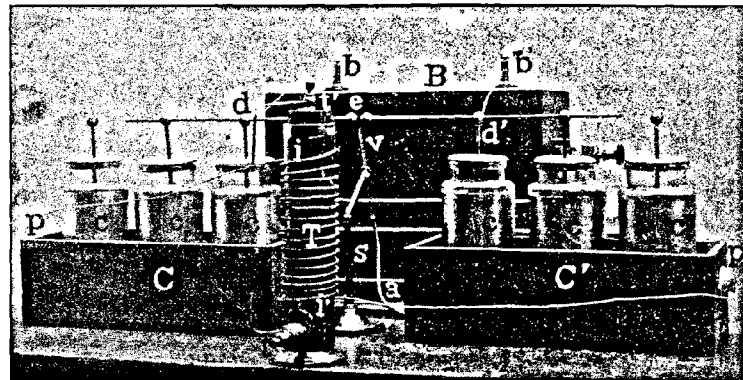


Fig. 333. — Appareil producteur de courants de grande fréquence de M. J.-L. Breton.

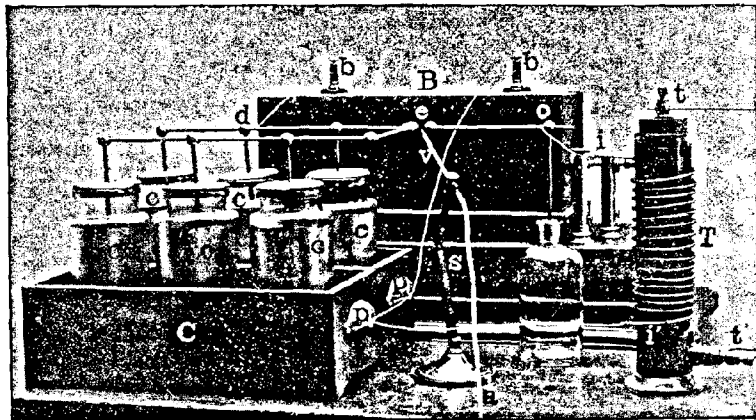


Fig. 334. — Appareil de grande fréquence de M. J.-L. Breton. Autre disposition.

petites sphères fixées aux extrémités des tiges horizontales reliant les tiges verticales des jarres ; un chalumeau de verre *v*, supporté par un pied articulé *s* et alimenté de gaz sous pression par le tube de caoutchouc *a*, communiquant avec une soufflerie ou un récipient à acide carbonique comprimé, vient souffler les étincelles.

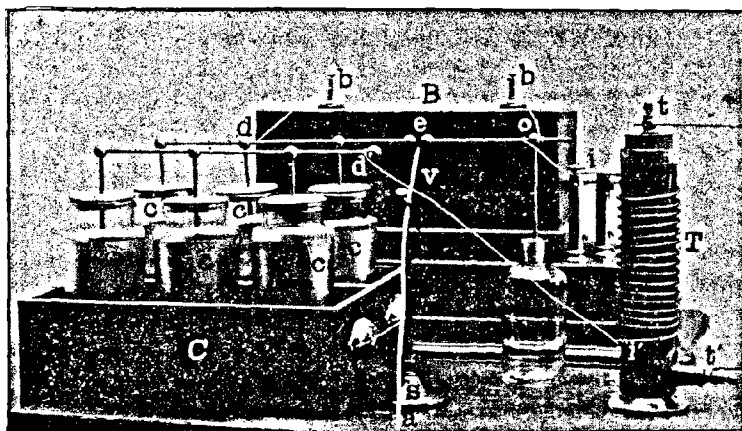


Fig. 335. — Appareil de grande fréquence de M. J.-L. Breton. Autre disposition.

Dans la figure 334 c'est le dispositif de Tesla qui est employé ; l'une des bornes du circuit induit de la bobine d'induction B est reliée aux armatures intérieures du condensateur C formé par

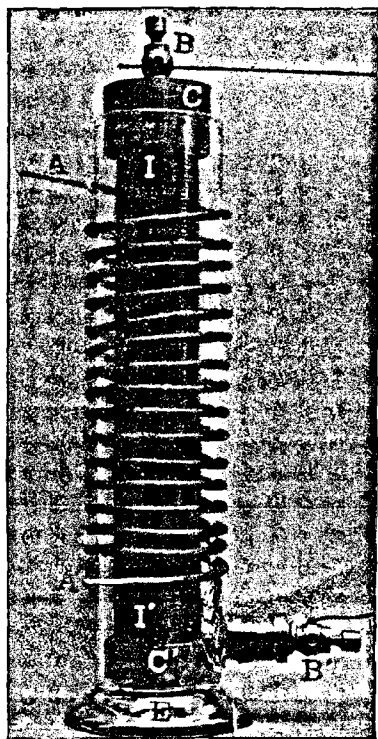


Fig. 336. — Transformateur pour courant de grande fréquence de M. J.-L. Breton.

les deux caisses accolées l'une à l'autre ; l'autre borne *b'* est mise en communication avec les deux poignées *p, p'* des deux caisses et, par leur entremise, avec l'armature extérieure du condensateur ; le fil *pp'* relie ces poignées à l'une des extrémités du circuit primaire du transformateur T dont l'autre extrémité *i* est rattachée en *o* à l'une des branches de l'excitateur *e* ; l'étincelle oscillante produite est encore soufflée par le chalumeau *v* porté par le support articulé *s* et alimenté par le tuyau de caoutchouc *a*. Ici encore, on peut, avec une extrême facilité, utiliser une, deux, trois, quatre, cinq ou les six jarres.

Cette facilité de restreindre à volonté les capacités électriques des condensateurs est précieuse car il ressort des expériences que nous avons faites qu'il est utile, pour obtenir le maximum d'intensité dans les effets, de régler ces capacités suivant la source d'électricité à haut potentiel employée. Ceci se comprend en effet très facilement, car, si on augmente la surface des armatures des condensateurs, on accroît l'intensité des courants oscillatoires produits, mais, en revanche, on diminue le nombre des oscillations des décharges et, par suite, la fréquence ; si on diminue, au contraire, les surfaces des armatures, l'intensité décroît mais la fréquence augmente ; il est, par suite, logique que pour une certaine valeur de ces deux éléments, les effets produits présentent leur maximum d'intensité. Nous avons reconnu qu'il était préférable d'augmenter la fréquence et, par suite, d'employer des armatures de surface restreinte ; deux ou trois jarres nous donnaient ainsi avec notre bobine de 30 centimètres d'étincelle des



effets plus accentués que les six jarres. Il y a toutefois des expériences, pour imiter par exemple les effets de la foudre, où il est préférable d'obtenir une plus grande intensité même avec une fréquence moindre ; c'est pourquoi il est très utile de pouvoir modifier à volonté, comme dans notre appareil, les conditions dont dépendent ces résultats.

Enfin, la figure 335 reproduit le dispositif déjà décrit et représenté par la gravure 322. C'est, en somme, le même que précédemment avec cette différence que les jarres, au lieu d'être montées toutes en quantité, sont groupées trois par trois et que leurs électrodes extérieures sont seules réunies ensemble sur les poignées  $p,p$ , l'ensemble forme ainsi condensateur double ; les armatures intérieures d'une des séries de trois jarres sont reliées par le fil  $bd$  à l'une des bornes de la bobine B, tandis que l'autre série est rattachée à l'autre borne par l'entremise du circuit primaire du transformateur T et des fils  $d'i'$  et  $io'b'$ . On peut, naturellement, dans cette disposition, n'employer que deux ou quatre jarres. Ce dispositif présente l'avantage de rendre plus difficile le perçement par l'étincelle des parois de verre des jarres qui se produit parfois lorsque les bornes de l'excitateur sont trop éloignées et que, par suite, la décharge éprouve moins de résistance à percer cette paroi de verre qu'à jaillir à l'air libre ; avec le dispositif précédent, il faudrait, pour que cet inconvénient se produisît, que l'étincelle perce à la fois deux parois qui opposent naturellement une résistance double ; en revanche, il se produit une légère perte d'énergie.

La forme nouvelle que nous avons donnée au transformateur des courants de grande fréquence représenté dans les gravures précédentes est particulièrement commode et donne d'excellents résultats. Ce transformateur est représenté à part par la figure 336 ; il est, comme on voit, constitué par une éprouvette à pied tubulée E qui reçoit extérieurement l'enroulement primaire A, A' ; l'enroulement secondaire I, I' est effectué sur un cylindre de bois dur fileté CC' placé à l'intérieur de l'éprouvette, l'une de ses extrémités est reliée à la borne B placée sur la partie supérieure du cylindre et l'autre extrémité passe à travers la tubulure inférieure pour venir aboutir à la borne B' ; l'éprouvette est enfin remplie d'huile lourde employée pour le graissage des moteurs à gaz et qui constitue un excellent isolant. Dans la figure 336, l'huile a été enlevée pour laisser voir le circuit induit, tandis qu'elle remplit l'éprouvette dans les figures précédentes.

M. le docteur Oudin réalisa un transformateur spécial sans isolant liquide pour courant de grande fréquence. Cet appareil, qu'il qualifia du nom de résonateur et dont la figure 337 repré-

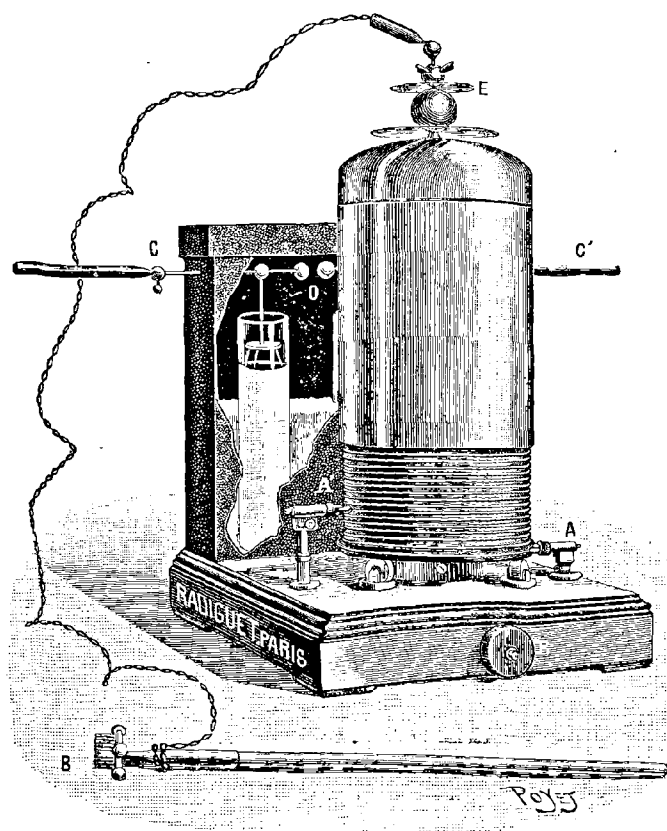


Fig. 337. — Résonateur de M. Oudin. Dispositif de M. Radiguet.

sente le modèle construit par M. Radiguet, est simplement constitué par un grand solénoïde en fil de cuivre de 3 millimètres de diamètre et d'environ 60 mètres de long, enroulé sur un cylindre fileté de bois paraffiné ; les spires sont distantes d'un centimètre environ. La partie inférieure de ce solénoïde, comprise entre les deux curseurs A, A', forme le circuit primaire du transformateur et est parcourue par les courants de grande fréquence et tension relativement faible ; ces courants développent par induction des courants induits de haute tension dans les spires supérieures du solénoïde qui constituent, par conséquent, le circuit secondaire. Le curseur supérieur A' peut se déplacer sur le solénoïde par suite de la rotation de ce dernier obtenue par le volant B, de telle sorte que

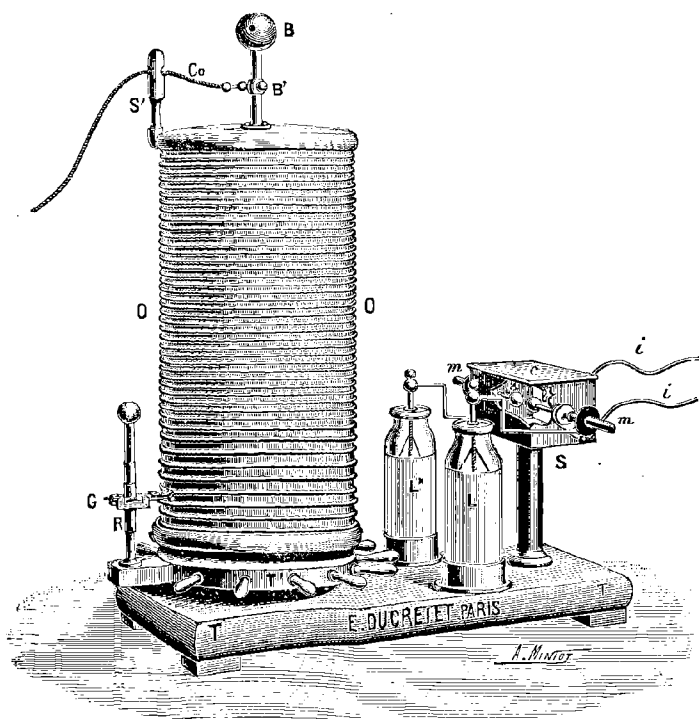


Fig. 338. — Résonateur de M. Oudin, modèle de M. Ducretet.

l'on peut régler exactement le nombre de spires des circuits primaire et secondaire pour obtenir le maximum d'effet. Si, en effet, on augmente le nombre de spires du circuit primaire, l'influence inductive de ce circuit augmente pour un courant de même valeur mais, en revanche, la résistance augmentant dans de grandes proportions par suite de la self-induction, l'intensité du courant qui le traverse diminue et, de plus, la longueur du circuit induit diminue également ; d'autre part, si l'on restreint le nombre de spires du circuit primaire, son action inductive tend à décroître par suite de la diminution de longueur du circuit, mais tend à s'accroître par suite de l'augmentation d'intensité du courant qui le traverse et par l'augmentation de longueur du circuit induit ; on comprend facilement qu'il existe une certaine valeur pour laquelle l'action inductive est

maximum pour une source donnée de courants de grande fréquence.

Dans le modèle de M. Radiguet, représenté par la figure 337, les courants de grande fréquence qui alimentent le circuit primaire du transformateur sont produits par un dispositif renfermé dans une caisse rectangulaire et composé de deux condensateurs dont les armatures extérieures sont reliées aux curseurs A, A' ; les armatures intérieures sont en communication avec les branches de l'excitateur O ; ces branches C, C' reçoivent les courants à haute tension, qui produisent en O les décharges oscillantes, par des conducteurs reliés à une forte bobine d'induction.

Le modèle de résonateur Oudin, construit par M. Ducretet, et que représente la figure 338, est quelque peu différent comme disposition mécanique ; le fil constituant le solénoïde, entouré sur le cylindre de bois fileté, est en deux parties de grosseurs différentes, la portion de diamètre maximum se trouvant à la partie inférieure ; le cylindre O est fixe sur son socle et c'est la tige R du galet à gorge G qui se déplace avec son plateau T' ; dans ce mouvement, le galet G suit constamment le fil et, par suite, s'élève ou s'abaisse sur sa monture R suivant le sens de la rotation ; ce galet est relié, au moyen d'un cercle métallique fixé sous le plateau T' et d'un ressort, à l'arma-

ture extérieure d'un des condensateurs d'un appareil producteur de courants de grande fréquence, basé sur le dispositif d'Arsonval ; l'autre armature extérieure du second condensateur est rattachée par l'axe fixe du cylindre de bois à l'extrémité inférieure du solénoïde ; les deux armatures intérieures des condensateurs sont mises en communication avec un excitateur à étincelle S et par les fils *ii'* avec une source de courant de haute tension. L'extrémité supérieure du solénoïde est fixée à une monture BB' disposée pour recevoir divers accessoires d'expérience, par exemple un conducteur Co qui se rend aux excitateurs destinés aux applications médicales et qui est maintenu à distance des spires supérieures par la colonne isolante S'. Le réglage de cet appareil s'effectue en agissant sur la distance des boules de l'excitateur et sur le galet G qui permet de séparer le solénoïde en deux parties inégales, l'une étant inductrice et l'autre induite.

Nous basant sur les résultats obtenus par le résonateur Oudin, nous avons réalisé un transformateur analogue mais de plus grande dimension, représenté par la figure 339 ; pour simplifier la construction, cet appareil est constitué par quatre montants en bois de 160 centimètres de hauteur, dont l'écartement est maintenu aux deux extrémités par deux croisillons dont l'un forme pied ; ces montants forment un carré de 68 centimètres de côté, ce qui fait que chaque spire de fil qui s'y trouve enroulée à une longueur de 272 centimètres, et, comme il y a 128 spires, la longueur totale du fil est de 348 mètres. Le circuit inducteur, afin d'être plus rapproché de toutes les spires du circuit induit, est constitué par un certain nombre de spires *tt'* prises au milieu ; ses deux extrémités correspondent aux armatures extérieures *pp'* des condensateurs C, C', dont les armatures intérieures sont reliées aux bornes de la bobine d'induction B et à l'excitateur *e* ; la décharge est soufflée par un chalumeau de verre relié à une soufflerie par le tuyau de caoutchouc *a*. Les courants de grande fréquence et haute tension induits dans le solénoïde sont recueillis à ses deux extrémités *ii'*. Avec cet appareil, nous avons obtenu de très beaux effets.

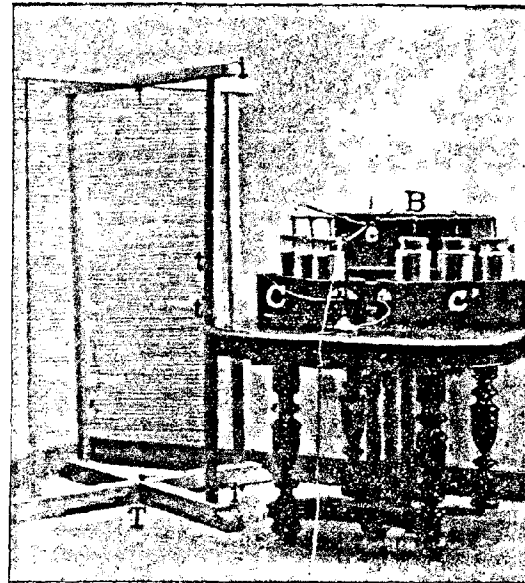


Fig. 339. — Transformateur sans liquide isolant de M. J.-L. Breton.

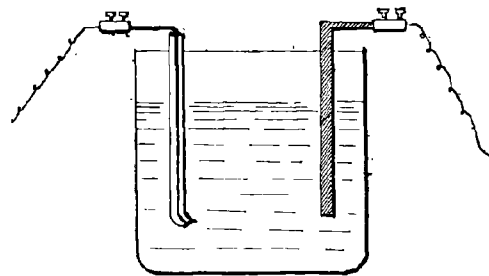


Fig. 340. — Interrupteur électrolytique Wehnelt.

**Interrupteur électrolytique Wehnelt.** — Nous ne pouvons passer sous silence le nouvel interrupteur que M. Wehnelt vient tout récemment de faire connaître. Cet appareil permet, en effet, d'obtenir directement des courants de fréquence relativement élevée, variant de 1.000 à 2.000 périodes par seconde ; ce ne sont naturellement pas là des courants de grande fréquence capables de produire les effets remarquables que nous examinerons plus loin ; mais ces courants, alimentant une bobine d'induction ordinaire, permettent d'augmenter considérablement son rende-

ment et, par suite, les courants induits qui prennent naissance dans son circuit secondaire, d'une fréquence et d'une tension bien supérieures, peuvent alimenter les appareils producteurs de courants de grande fréquence que nous venons d'examiner dans de bien meilleures conditions; d'où il résulte un accroissement d'intensité des courants de haute fréquence produits.

Lorsqu'on emploie un interrupteur ordinaire les courants induits dans le circuit secondaire de la bobine sont en nombre restreint et ils produisent dans les appareils de grande fréquence qu'ils alimentent un nombre également restreint de décharges oscillantes qui sont séparées par des espaces pendant lesquels l'appareil ne fonctionne pour ainsi dire pas; pour avoir le maximum de

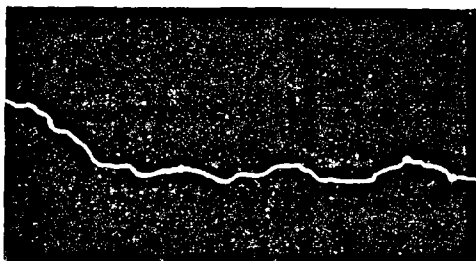


Fig. 341. — Elincelle de 35 centimètres obtenue avec l'interrupteur Radiguet.



Fig. 342. — Etincelle en écheveau obtenue avec l'interrupteur Wehnelt (110 volts et 7 ampères).

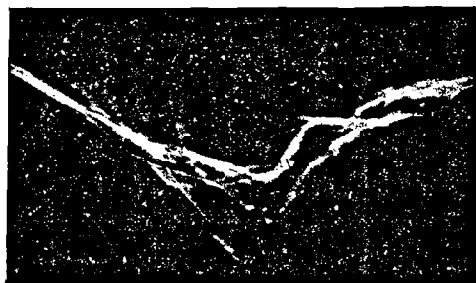


Fig. 343. — Etincelle flamme obtenue avec l'interrupteur Wehnelt (110 volts et 10 ampères).

rendement il faudrait, aussitôt que les oscillations d'une décharge prennent fin, qu'une nouvelle décharge jaillisse, et ainsi de suite; l'interrupteur de Wehnelt, augmentant le nombre des courants secondaires et, par suite, des décharges qu'ils provoquent dans un temps donné, rapproche évidemment le fonctionnement des appareils du fonctionnement idéal dont nous venons de parler; de plus, la tension de chaque courant secondaire étant accrue, chaque décharge augmente d'intensité. Par conséquent, on comprend facilement que la production finale des courants de grande fréquence soit, pour ces deux causes, considérablement augmentée.

L'interrupteur électrolytique Wehnelt (fig. 340) est très simplement constitué par deux électrodes de surface très différente, plongeant dans l'eau acidulée; l'une des électrodes est constituée par une lame métallique de plomb, de forme quelconque, et l'autre par un petit fil de platine dépassant de quelques millimètres l'extrémité d'un tube de verre; ce fil de platine est relié avec le conducteur amenant le courant soit par un bain de mercure remplissant le tube de verre, soit par une soudure. Lorsque l'on fait traverser cet ensemble par un courant d'une tension suffisamment élevée l'extrémité du tube de platine devient le siège de phénomènes lumineux et thermiques particuliers et le courant se trouve constamment interrompu, il devient intermittent et présente une fréquence plus ou moins grande variant avec les conditions de l'expérience et pouvant atteindre 2.000 périodes par seconde.

Ce phénomène, déjà partiellement signalé par Planté, n'est pas encore expliqué d'une façon pleinement satisfaisante. Plusieurs explications ont toutefois été données, notamment la suivante: sous l'influence du courant traversant l'appareil la pointe de platine rougit, une sorte de caléfaction se produit et une gaine de vapeur entourant le fil de platine interrompt le courant; par suite de cette interruption du courant le platine se refroidit aussitôt; la vapeur se condense ou se dégage, l'eau acidulée revient en contact avec le platine et la même série des phénomènes recommence.

Quoiqu'il en soit, les effets produits par cet interrupteur sont très remarquables comme

on pourra en juger par les gravures 341, 342 et 343, reproduisant des épreuves photographiques obtenues par M. Radiguet qui a déjà sérieusement étudié le nouvel appareil. La figure 341 représente l'étincelle obtenue avec une bobine Radiguet de 35 centimètres, munie d'un interrupteur ordinaire ; les figures 342 et 343 représentent, au contraire, les décharges obtenues avec la même bobine munie d'un interrupteur électrolytique Wehnelt ; la première épreuve est obtenue avec un courant de 110 volts et 7 ampères, la seconde en forme de flamme avec un courant de 110 volts et 10 ampères.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce nouvel appareil qui est tout récent, qui n'a pas encore été bien étudié et qui est susceptible de recevoir de nombreux perfectionnements. Nous aurons, d'ailleurs, très probablement l'occasion d'y revenir dans un prochain ouvrage.

**Propriétés et applications des courants de grande fréquence.** — La principale propriété des courants de grande fréquence réside dans leur formidable puissance d'induction et de self-induction que nous avons déjà constatée plus haut à plusieurs reprises au sujet des transformateurs destinés à augmenter la tension de ces courants.

Nous avons vu entre autre que dans les appareils des figures 322, 324, 329 et 332, les solénoïdes de gros fil que reçoivent les oscillations de grande fréquence peuvent former le circuit primaire d'un transformateur, si l'on désire modifier la tension des courants produits ; si, au contraire, cette tension est suffisante, on peut capter ces courants en branchant deux fils de prise de courant sur les deux extrémités du solénoïde ; les effets de self-induction sont tellement considérables avec les courants de haute

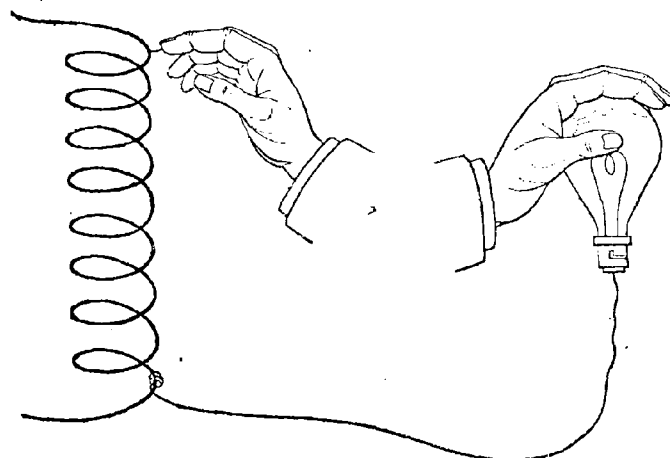
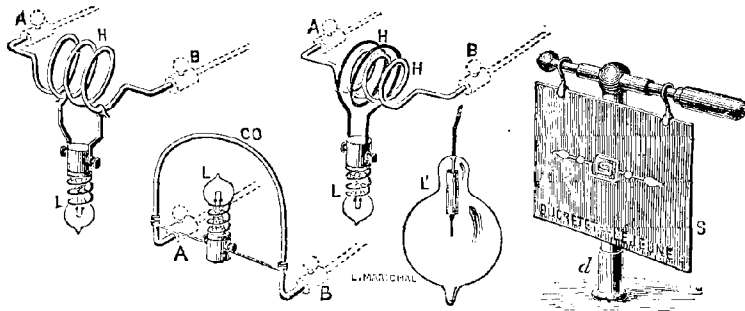


Fig. 344. — Expérience démontrant les effets de self-induction des courants de grande fréquence.

fréquence que seule une portion minime du courant traverse le solénoïde et que la presque totalité suit le circuit extérieur infiniment plus résistant, et contenant, par exemple, un tube à grand vide sans électrodes, mais possédant une self-induction moindre. On peut modifier la puissance du courant traversant le circuit extérieur en séparant les deux fils de prise de courant par un nombre de spires plus ou moins grand ce qui constitue un mode de réglage des plus commodes.

Une des nombreuses expériences qui montrent d'une façon frappante la puissance de self-induction des courants de grande fréquence est schématiquement représentée par notre figure 344 ; si on branche un fil métallique communiquant au filament d'une lampe à incandescence à l'extrémité d'un solénoïde formé de quelques spires de très gros fil et que l'on approche une main de l'autre extrémité du solénoïde, en tenant la lampe de l'autre main, on voit le filament devenir incandescent et brûler même dans certains cas ; la résistance opposée au courant par le corps, la lampe et le fil de dérivation est pourtant un nombre incalculable de fois supérieur à celle opposée par le solénoïde, mais la self-induction est en revanche beaucoup moindre ; on ne ressent dans cette expérience aucune sensation au passage du courant, ce qui constitue une nouvelle et bien curieuse propriété des courants de grande fréquence, propriété que nous examinerons plus loin.

De très nombreuses expériences peuvent être ainsi faites pour montrer cette puissance considérable d'induction et de self-induction ; les figures 345 à 349 représentent quelques-unes de



ces expériences ; dans la première, une lampe à incandescence L est branchée entre les trois spires du solénoïde H, parcouru par des courants de grande fréquence ; ces courants passent de préférence dans la lampe et illuminent son filament, quoique sa résistance soit considérablement supérieure à celle du solénoïde, sa self-induction étant en revanche moindre ; on peut ainsi allumer des lampes de différents voltages en branchant les fils d'attache en différents points du solénoïde. L'expérience suivante est encore plus frappante, puisqu'ici, un gros fil de cuivre CO disposé en forme d'U, oppose une résistance plus grande au passage du courant que la lampe montée en dérivation sur ses deux branches ; la résistance réelle

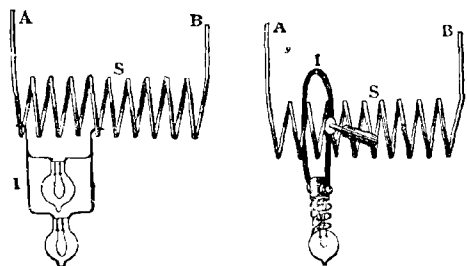


Fig. 350. — Self-induction.

Fig. 351. — Induction.

du fil est pourtant insignifiante (0,0007 ohm) et le calcul montre que, dans cette disposition, pour que la lampe s'illumine sous l'influence d'un courant continu ordinaire, il faudrait, étant donné le voltage de la lampe de 4 volts, que le courant traversant le fil en U atteigne d'abord une intensité de 6.000 ampères ; ce résultat est obtenu par la formule connue :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{4}{0,0007} = 6.000 \text{ ampères environ ;}$$

on voit, qu'avec les courants de grande fréquence la loi de Ohm est absolument violée. La figure suivante montre l'illumination d'une lampe par l'induction d'un solénoïde traversé par des courants de grande fréquence sur deux simples spires de fil l'entourant. Les figures 350 et 351, montrent également la puissance des phénomènes de self-induction et d'induction.

Les courants de grande fréquence créent autour de leurs conducteurs un champ électrostatique de grande puissance, et, dès qu'on en approche des tubes de Tesla, ceux-ci s'illuminent fortement ; ces tubes sont simplement constitués par des tubes de verre fermés, sans électrode et dans lesquels on a fait un vide compris entre le vide de Geissler et le vide de Crookes ; à plus forte raison, les tubes de Geissler munis d'électrodes s'illuminent dans le champ électrostatique ainsi créé. On augmente ces effets lumineux en reliant un des pôles à une surface métallique S (fig. 349), dont les dimensions doivent dépendre de la puissance de l'appareil. En reliant un des pôles au fil unique d'une lampe à incandescence spéciale L' (fig. 348), ce filament s'illumine aussitôt. Ces expériences peuvent d'ailleurs être variées à l'infini.

Avec les appareils de M. Ducretet des figures 322 et 324 et son transformateur de Tesla, à huile (fig. 326) on peut obtenir les effets résumés ci-après :

Avec une bobine de Ruhmkorff BO (fig. 322) de 20 centimètres de longueur d'étincelles, celles de grande fréquence et de haute tension qui éclatent en E (fig. 326), sont très nourries, bruyantes, elles atteignent 8 à 10 centimètres de longueur. Ces effets sont considérablement augmentés avec des bobines plus fortes et avec l'alternateur AL (fig. 324). L'innocuité de ces courants

est rendue évidente, avec ces puissants appareils, en approchant des tiges *mm'* de l'excitateur E (fig. 326), une poignée métallique tenue à la main : sans aucune sensation désagréable, il est ainsi possible de tirer des étincelles qui jaillissent sur la poignée métallique. Si on approchait simplement la main non munie de cette poignée métallique, l'étincelle de ces puissants appareils, jaillissant directement sur la peau, produirait une brûlure et une piqûre désagréables.

Avec les poignées métalliques de la figure 322 mises en contact avec les conducteurs *mm'* de l'excitateur E (fig. 326), il est possible d'allumer une ou plusieurs lampes à incandescence de 120 à 150 volts, le courant traversant également le corps d'un ou deux expérimentateurs qui doivent être légèrement isolés du sol en se plaçant sur un tabouret en bois. A la lampe à incandescence peut être substitué un tube de Tesla, de 90 à 100 centimètres de longueur ; ce tube est sans électrode, le vide presque parfait y est fait sur l'acide carbonique. Tenu d'un bout, à pleine main, par un premier opérateur mis en communication avec une des tiges de l'excitateur E (fig. 326), au moyen d'une poignée métallique, le tube de Tesla s'illumine, même si son autre extrémité reste libre ; mais son intensité lumineuse devient bien supérieure, si un deuxième opérateur saisit l'autre extrémité du tube et s'il se met en communication, comme le premier opérateur, par une poignée métallique, avec la deuxième tige de l'excitateur E. Il est possible de faire ainsi une chaîne

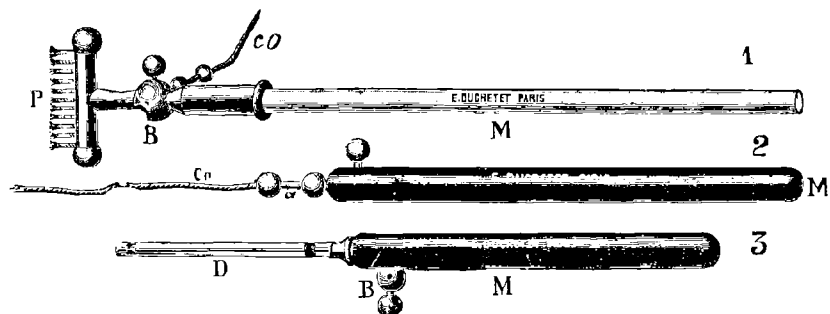


Fig. 352. — Excitateurs pour courants de grande fréquence.

de plusieurs personnes à condition de se placer sur un sol mauvais conducteur. L'opérateur, mis en communication d'une main avec une des tiges de l'excitateur E, et tenant de l'autre main le tube de Tesla, peut allumer un bec de gaz avec l'autre extrémité libre du tube sans ressentir aucune commotion. Des lampes de Tesla, contenant des substances fluorescentes et placées dans les mêmes conditions, deviennent très lumineuses.

En reliant l'une des tiges de l'excitateur E (fig. 326) à une grande surface métallique isolée, suspendue à environ 2 mètres du sol, on pourra créer un champ électrostatique entre la plaque et le sol : tous les tubes de Geissler, Crookes, Tesla, placés dans ce champ s'illumineront sans être en communication avec l'appareil ni avec la plaque. L'effet sera maximum lorsque les tubes de Tesla seront tenus à la main, verticalement, par une extrémité, l'autre extrémité amenée au voisinage de la plaque. Il faut avoir soin de ne pas amener les tubes et les lampes de Tesla au contact des tiges de l'excitateur E, ni de la plaque de champ, car ils seraient percés par l'étincelle, qu'il faut éviter de faire jaillir en les tenant à une certaine distance. Ainsi, un certain nombre de tube, pourront être allumés et l'effet produit est des plus curieux. Les expériences si remarquables de Tesla permettent donc la réalisation d'un nouveau mode d'éclairage *par la lumière froide*. En déplaçant le tube tenu à la main, plus ou moins rapidement de droite à gauche et *vice versa*, l'intermittence du courant est mise en évidence par la multiplicité des images du tube lumineux ainsi agité et observé dans l'obscurité. La méthode stroboscopique peut être appliquée pour observer cette intermittence.

La tension du courant le long des fils émergeant du circuit secondaire *c'c'* (fig. 326) fixés à l'excitateur E, est si grande que l'on observe, dans l'obscurité, une illumination et des aigrettes du

plus bel effet. Si ces fils, partant de E, sont isolés à leur autre extrémité, et sont tendus parallèlement, au voisinage l'un de l'autre, à une distance que l'étincelle ne peut pas franchir, on observe une véritable nappe de feu et il se produit, en même temps, une quantité d'ozone telle qu'en quelques minutes son odeur caractéristique se répand dans toute la salle.

En employant un condensateur possédant des armatures de grandes dimensions, les étincelles qui jaillissent en E deviennent extrêmement vives et bruyantes ; elles atteignent 28 et 30 centimètres de longueur, et elles se divisent en nombreux traits dont la forme rappelle celle des éclairs. Ces étincelles permettent de reproduire certains effets que l'on constate dans les coups de foudre. En reliant les boules de l'excitateur E aux extrémités d'un bâton de bois, d'environ 20 centimètres de longueur, l'étincelle se fraye un chemin tantôt à la surface du bois, tantôt en suivant des veines intérieures et en décrivant des sinuosités capricieuses ; en quelques secondes le bois lance des flammes de tous côtés en présentant une ligne de points incandescents et finit par se déliqueter. En coupant ce bois en deux parties dans le sens de la largeur on retrouve à l'intérieur le passage des étincelles.

Les effets physiologiques des courants de grande fréquence ne sont pas moins curieux. En 1881, M. Ward avait déjà constaté qu'une bobine d'induction, actionnée par un interrupteur très rapide, produisant 6.000 interruptions par seconde, donnait des étincelles inoffensives ; les courants de grande fréquence, produits par les appareils que nous avons décrits, présentent la même innocuité sur le corps des animaux et de l'homme ; on peut ainsi faire traverser le corps par des décharges d'une intensité considérable capable d'illuminer plusieurs lampes à incandescence sans ressentir la plus petite commotion ; la seule précaution à prendre est de ne pas faire jaillir l'étincelle directement sur la peau afin d'éviter la brûlure qui pourrait en résulter, il faut, dans ce cas, interposer simplement un objet métallique.

Les courants qui traversent ainsi le corps, s'ils ne produisent aucune commotion, n'en font pas moins subir à l'organisme des effets qui peuvent être utiles en thérapeutique, comme l'a démontré M. d'Arsonval. On peut faire agir ces courants de différentes manières ; c'est ainsi que le docteur Oudin utilise les effluves produites par son résonateur et agissant sur certaines parties du corps ; cette action est obtenue à l'aide d'excitateurs de modèles divers dont la figure 352 représente quelques types ; le premier

de ces appareils est un pinceau métallique fixé au bout d'un manche isolant, relié par le conducteur CO à l'extrémité supérieure B (fig. 338) du résonateur et destiné à être promené en présence de la partie du corps à traiter ; le dernier de ces excitateurs, construit sur les indications de M. Doumer, est constitué par un fil métallique

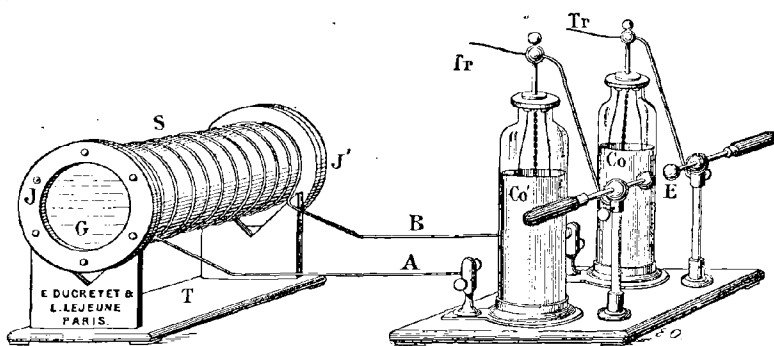


Fig. 353. — Solénoïde pour étudier l'action des courants sur des animaux.

entouré d'une enveloppe de verre D relié par la borne B au résonateur et destiné au traitement de la fissure sphinctéralgique. La forme de ces appareils peut d'ailleurs varier à l'infini, suivant leurs applications.

M. d'Arsonval préfère employer des solénoïdes qui agissent par induction sur la partie du corps ou le corps entier qui se trouve placé dans l'intérieur de leurs spires ; il donne le nom d'au-



toconduction à ce mode de traitement. Le solénoïde S de la figure 353, construit par M. Dueretet est constitué d'un tube en ébonite de diamètre assez grand pour y introduire le bras ; il est, de plus, muni de glaces de fermeture et de trous pour la circulation de l'air, afin de permettre d'introduire un animal à l'intérieur de ses spires et d'étudier l'influence des courants sur son organisme.

Pour mettre en évidence les courants induits qui peuvent prendre

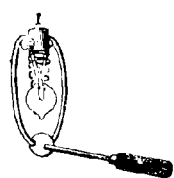


Fig. 354.

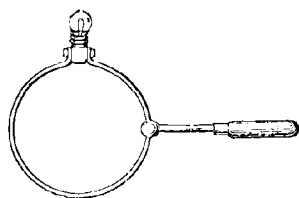


Fig. 355.

naissance, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de ce solénoïde, on fait usage d'appareils (fig. 354 et 355) formés d'une seule spire de fil de cuivre portant une lampe

à incandescence de 15 à 20 volts ; dans les deux cas, dès qu'elle est introduite à l'intérieur à l'aide du premier appareil ou placée à l'extérieur à l'aide du second, cette lampe brille avec éclat sous l'influence des courants de grande fréquence qui circulent dans le solénoïde.

Pour employer l'autoconduction sur l'ensemble du corps, il faut l'enfermer dans un solénoïde de dimension suffisante ; la figure 356 représente le modèle construit par M. Chardin pour cet usage ; il est suspendu à une poulie et peut à volonté se replier pour permettre l'introduction et le départ de la personne traitée.

M. Gaiffe construit sur le même principe des lits entourés d'un vaste solénoïde et où les malades peuvent recevoir sans fatigue l'action des courants de grande fréquence. Il construit également sur les indications de M. d'Arsonval le fauteuil représenté par la figure 357 et destiné aux applications des courants par condensation ; le sujet, dans ce cas, constitue une armature d'un condensateur et se trouve isolé par un coussin isolant d'une feuille métallique formant la seconde armature.

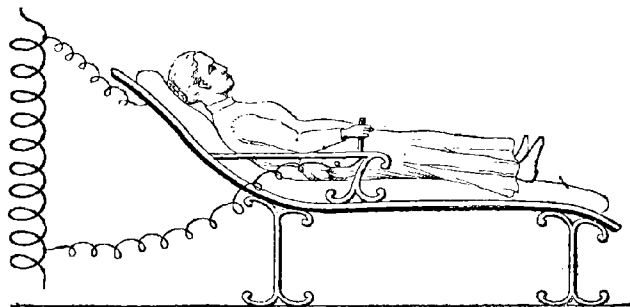


Fig. 357. — Lit condensateur de M. Gaiffe.

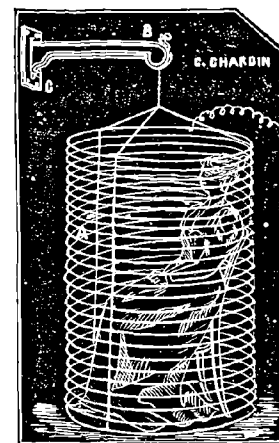


Fig. 356. — Grand solénoïde de M. Chardin

Jusqu'ici les courants alternatifs de grande fréquence n'ont guère été utilisés, en dehors des expériences très remarquables au point de vue scientifique citées plus haut, que pour des applications médicales ; c'est pourquoi nous avons fait rentrer leur étude dans la partie de notre ouvrage traitant l'électricité médicale ; mais le temps n'est peut-être pas loin où ils feront leur apparition dans l'industrie et où ils viendront révolutionner les procédés d'éclairage actuellement utilisés.

## CHAPITRE SEPTIÈME

**GALVANOCAUSTIQUE THERMIQUE.** — Si certains effets physiologiques de l'électricité sont contestables et contestés par certains docteurs au point de vue de leur application pratique aux traitements médicaux, il est des emplois particuliers de l'électricité à la médecine et à la chirurgie dont l'utilité est absolument incontestable ; telles sont ses applications pour la galvanocaustique thermique et pour l'éclairage de certains organes. Ici, l'électricité n'agit pas par son

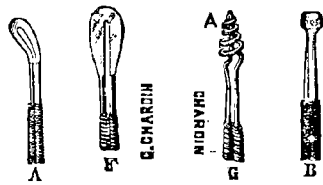


fig. 358. — Cautères divers.

action physiologique sur le corps humain, mais se contente modestement de mettre à la disposition des docteurs des moyens d'action pratiques perfectionnés, leur permettant d'opérer avec le maximum de commodité et, par suite, de chance de succès.

On a donné le nom de galvanocaustique thermique aux cautérisations produites par un fil ou une lame de platine porté au rouge par le passage d'un courant électrique. Cette application de l'électricité n'a donc aucun rapport avec la galvanocaustique chimique ou électrolyse, qui consiste dans l'action chimique et électrolytique des courants électriques de faible intensité sur les tissus organiques.

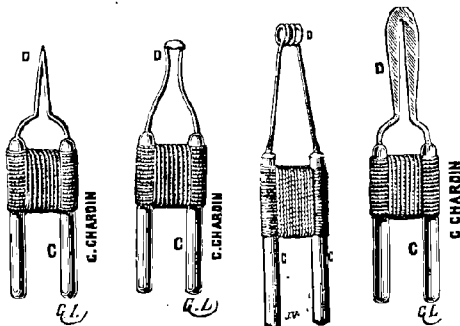


Fig. 359. — Cautères pour la bouche.

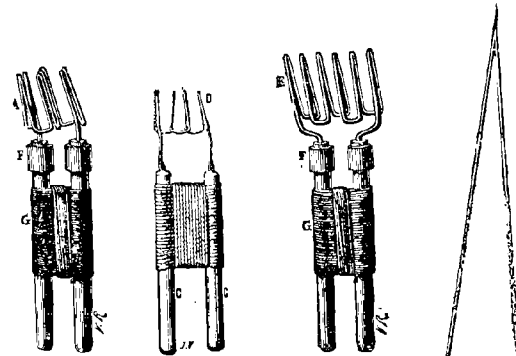


Fig. 360. — Cautères pour la peau.

Les avantages du galvanocautère sont considérables ; il permet d'introduire l'appareil cautérisant à froid dans les organes, de le porter instantanément au rouge par la simple pression d'un bouton, de régler sa température avec une grande précision à l'aide d'un rhéostat et d'arrêter rapidement l'incandescence par la suppression du passage de courant ; de telle sorte que l'appareil, étant introduit et retiré à froid, ne laisse courir aucun risque de brûlure d'une autre partie que celle où il doit agir. De plus, la quantité de chaleur employée est relativement faible, localisée au point où elle est utile, et ne donne pas lieu, comme certain appareil à chauffage par l'air carburé, à un rayonnement intense et particulièrement gênant. Cette méthode permet, de plus, l'emploi de cautères d'une ténuité très grande.

D'ailleurs, mieux que les plus longues considérations, la simple description des appareils employés démontrera la valeur pratique de cette méthode et sa grande facilité d'emploi.

**Galvanocautères.** — La forme des galvanocautères peut être naturellement variée à l'infini, suivant le genre d'opérations auxquelles ils sont destinés ; nos figures 358 à 361 montrent cette variété de forme ; les cautères (fig. 358 et 359) sont destinés à la cautérisation des amygdales ;

les cautères de la figure 360, de plus grande dimension, servent pour l'application des pointes de feu et la cautérisation des plaies; les petits cautères (fig. 361) servent aux opérations des yeux.

Les cautères sont, en somme, constitués par un fil de platine de grosseur, de longueur et de forme très variées; ce fil peut être aplati, enroulé en spirale, replié plusieurs fois sur lui-même, etc.; il est enchâssé, à ses extrémités, dans une monture métallique qui s'adapte pour

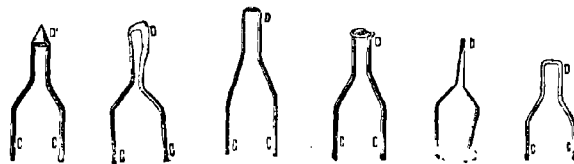


Fig. 361. — Cautères pour les yeux.

l'usage dans des manches isolants reliés eux-mêmes à la source d'électricité et portant l'interrupteur susceptible de fermer le circuit ou d'interrompre le courant. La figure 362 représente le manche porte-cautères de M. Gaiffe; le cautère C est fixé à l'aide des vis B, B' sur des tiges qui traversent le manche isolant M et aboutissent en A, A' aux conducteurs amenant le courant électrique;

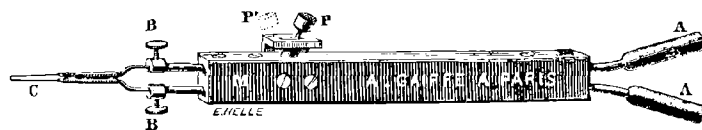


Fig. 362. — Manche porte-cautères de M. Gaiffe.

un bouton P commande un levier oscillant qui établit ou supprime la communication. Nos figures 363 à 366 montrent une série de cautères de forme différente emmanchés dans le porte-cautère de M. Trouvé; le premier est destiné à l'épilation et à la cautérisation des tumeurs érectiles de petit volume, le second sert à l'application des pointes de feu, le troisième, à l'ouverture des petits abcès et à la cautérisation des cavités étroites et profondes, enfin, le dernier, en forme de couteau, sert pour l'ouverture et la cautérisation des tumeurs.

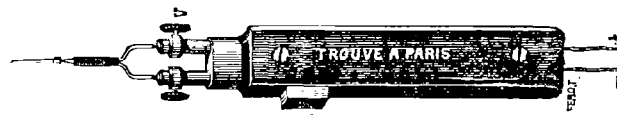


Fig. 363. — Cautère pour épilation.



Fig. 364. — Cautère pour pointes de feu.

Pour l'ablation des polypes, tumeurs, etc., on emploie ordinairement un simple fil de platine de faible diamètre, formant une petite boucle qui entoure la base de la tumeur et dont on diminue



Fig. 365. — Cautère pour petits abcès.



Fig. 366. — Cautère pour la cautérisation des tumeurs.

le diamètre petit à petit, jusqu'à l'ablation complète. On utilise, pour effectuer pratiquement cette petite opération, un appareil appelé anse et dont la figure 367 représente l'un des modèles de M. Chardin, qui permet d'opérer d'une seule main; le fil de platine O, formant boucle, est guidé par les tubes L fixés dans le manche spécial par les vis MN; en sortant de ces tubes, les deux extrémités du fil de platine viennent se fixer sur une petite traverse B par les vis CC'; une bague I est fixée sur cette traverse; c'est en faisant traction sur cette bague à l'aide d'un seul doigt, que l'opérateur réduit le diamètre de la boucle; une gachette F, qu'il peut actionner par un autre doigt, agit sur un interrupteur qui provoque le passage du courant nécessaire à l'échauffement de la boucle de platine. Le modèle de M. Gaiffe (fig. 368) présente une disposition analogue et fonctionne d'une manière identique; il en est de même de celui de M. Trouvé, représenté avec sa pile au bichromate de potasse dans la figure 369, et dont la figure 370 montre le mode de fonctionnement sous deux aspects différents.

La figure 371 représente un autre modèle de M. Trouvé dans lequel la traction sur le fil de platine F, pour réduire les dimensions de la bouche G, est effectuée par un petit treuil d'ivoire E ;

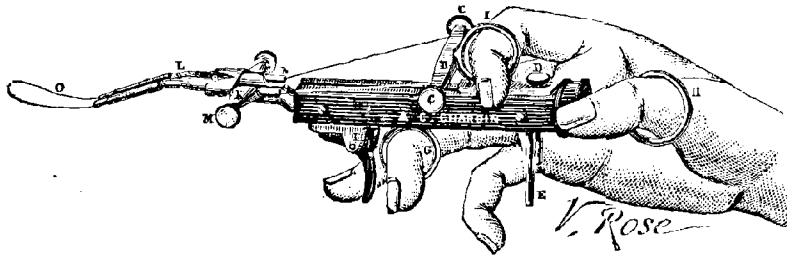


Fig. 367. — Porte-anse de M. Chardin.

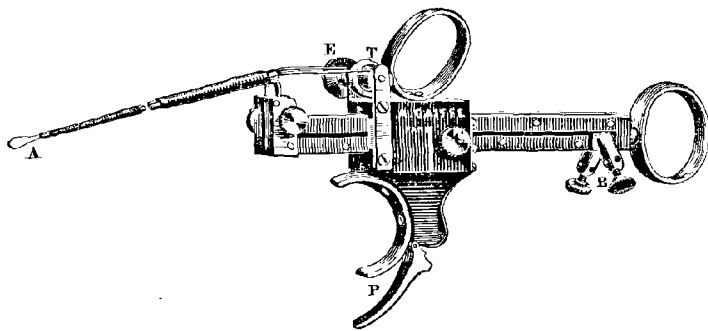


Fig. 368. — Manche à glissière pour anse de M. Gaiffe.

Le bouton B commande l'interrupteur ; il présente un dispositif à verrou de manière à permettre le passage du courant sans nécessiter la pression continue du doigt. La figure 372 montre le même appareil relié à la pile au bichromate de potasse qui l'alimente. La figure 373 représente également un modèle différent de M. Chardin ; le rétrécissement de la boucle de platine s'opère par l'entremise du levier CD, à l'aide duquel on peut, avec un effort très minime, opérer une action très forte ; en A se trouve l'interrupteur du courant.

Enfin, sur les indications du docteur Ruault, M. Radiguet construisit l'anse représentée par la figure 374, qui

comporte un intéressant perfectionnement. Au fur et à mesure que la boucle de platine qui entoure le morceau de chair dont il s'agit de faire l'ablation se rétrécit sous l'action des doigts de l'opérateur, sa résistance diminue et, par suite, l'intensité du courant qui la traverse augmente et fait varier sa température ; or, il est utile, pour obtenir de bons résultats, d'avoir une boucle toujours à la même température, ce qui ne peut s'obtenir dans les appareils ordinaires que par l'emploi d'un aide

agissant sur un rhéostat et introduisant des résistances dans le circuit, au fur et à mesure que l'opérateur diminue les dimensions de la boucle de platine ; si cet aide manque d'habitude, il peut, d'ailleurs, par son action sur le rhéostat, rendre encore plus variable la température du fil de platine. C'est pour remédier à ce grave inconvénient que fut réalisé le modèle de la figure 374 dans lequel la température du fil est maintenue constamment égale par l'introduction automatique de résistance dans le circuit, proportionnellement à la longueur du fil de platine formant la boucle active ; dans cet appareil, le fil de platine est fixe et ce sont les tubes-guides qui avancent sous l'action du doigt de l'opérateur ; dans ce mouvement, les fils amenant le courant à ces tubes et formant résistances s'allongent de manière à maintenir

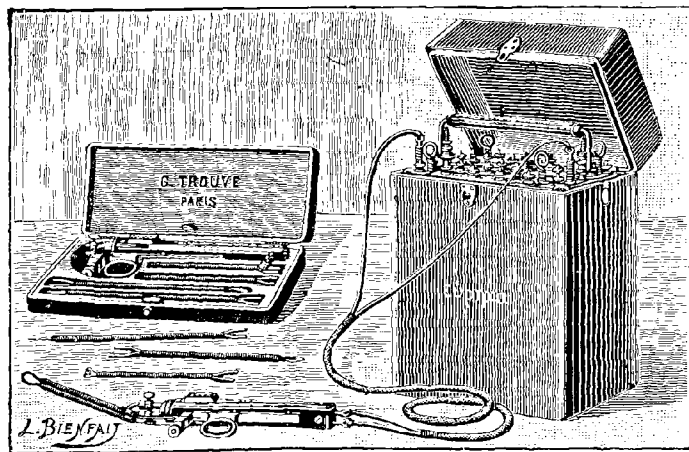


Fig. 369. — Porte-anse de M. Trouvé avec sa pile.

la température du fil de platine formant la boucle active ; dans cet appareil, le fil de platine est fixe et ce sont les tubes-guides qui avancent sous l'action du doigt de l'opérateur ; dans ce mouvement, les fils amenant le courant à ces tubes et formant résistances s'allongent de manière à maintenir

uniforme la résistance totale du circuit et, par suite, la température constante.

Citons encore le manche spécial (fig. 375) construit par M. Chardin sur les indications de M. Foveau de Courmelles et permettant de cautériser des points malades que l'on ne peut pas voir. Une manette G permet simplement de mettre en communication le cautère, à volonté avec l'un des pôles d'un courant continu de faible intensité destiné à reconnaître les parties malades, l'autre pôle étant amené à une partie voisine du corps, ou avec les conducteurs du courant de grande intensité qui le por-

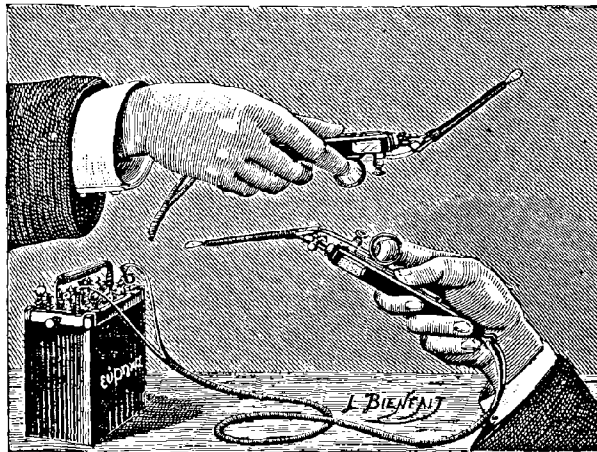


Fig. 370. — Mode d'emploi du porte-anse de M. Trouvé.

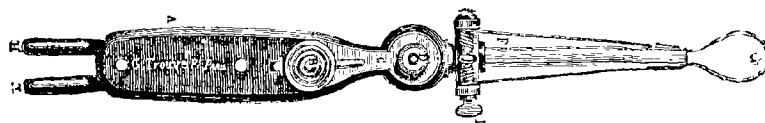


Fig. 371. — Anse galvanique de M. Trouvé.

sité (quelques milliampères) produit simplement une action désagréable sur les parties saines de l'organe malade, l'utérus par exemple, mais dès que le cautère

tent au rouge pour la cautérisation proprement dite. En effet, le passage d'un courant de faible inten-

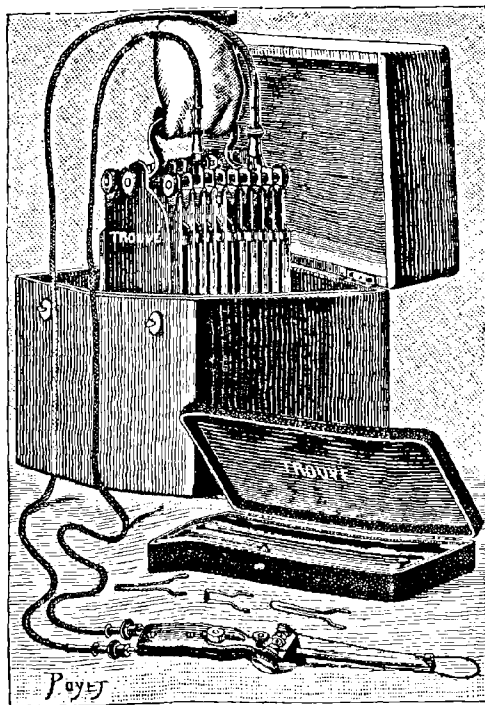


Fig. 372. — Anse de M. Trouvé avec sa pile.

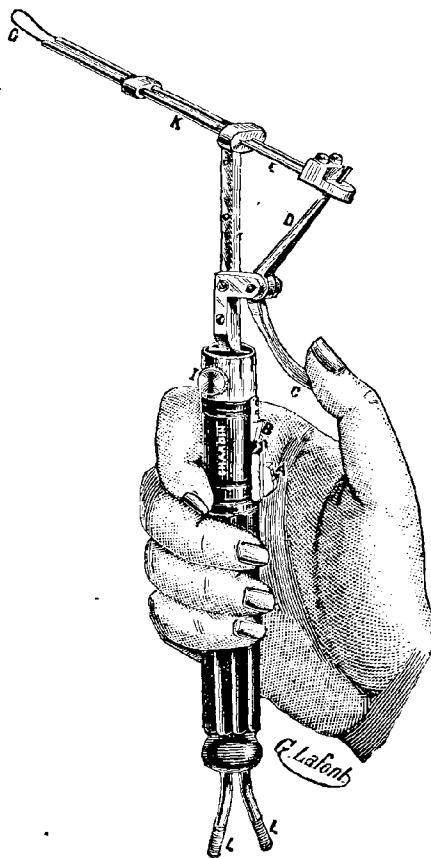


Fig. 373. — Anse de M. Chardin pour petites opérations.

arrive en contact avec une partie malade la sensation devient douloureuse ; on est ainsi prévenu

que l'appareil se trouve à l'endroit malade et il suffit de le porter au rouge par déplacement de la manette amenant le courant de grande intensité pour opérer la cautérisation au point voulu.

Certaines opérations peuvent présenter une difficulté relative avec les anses

que nous venons de décrire; on peut alors utiliser le dispositif de M. Chardin à deux manches de la figure 376; il est naturellement nécessaire dans ce cas de se servir des deux mains; l'interrupteur C D permet de faire circuler ou d'interrompre le courant dans le fil de platine E dont la longueur est variable.

**Piles pour galvanocautères.** — Les piles utilisées pour les galvanocautères ne doivent pas présenter une grande force électromotrice, la résistance à vaincre étant très faible, mais, en revanche, elles doivent pouvoir débiter des courants d'intensité relativement grande. On emploie presque toujours des batteries au bichromate de potasse d'un ou deux éléments; on règle l'intensité du courant en immergeant plus ou moins les électrodes.

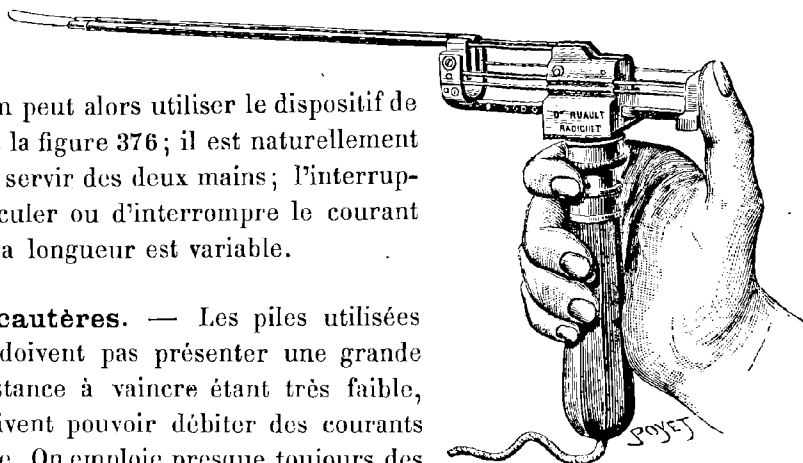


Fig. 374. — Nouvelle anse de MM. Ruault et Radiguet.



Fig. 375. — Manche spécial de MM. de Courmelles et Chardin.

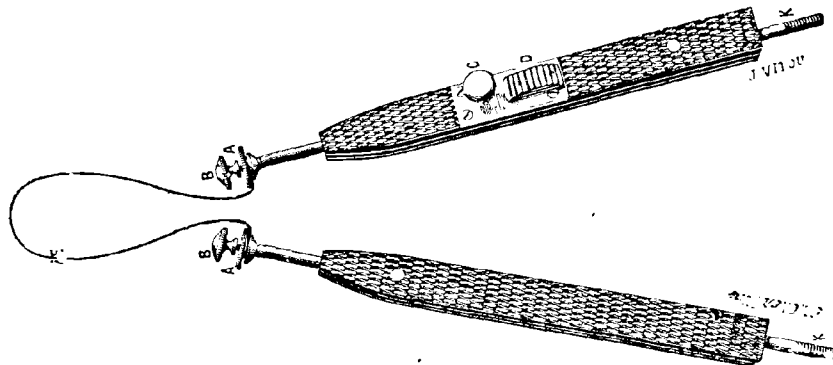


Fig. 376. — Porte-fils de M. Chardin

Le transport le liquide actif se trouve dans les compartiments inférieurs; pour la mise en activité de l'appareil, ce liquide est refoulé dans les compartiments supérieurs par la pression de l'air insufflé à l'aide d'une poire de caoutchouc P; le réglage de l'intensité du courant se fait encore comme dans le cas précédent à l'aide d'un volant agissant sur une vis qui soulève plus ou moins les électrodes. Pour les pays chauds où le caoutchouc s'altère rapidement, M. Chardin remplace la poire d'insufflation par une petite pompe métallique représentée par la figure 379.

On peut également utiliser avec grand avantage des accumulateurs; dans ce cas, l'intensité du courant est réglée à l'aide d'un rhéostat. La figure 380 représente un dispositif d'accumulateurs

La figure 377 représente une batterie fixe au bichromate de potasse de M. Chardin spécialement destinée à l'alimentation des cautères et des lampes médicales; un volant spécial permet de régler l'intensité du courant en faisant varier l'immersion des zincs et des charbons. La figure 378 est une pile au bichromate d'un modèle portatif, du même constructeur; les vases des éléments sont en porcelaine à deux compartiments superposés; pour

transportables de M. Chardin ; les deux accumulateurs peuvent être groupés en quantité ou en

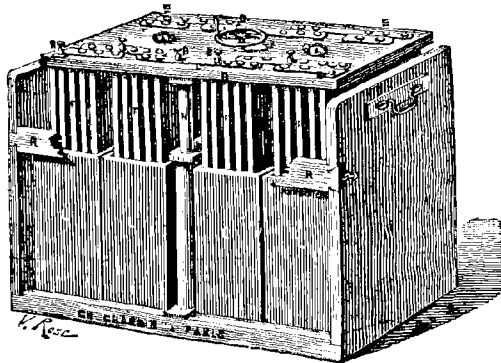


Fig. 377. — Batterie fixe au bichromate de M. Chardin.

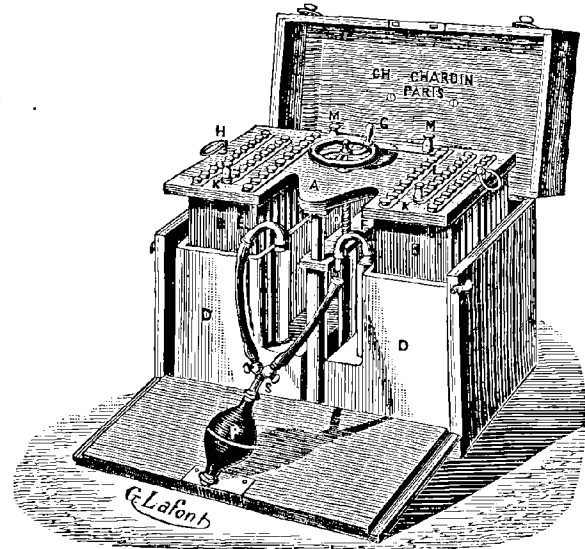


Fig. 378. — Batterie portative au bichromate de M. Chardin

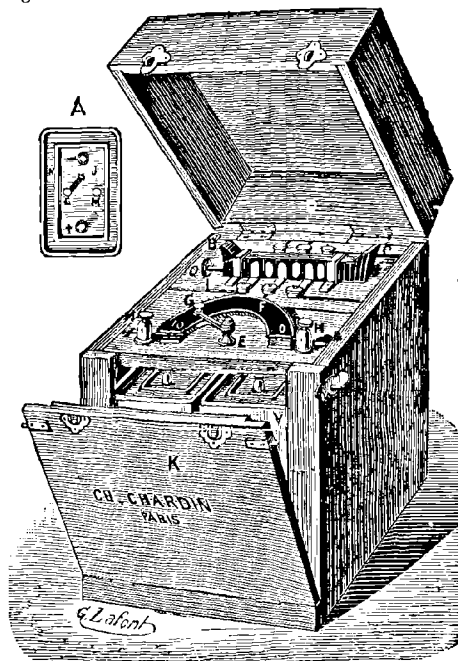


Fig. 380. — Accumulateurs pour galvanocautère de M. Chardin.

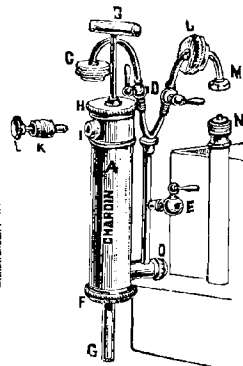


Fig. 379. — Pompe pour pile à insufflation.

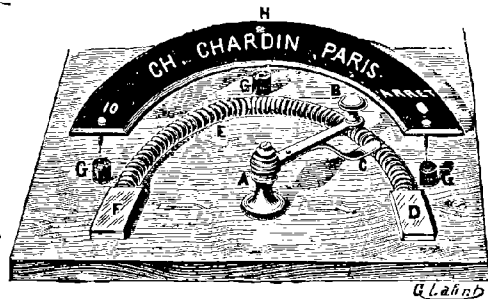


Fig. 381. — Rhéostat de M. Chardin.

tension à l'aide du combinateur BC ; le rhéostat de réglage est représenté à part par la figure 381.

## CHAPITRE HUITIÈME

**ÉCLAIRAGE DES CAVITÉS.** — L'électricité met encore à la disposition des médecins un système extrêmement commode d'éclairage des cavités du corps humain, permettant d'explorer ces cavités avec une facilité inconnue et même de voir des organes qui autrefois étaient absolument placés à l'abri du regard. Les lampes électriques à incandescence possèdent en effet toutes les qualités requises pour ce mode d'éclairage : grande intensité sous petit volume, très

faible dégagement de chaleur, grande facilité d'extinction et d'allumage instantanés. Aucun autre moyen d'éclairage ne pourrait donc rivaliser sur ce terrain avec l'éclairage électrique.

On arrive aujourd'hui à construire des petites lampes à incandescence de volume extrêmement restreint et de formes variées se prêtant à merveille aux multiples besoins de la science

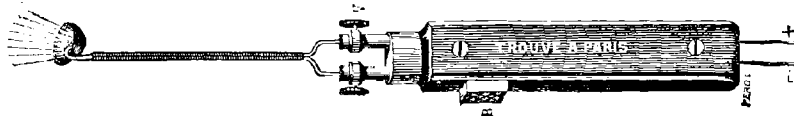


Fig. 382. — Polyscope Trouvé, à fil de platine, pour l'examen au spéculum.

médicale. Un habile souffleur de verre, M. Grisel, a pu réaliser dans cet ordre d'idées des lampes minuscules qui se distinguent par leur petite taille, leur intensité lumineuse et leur durée. Nous allons voir le parti que l'on peut tirer de ces intéressantes sources de lumière.

**Appareils d'éclairage.** — Les premiers appareils d'éclairage construits sur ce principe par M. Trouvé, représentés par les figures 382 et 383, et qu'il qualifia du nom de polyscopes,

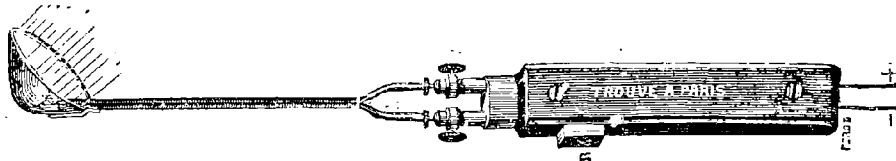


Fig. 383. — Polyscope Trouvé, pour l'examen de la bouche.

étaient simplement constitués d'un filament de platine porté à l'incandescence par un courant électrique ou d'une petite lampe à incandescence placée au foyer d'un réflecteur parabolique ; le tout était supporté par un manche portant un interrupteur R et le rayon lumineux produit était dirigé



Fig. 384. — Application du stomaloscope électrique Trouvé pour l'examen des dents.

vers la partie à éclairer. Introduit dans la bouche comme l'indique la figure 384 cet appareil permet d'examiner par transparence la constitution des dents. La figure 385 représente un laryngoscope analogue de M. Chardin ; la lampe (fig. 386) entourée d'un cylindre de métal n'émet des rayons qu'à sa partie extrême et ces rayons sont renvoyés sur la partie à examiner par le miroir D dont la tige peut être plus ou moins allongée. La lampe employée peut dans certains cas être disposée comme l'indique la figure 387 ; l'enveloppe métallique est percée d'une fenêtre D pour diriger les rayons lumineux sur le côté. La figure 388 représente une lampe analogue placée au centre d'un réflecteur et destinée à être fixée par ses conducteurs sur un manche à cautère (fig. 362).

MM. Hélot et Trouvé ont perfectionné cette disposition en plaçant la lampe dans un cylindre métallique dont les bases sont constituées d'une part par un réflecteur et d'autre part par une lentille



convergente qui concentrent dans une direction déterminée les rayons lumineux. Cet appareil peut être disposé sur des manches articulés comme l'indiquent les figures 389 et 390 représentant des dispositifs analogues adoptés par MM. Chardin et Gaiffe. On peut avantageusement disposer l'appareil (fig. 391) de manière à adapter autour de la lampe, suivant l'éclairage à obtenir, une série d'enveloppes de formes différentes L, M, N, O.

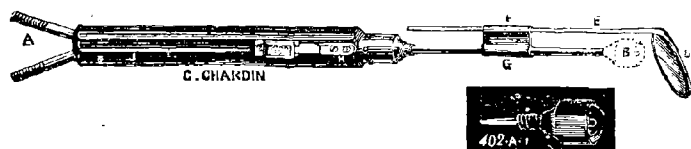


Fig. 385. — Laryscope de M. Chardin.



Fig. 386. — Lampe Chardin.

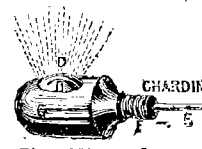


Fig. 387. — Lampe Chardin.

Il est également très commode de disposer ce photosphore, comme l'a fait M. Trouvé, sur une plaque frontale maintenue au moyen d'un ruban et d'une boucle sur le front de l'opérateur qui a ainsi les deux mains libres (fig. 392), les conducteurs passent derrière le dos pour se rendre à la pile; le support de la lampe est articulé dans tous les sens pour permettre de diriger à volonté les rayons lumineux dans la direction voulue. La figure 393 montre le mode d'emploi de cet appareil; le dispositif de cette figure présente toutefois un léger perfectionnement; la lampe est en effet non plus sur la plaque frontale mais sur un support descendant à la hauteur de la naissance du nez, dans la ligne des yeux, de telle sorte que les rayons lumineux émis demeurent parallèles aux rayons visuels de l'opérateur; il suffit donc de diriger le regard d'un côté pour que par le même mouvement de la tête les rayons lumineux soient dirigés sur le point examiné.



Fig. 388. — Lampe à réflecteur.

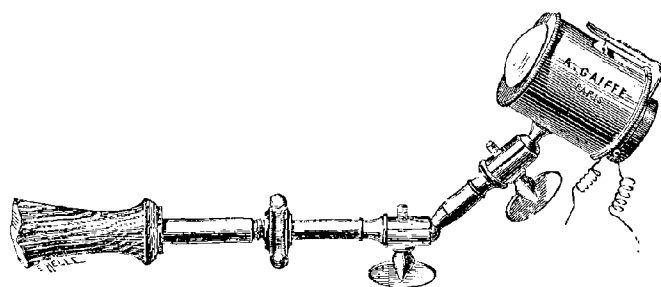


Fig. 389. — Photosphore de M. Gaiffe.

M. Chardin a également créé plusieurs dispositifs de lampes d'éclairage frontales représentés par les figures 394, 395 et 396. Dans le premier la lampe est simplement disposée au foyer d'un miroir sphérique soutenu au niveau des yeux par un ressort contournant le crâne de l'opérateur; dans le second la lampe se place à une hauteur variable par le pliage de sa tige qui peut être courbée à volonté, l'enveloppe de la lampe forme réflecteur; enfin dans le troisième modèle la lampe est maintenue à la hauteur des yeux et deux œillères tronconiques guident les rayons visuels vers l'endroit éclairé et empêchent l'œil d'être gêné par le rayonnement direct.

On peut varier à l'infini ces dispositifs; la lampe peut par exemple être fixée sur un pied à hauteur variable (fig. 397) ou sur une tige articulée sur une bague passée au doigt de l'opérateur (fig. 398).

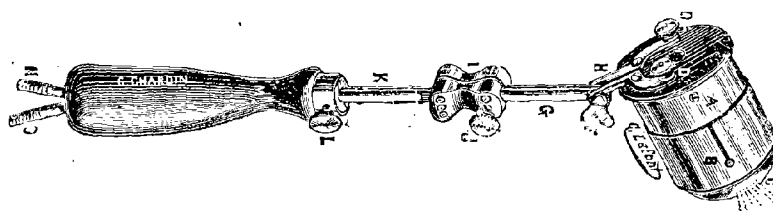


Fig. 390. — Photosphore de M. Chardin.

L'abaisse-langue lumineux de M. Chardin (fig. 399) donne encore une solution très heureuse ; au moment même où l'on appuie avec la partie B sur la langue du malade un léger pivotement a lieu autour de l'axe A, un contact s'établit et la lampe C s'illumine éclairant dans la perfection la bouche et l'arrière bouche ; les parties les plus reculées se trouvent ainsi vivement éclairées durant tout le temps que la langue est déprimée ; dès que l'on retire l'appareil un petit ressort E ramène le levier B D à sa position primitive et la lampe s'éteint d'elle-même

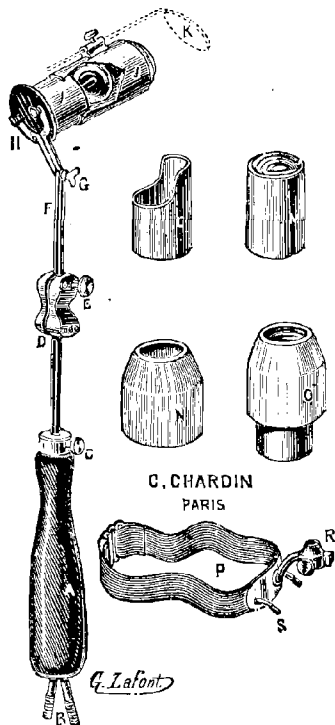


Fig. 391. — Photosphore de M. Chardin.

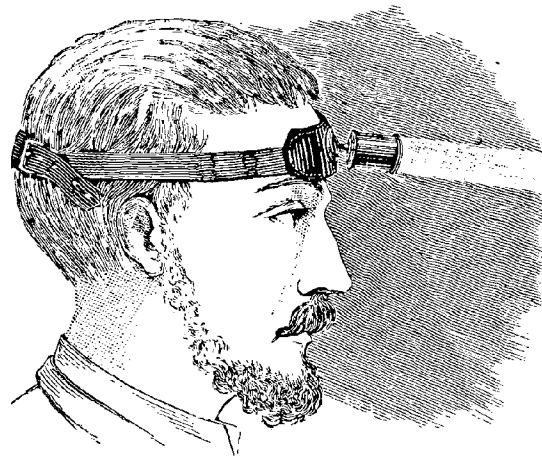


Fig. 392. — Photosphore électrique frontal de MM. Hélot et Trouvé.

sans que l'opérateur ait à s'occuper en quoi que ce soit de son appareil. Dans l'abaisse-langue

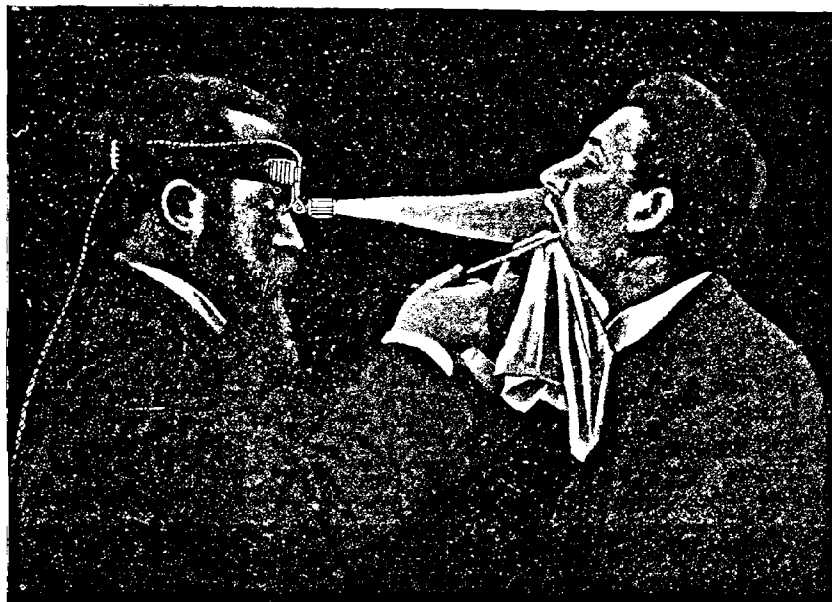


Fig. 393. — Mode d'emploi du photosphore frontal Hélot-Trouvé.

explorateur de la figure 400, la tige est coudée de façon à rejeter la main de l'opérateur et le

manche de l'instrument en dehors de l'axe de la lampe et du rayon visuel ; un interrupteur B permet d'illuminer la lampe à volonté.

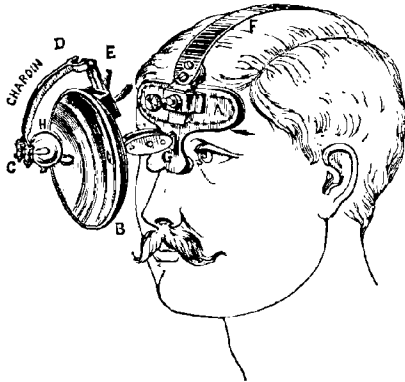


Fig. 394. — Appareil d'éclairage frontal de M. Chardin.

Dans l'appareil de la figure 401 construit par M. Chardin la lampe D est recouverte par une monture E

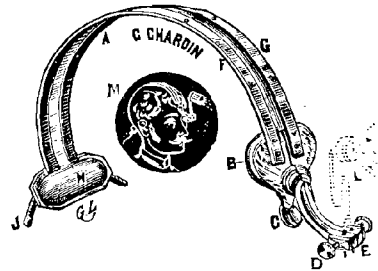


Fig. 395. — Lampe frontale de M. Chardin.

portant un long cylindre de cristal F, les rayons lumineux se transmettent par le cristal et l'on peut ainsi appuyer sur l'organe la partie éclairante sans l'indisposer par la moindre impression de chaleur. La figure 402 représente un spéculum électrique possédant une petite lampe électrique B qui s'illumine dès que l'on ouvre les valves A. La figure 403 montre un otoscope à éclairage électrique dans lequel la lampe est placée sur le côté dans un cylindre métallique K qui pénètre à frottement doux dans le tube latéral F de l'appareil ; les rayons lumineux sont renvoyés vers la partie à examiner par une glace à 45 degrés ; en B se

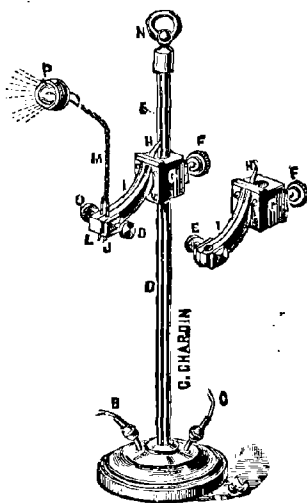


Fig. 397. — Support Chardin.

en B se

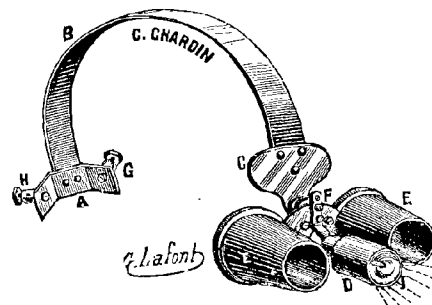


Fig. 396. — Photosphère frontale de M. Chardin.

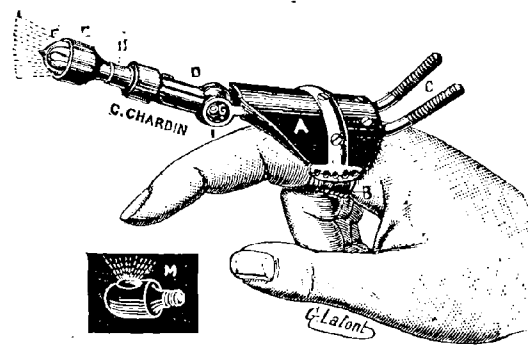


Fig. 398. — Bague lumineuse de M. Chardin.

trouve la crémaillère qui permet de mettre au point le système optique. Enfin les figures 404 et 405 représentent un cystoscope électrique pour les explorations de la vessie ; en L se trouve la lampe à incandescence qui éclaire l'endroit examiné par la lunette B (fig. 406) entrant à frottement doux dans le tube JI et portant en F un prisme renvoyant l'image vers l'oculaire B ; dans le modèle de la figure 407 un conduit spécial C fermé par le robinet D permet l'injection de liquide durant l'examen.

Certes nous pourrions citer encore de nombreux appareils de ce genre mais les exemples que

nous avons donnés suffisent largement pour montrer la facilité d'emploi de l'éclairage électrique et la multitude d'applications auxquelles il se prête.

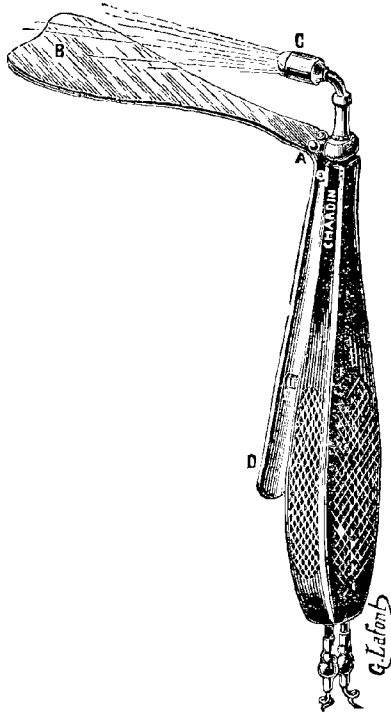


Fig. 399. — Abaisse-langue lumineux de M. Chardin.

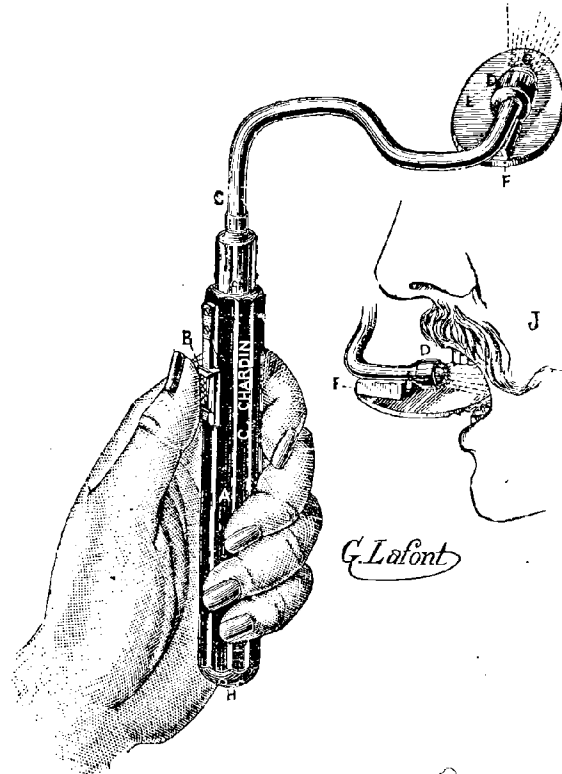


Fig. 400. — Abaisse-langue explorateur de M. Chardin.



Fig. 401. — Lampe Chardin.

**Piles pour l'alimentation des lampes.** — Les piles utilisées pour alimenter les lampes des appareils que nous venons d'examiner sont analogues à celles employées pour les galvanocautères et l'on peut dans certains cas utiliser les mêmes éléments. Le filament de charbon des lampes oppose toutefois une résistance plus grande que le fil de platine des

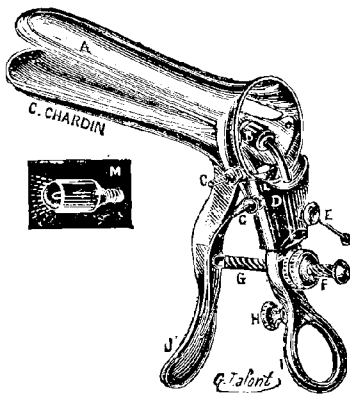


Fig. 402. — Spéculum électrique.

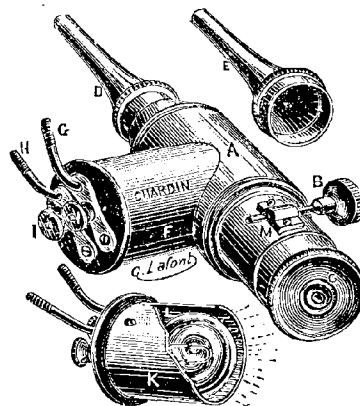


Fig. 403. — Otoscope de M. Chardin

galvanocautères et il est par suite indispensable de disposer d'un nombre d'éléments suffisant pour donner la tension nécessaire.

Pour utiliser le même appareil pour l'alimentation des galvanocautères et des lampes il est donc utile d'employer un nombre d'éléments suffisant pour fournir la tension nécessaire aux

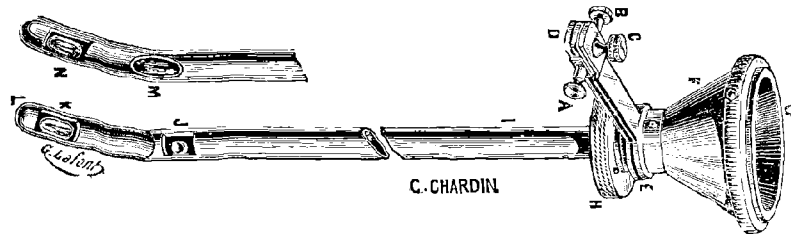


Fig. 404. — Cystoscope électrique Chardin.

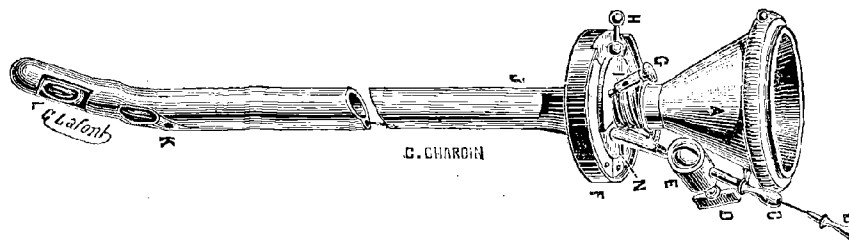


Fig. 405. — Cystoscope électrique Chardin à injection.

lampes et d'y joindre un coupleur permettant de grouper en quantité les éléments pour l'alimentation des galvanocautères.

On a d'ailleurs souvent à se servir en même temps des deux appareils car l'on doit fréquemment éclairer l'endroit à cautériser ; on peut dans ce cas utiliser la disposition de la figure 407 ; les quatre éléments sont montés en tension pour l'alimentation de la lampe par les fils reliés aux bornes BD



Fig. 406. — Lunette du cystoscope.

des éléments extrêmes ; un troisième fil est branché sur le conducteur qui réunit les pôles des deux éléments du milieu de telle sorte que l'on puisse alimenter le cautère avec deux éléments pris à volonté à droite ou à gauche ; la tension est dans ce cas réduite de moitié ; dans chaque circuit se trouve intercalé un rhéostat R, R qui permet de régler l'intensité lumineuse de la lampe et la température du cautère. Dans notre gravure on utilise des accumulateurs qui peuvent être placés en dehors de la salle où l'on opère et reliés aux bornes de la planchette L par les trois fils dont nous avons parlé ; on peut naturellement employer la même disposition avec des piles groupées d'une façon identique.

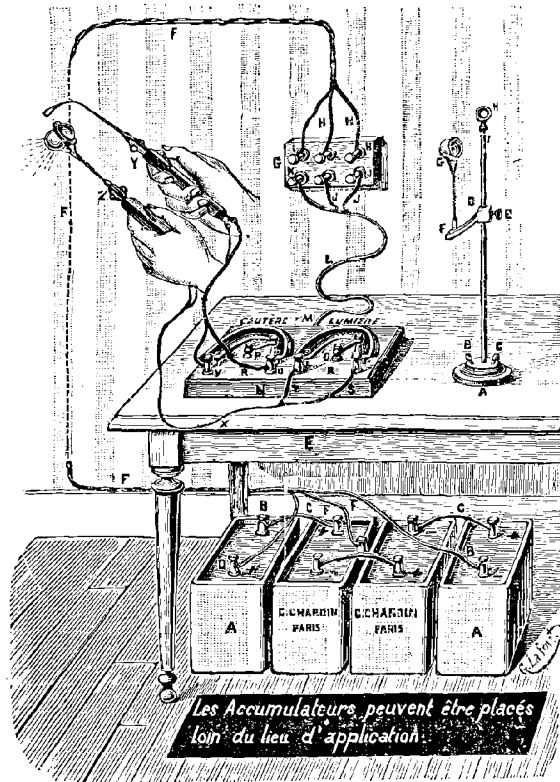


Fig. 407. — Dispositif de M. Chardin pour l'alimentation simultanée d'un galvanocautère et d'une lampe.

Les accumulateurs sont toutefois bien plus commodes et partout où l'on dispose d'une source d'électricité permettant de les recharger on aura grand avantage à les employer.

## CHAPITRE NEUVIÈME

**L'OZONE.** — Si nous parlons ici, dans une partie de notre ouvrage réservée à l'électricité médicale, de l'ozone et de ses applications thérapeutiques c'est que sa production est de source presque exclusivement électrique.

L'ozone, cette modification allotropique de l'oxygène ou plutôt cet oxygène condensé, fut signalé pour la première fois par Van Marum qui remarqua l'odeur particulière que prenait l'air au voisinage des machines électrostatiques; mais ce n'est que plus tard, en 1890, que Schönbein attribua cette odeur à la formation d'un nouveau corps et montra que la décomposition de l'eau par la pile donne un oxygène possédant cette même odeur particulière et un pouvoir oxydant plus énergique. Enfin ce corps fut étudié par un grand nombre de savants parmi lesquels nous pouvons citer : MM. de Marniac, Becquerel et Frémy, Andrews et Tait, de Babo, Soret, Houzeau et Berthelot.

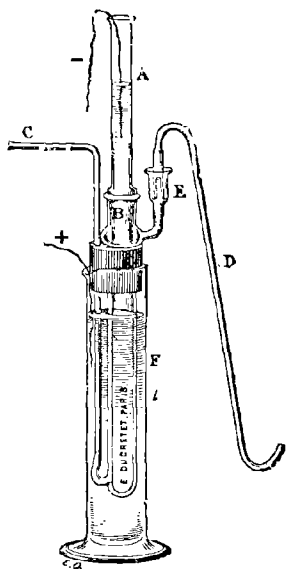


Fig. 408. — Appareil ozoneur de M. Berthelot.

L'ozone qui est formé de trois volumes d'oxygène condensés en deux volumes avec absorption de 14.800 calories, par équivalent (24 grammes), ne peut se produire qu'en présence d'une source d'énergie capable de lui fournir la chaleur nécessaire à sa formation. Il prend naissance dans les oxydations lentes, dans l'action de l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum, par l'influence de la chaleur sur l'oxygène, dans la décomposition de l'eau par la pile et surtout dans l'influence des étincelles électriques ou de l'effluve sur l'oxygène. C'est par cette dernière réaction, de beaucoup la plus pratique, que l'ozone est ordinairement produit.

C'est donc sur cette action de l'effluve électrique sur l'oxygène ou l'air que sont basés les différents générateurs employés en médecine et que nous allons successivement examiner.

En médecine, l'ozone sert au traitement de certaines maladies comme la chlorose, l'anémie et la tuberculose ou encore le diabète et l'albuminurie; il est employé dans ces cas par inhalation. Il est aussi utilisé pour la stérilisation des boissons alimentaires et médicamenteuses, pour la désinfection des salles d'hôpitaux et sert comme agent prophylactique contre les maladies contagieuses telles que la coqueluche, la rougeole, la diphtérie, la scarlatine, etc.

**Appareils producteurs d'ozone.** — Pour réaliser la production de l'ozone, il suffit, comme nous venons de le voir, de faire agir l'effluve électrique sur l'air ou l'oxygène; Berthelot effectua le premier cette préparation à l'aide de l'appareil classique que représente notre figure 408 et qui est formé d'un tube de verre plongeant dans une éprouvette d'eau acidulée et recevant un second tube plus étroit contenant également de l'eau acidulée et formant bouchon rodé à l'émeri; entre ces deux tubes existe un léger espace où circule l'air ou l'oxygène, sur lequel agit l'effluve électrique produit par une source d'électricité à très haute tension dont les deux

pôles communiquent l'un avec l'eau acidulée de l'éprouvette et l'autre avec l'eau acidulée contenue dans le tube intérieur.

La figure 409 représente un ozoneur de

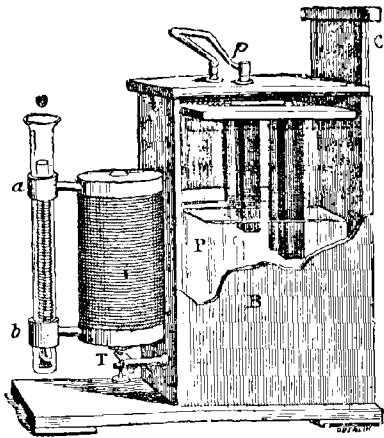


Fig. 409. — Ozoneur de M. Seguy.

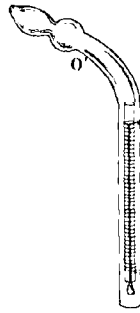


Fig. 410. — Tube ozoneur.

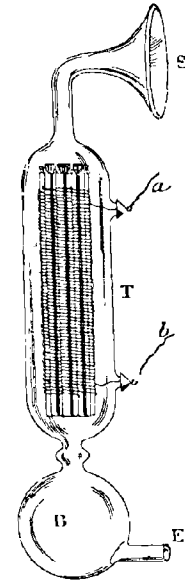


Fig. 411. — Tube ozoneur de M. Seguy.

M. Seguy constitué d'une boîte (B) contenant deux éléments de pile au bichromate de potasse (P) qui fournissent le courant primaire nécessaire à la mise en action de la bobine d'induction (I) dont on voit en (T) le marteau interrupteur; un panneau à glissière (C) permet de plonger les zincs et charbons des piles dans le liquide excitateur ou de les retirer; le courant secondaire de la bobine arrive dans l'ozoneur proprement dit (O) par l'intermédiaire des deux bagues (a) et (b); cet ozoneur, dont la figure 410 représente un autre modèle un peu différent comme forme mais de même système, est simplement constitué par un tube de verre entouré à l'extérieur d'une hélice de fil d'aluminium et contenant à l'intérieur une seconde hélice de même nature; c'est entre ces deux hélices que se produit l'effluve électrique qui agit sur l'air traversant l'appareil.

La gravure 411 montre un ozoneur du même système mais plus puissant, au lieu d'un seul tube il en contient sept semblables, toutes les hélices intérieures sont réunies électriquement et viennent aboutir en un fil unique (a) ainsi que les hélices extérieures qui correspondent au fil (b); ces deux fils (a) et (b) se rattachent aux deux bornes d'une bobine d'induction et le passage de l'air est provoqué par un léger échauffement de la boule inférieure B; toutefois, une haute température étant contraire à la bonne production de l'ozone, il faut que cet échauffement soit très faible, une différence de deux degrés

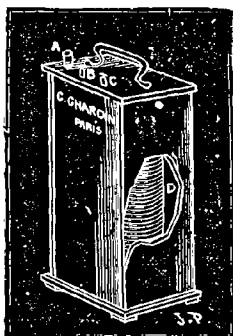


Fig. 412. — Ozoneur Chardin.

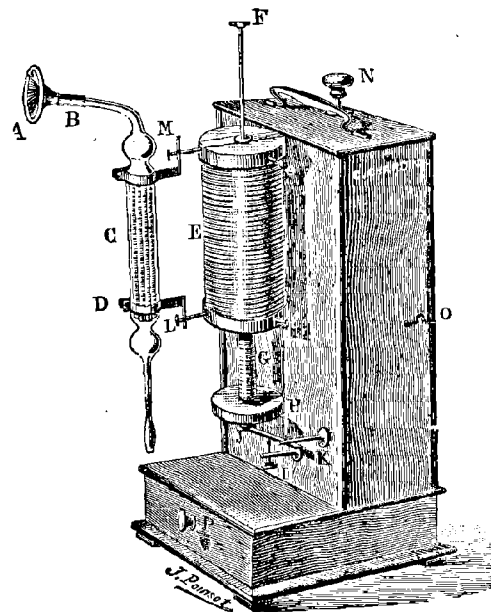


Fig. 413. — Appareil à ozone de M. Chardin.

est d'ailleurs suffisante pour la circulation de l'air dans l'appareil qui est surtout destiné à la désinfection des appartements.

La figure 412 montre un appareil du même genre construit par M. Chardin, et dans lequel

L'ozoneur et la bobine d'induction sont renfermés dans une boîte; il suffit de mettre cet instrument en communication avec une source convenable d'électricité à l'aide des bornes (B) et (C) pour qu'il entre en action et que l'air ozoné se dégage par l'ouverture (A).

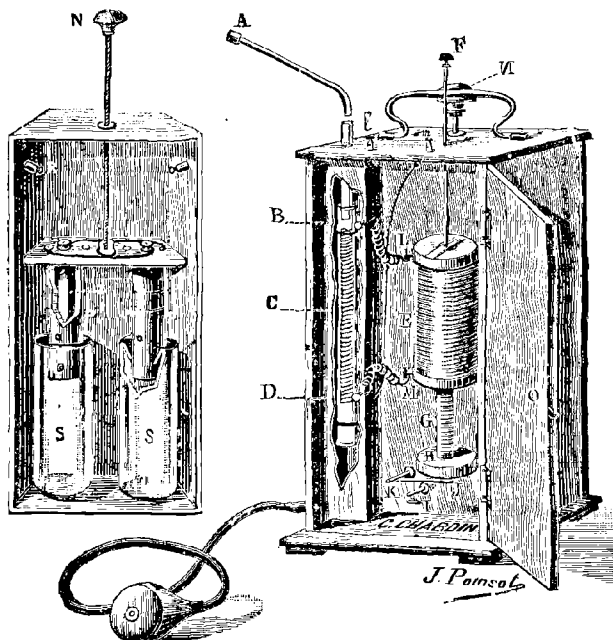


Fig. 414. — Appareil à ozone de M. Chardin.

Les deux appareils que représentent nos figures 413 et 414 sont encore basés sur le même principe mais comportent quelques petits perfectionnements. Les piles renfer-



Fig. 415. — Ozoncur de M. Chardin.

mées dans la boîte sont composées de deux vases en celluloïd (S) (S) contenant le liquide actif, dans lequel on peut plonger, plus ou moins,

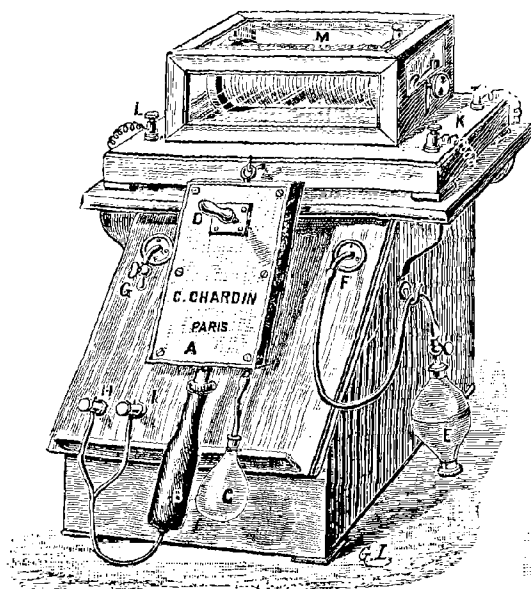


Fig. 416. — Ozoncur de cabinet de M. Chardin.

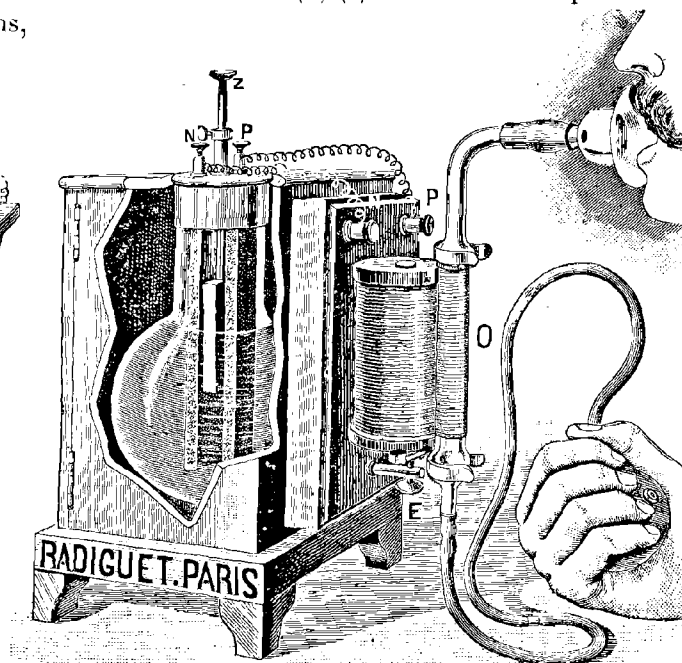


Fig. 417. — Ozoncur de M. Radiguet.

à l'aide de la tige (N), le zinc et le charbon (P) (Z) des éléments; la bobine d'induction est également à réglage variable, et est formée d'une partie fixe et d'une autre mobile; la partie fixe comprend



l'enroulement primaire (G) (H) et l'appareil interrupteur (I) (J) (K); la partie mobile qui peut se lever ou s'abaisser à l'aide de la tige (F) est constituée par l'enroulement secondaire qui est parcouru par des courants plus ou moins intenses suivant qu'il recouvre plus ou moins l'enroulement primaire et qui communique à l'ozoneur par les bornes (L) (M); cet ozoneur (B) (C) (D) est analogue à ceux précédemment décrits et une poire de caoutchouc lui insuffle l'air qui après s'être chargé d'ozone sort par l'ouverture (A).

L'ozoneur à main (fig. 415) est encore du même système, il doit être relié à une bobine d'induction par les fils souples (E) (F); l'air y est refoulé par une poire en caoutchouc, traverse l'appareil et sort par le pavillon (B) où il peut être aspiré par la personne qui supporte l'instrument.

La figure 416 représente ce même ozoneur à main avec sa bobine d'induction et sa pile; la pile au bichromate de potasse du type à insufflation déjà décrit est enfermée dans une caisse élégante en forme de pupitre; elle est mise en action, par la poire de caoutchouc E qui refoule le liquide actif dans le compartiment supérieur où il vient baigner les zincs et les charbons; la bobine d'induction M est placée à la partie supérieure de la caisse contenant la pile. La poire de caoutchouc C sert à faire circuler l'air dans le tube ozoneur; cet air chargé d'ozone peut être ensuite inhalé par la tubulure D.

Dans l'ozoneur de M. Radiguet (fig. 417) la source d'électricité est constituée par une pile bouteille au bichromate de potasse renfermée dans une caisse portant sur un côté la bobine d'induction; l'ozoneur proprement dit est constitué par un fil métallique communiquant avec l'un des pôles du circuit secondaire de la bobine et enroulé en hélice sur un gros tube contenant à l'intérieur un tube vide d'air relié à l'autre pôle; c'est entre l'espace qui sépare ces deux tubes que l'effluve se produit et agit sur l'air qui y est refoulé par une poire de caoutchouc.

M. Grisel construit des tubes ozoneurs analogues dont l'électrode intérieure est également constituée par un tube dans lequel on réalise le vide de Geissler et l'électrode extérieure par une hélice métallique.

Dans l'appareil de M. Seguy, que représente la gravure 418, la source d'électricité n'est plus une pile actionnant une bobine, mais tout simplement une machine statique de Wimshurst qui peut être actionnée à la main ou à l'aide d'un petit moteur. L'ozoneur est formé par un œuf de verre B possédant deux tubulures qui sont fermées par deux bouchons traversés par deux tiges formant électrodes et se terminant à l'intérieur de l'œuf par deux boules de diamètres inégaux (C) (D), et à l'extérieur par deux

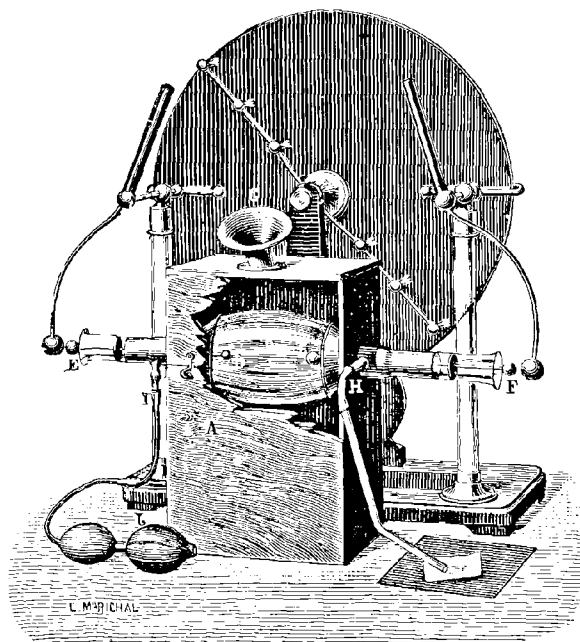


Fig. 418. — Ozoneur électrostatique de M. Seguy.

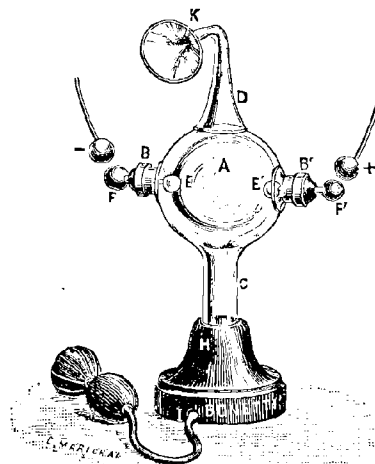


Fig. 419. — Ozoneur Bonelli.

boutons (E) (F); l'un de ces boutons (E) communique avec l'un des pôles de la machine statique et l'autre (F) se trouve à proximité, mais sans qu'il y ait contact, de l'autre pôle, il doit même exister entre eux, pour obtenir le maximum de rendement, un intervalle d'environ un centimètre; l'œuf se trouve renfermé dans une boîte de bois (A) présentant une ouverture (G) qui permet de régler la distance des boules intérieures entre lesquelles jaillissent les aigrettes lumineuses; une poire de caoutchouc (J) permet d'insuffler de l'air dans l'appareil par la tubulure (I) et cet air ozoné sort par l'ouverture (H). Pour obtenir le maximum d'effet, la boule la plus grosse (C) placée à l'intérieur de l'olive de verre doit communiquer avec le pôle négatif de la machine.

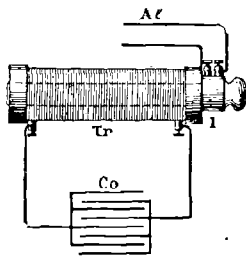


Fig. 420.  
Ozoneur Ducretet.

M. Ducretet construit des transformateurs spéciaux destinés à être branchés sur les distributions d'énergie électrique à courants alternatifs à 110 volts, comme de simples lampes de 16 bougies et qui élèvent la tension à 4.000 volts environ; ces transformateurs peuvent alimenter (fig. 420) des appareils à ozone, à plaques multiples Co, sorte de condensateurs à circulation d'air ou d'oxygène ou encore des tubes à ozone Andreoli (fig. 421) composés d'un tube de Geissler intérieur communi-

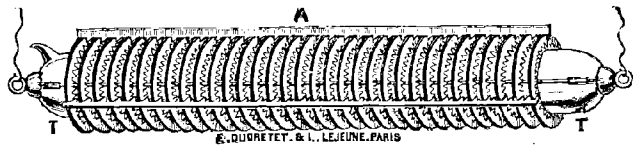


Fig. 421. — Tube à ozone Andreoli.

quant à l'un des pôles et d'une série d'anneaux métalliques dentés extérieurs reliés à l'autre pôle; c'est dans une enveloppe recouvrant ces anneaux que circule le courant d'air ou d'oxygène.

Le générateur tubulaire sursaturateur à ozone, représenté par notre gravure 422 et imaginé par M. Seguy, préparateur à l'École supérieure de pharmacie, n'est plus un petit instrument médical produisant les quantités relativement très petites d'ozone nécessaires aux usages thérapeutiques, mais il constitue, au contraire, un puissant appareil industriel pouvant donner économiquement les grandes quantités d'ozone que demandent certaines préparations industrielles, et la désinfection des hôpitaux.

Ce générateur est composé de trois parties principales : 1° l'appareil producteur d'électricité qui se trouve dans le bas; 2° le transformateur, placé au centre, et chargé de transformer l'électricité à basse tension, qui lui est fournie par l'appareil précédent, en

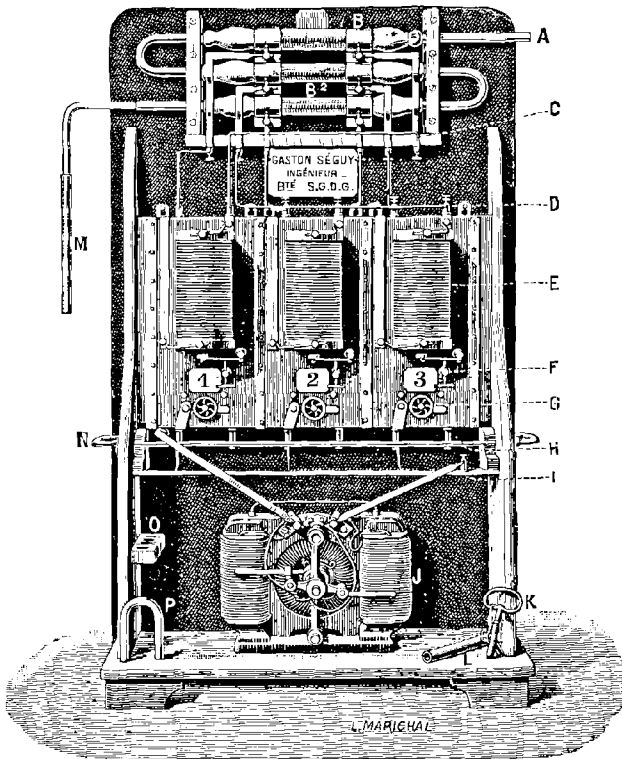


Fig. 422. — Générateur tubulaire sursaturateur à ozone de M. Seguy.

électricité à très haut potentiel, capable de donner l'effluve nécessaire à la production de l'ozone ; 3° enfin l'ozoneur proprement dit où s'effectue l'action de l'effluve électrique sur l'oxygène ou l'air.

L'appareil producteur d'électricité est ici une machine dynamo (J) actionnée à l'aide d'une courroie par un moteur quelconque, ou encore un transformateur à courant continu formé d'une dynamo à double induit dont l'un reçoit le courant d'un secteur électrique et provoque la rotation de l'ensemble et dont l'autre engendre, par suite de cette rotation, le courant électrique à la tension voulue.

Le transformateur est constitué par trois bobines d'induction (1), (2) et (3) recevant le courant produit par l'appareil précédent par l'intermédiaire des barres (I) et (H), des commutateurs (G) et des marteaux interrupteurs (F). Ces bobines peuvent être mises en fonction ensemble ou séparément.

L'ozoneur, qui reçoit le courant à haut voltage prenant naissance dans l'enroulement secondaire des transformateurs par les bornes (C) et (D), est composé de trois cylindres de verre renfermant chacun sept autres petits tubes qui contiennent une hélice d'aluminium intérieure et sont entourés d'une hélice d'aluminium extérieure. Toutes les hélices intérieures des 7 tubes de chaque cylindre sont réunies en un seul fil métallique qui communique à l'une des bornes de l'une des bobines et les hélices extérieures sont également réunies en un même fil qui correspond avec l'autre borne ; c'est entre ces deux séries d'hélices que se produit l'effluve électrique. Chacun des cylindres de verre constitue un ozoneur spécial correspondant à une bobine d'induction spéciale et l'ensemble est formé par le couplage en série de ces trois ozoneurs différents. L'air ou l'oxygène, qui arrive par la tubulure (M), traverse donc successivement les trois appareils et après avoir subi l'action de leur triple effluve sort sursaturé d'ozone par l'orifice (A).

Notre figure 423 montre, représenté à part, ce triple ozoneur, les fils (a) (b), (a') (b') et (a'') (b''), correspondent aux bornes de trois bobines d'inductions différentes, l'air ou l'oxygène arrive par le tube (E), traverse successivement les tubes (T''), (T) et (T') pour sortir saturé d'ozone par l'ouverture (S) ; l'appareil comporte 2.400 hélices d'aluminium.

Ce générateur tubulaire sursaturateur à ozone peut ozoner un espace de 90.000 litres en 1/4 d'heure, son rendement est bien supérieur à celui des anciens appareils comme le montrent les résultats suivants des analyses quantitatives faites à l'institut Pasteur par M. Marmier, sous la direction du docteur Roux.

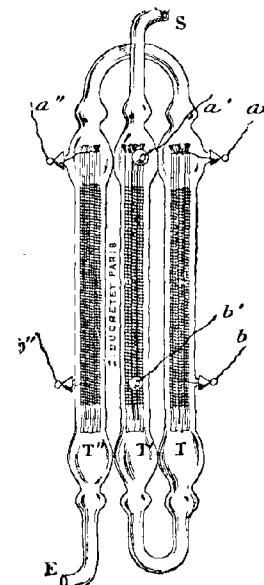


Fig. 423.  
Tube ozoneur triple.

	Ozone obtenu par le passage de l'air	Ozone obtenu par le passage de l'oxygène
Volume en litres . . . . .	1	1
Température en degrés centigrades . . . . .	4 à 5	2 à 6
Temps en minutes . . . . .	4	30
Tension en volts du courant primaire . . . . .	6	6
Débit en ampères du courant primaire . . . . .	8	8
Tension en volts des courants secondaires . . . . .	30.000	30.000
Ozone pur en milligrammes . . . . .	17	62
Moyenne obtenue en mmg. par heure. . . . .	170	"

En augmentant la vitesse du débit, c'est-à-dire du passage du gaz soumis à l'effluve, on peut obtenir 250 milligrammes par heure, ce qui donne une moyenne de 56 milligrammes par litre. Les conditions qui donnent le maximum de production d'ozone par l'électricité sont les suivantes : 1° produire l'ozone à une température de 0° ; 2° ne faire aucun joint en ébonite, caoutchouc ou en cuivre, l'ozone altérant promptement ces matières et ne se servir que de tubes en verre ou en aluminium ; 3° dessécher les gaz, air ou oxygène, employés pour obtenir l'ozone, à l'entrée et à la sortie de l'appareil producteur.

Les nombreuses applications thérapeutiques de l'ozone reposent principalement sur ses qualités stérilisantes, tandis que ses applications industrielles sont dues à son action oxydante.

Disons pour finir, quoique ce soit sortir quelque peu du sujet de notre chapitre, que, dans l'industrie, l'ozone est employé au blanchiment des corps les plus variés : cires,

huiles, tissus de toutes natures, plumes, pâtes à papier, cuirs, glucoses, sirops, mélasses, gélatines, pâtes à savons, os, féculs et amidons, farines, vaselines, paraffines, gommés laques, ivoires, nacres, pierres fines, etc. ; il est utilisé pour la rectification des alcools, le vieillissement artificiel des vins, des liqueurs, des parfums, des fromages, des vernis et des bois servant à la construction des instruments de musique ; il sert en sériciculture pour augmenter le nombre des cocons produits, dans la fabrication des linoléums pour épaissir les huiles, et jusque dans les grandes écuries pour l'élevage des chevaux pur sang ; il est encore employé pour la stérilisation des eaux, des jus de betteraves, des laits, des matières organiques de toutes natures, pour la destruction des parasites de la vanille, pour la production du vinaigre, etc., etc. Notre figure 424 représente un appareil imaginé par M. Saint-Martin et destiné au vieillissement artificiel des vins, alcools, etc. ; le liquide pulvérisé sous l'action d'une pompe présente une très grande surface de contact à l'air ozoné produit par le générateur sursaturateur Seguy décrit plus haut.

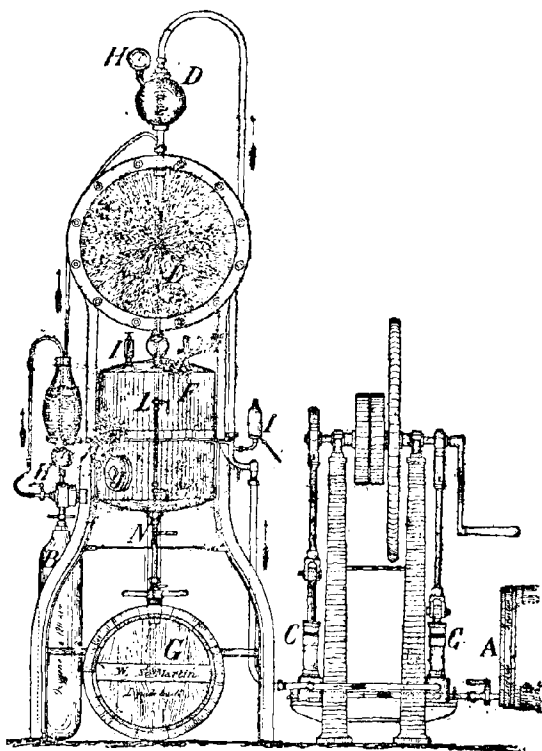


Fig. 424. — Appareil de M. Saint-Martin pour le vieillissement artificiel des alcools par l'ozone.

Comme on le voit par ces quelques exemples, l'usage de l'ozone est déjà très répandu dans l'industrie et s'étend chaque jour davantage ; si le développement de son emploi ne fut pas plus rapide c'est à cause des difficultés que présentait sa production, mais grâce aux nouveaux appareils qui permettent de le préparer facilement, économiquement et en grande quantité, il prendra rapidement une place d'une extrême importance. Quant à ses applications thérapeutiques elles se développent avec une égale rapidité.

## CHAPITRE DIXIÈME

**APPLICATIONS MÉDICALES DIVERSES DE L'ÉLECTRICITÉ.** — En dehors des applications que nous venons d'examiner l'électricité peut être utilisée en médecine pour une série d'emplois des plus variés, et l'on peut affirmer sans nulle crainte de se tromper que chaque jour le nombre de ces applications ira en augmentant. Quelques exemples feront d'ailleurs facilement comprendre cette variété d'applications.

**Electro-aimant extracteur.** — Cet appareil, dont la figure 425 représente le modèle de M. Chardin est destiné particulièrement à extraire de l'œil les paillettes de fer qui ont pu s'y introduire ; il peut également servir dans divers autres cas, par exemple l'extraction d'aiguilles ou de morceaux de métal magnétique quelconque entrés dans l'épiderme.

Il est simplement constitué par un électro-aimant d'assez grande dimension A aux extrémités duquel on peut visser des armatures de formes diverses B, C, H, en fer doux qui sous l'influence du courant parcourant les spires de la bobine prennent une aimantation très intense et attirent avec une puissance considérable les particules de métal magnétique qui peuvent se trouver à proximité.

Cet appareil possédant un fil assez gros peut être alimenté par une pile destinée aux galvanocautères.

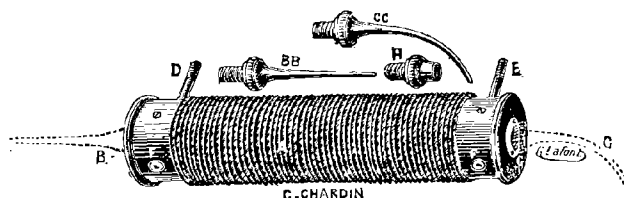


Fig. 425. — Electro-aimant extracteur.

**Electro-fraise.** — Cet appareil, imaginé par M. Trouvé, est destiné aux dentistes qui, comme on sait, emploient fréquemment pour user les parties attaquées des dents de véritables fraises analogues, sauf bien entendu la dimension, aux fraises utilisées dans les machines outils ; ordinairement ces fraises qui doivent tourner très rapidement sont actionnées par une roue à pédale commandant par corde une petite poulie dont l'axe porte un flexible qui actionne l'arbre de la fraise. Dans l'appareil de M. Trouvé la fraise est directement actionnée par un petit moteur électrique à bobine Siemens ne pesant que 90 grammes et fournissant un travail de 2 kilogrammètres. Tout l'ensemble ne pèse que 150 grammes et peut par conséquent se manier avec la plus grande facilité.

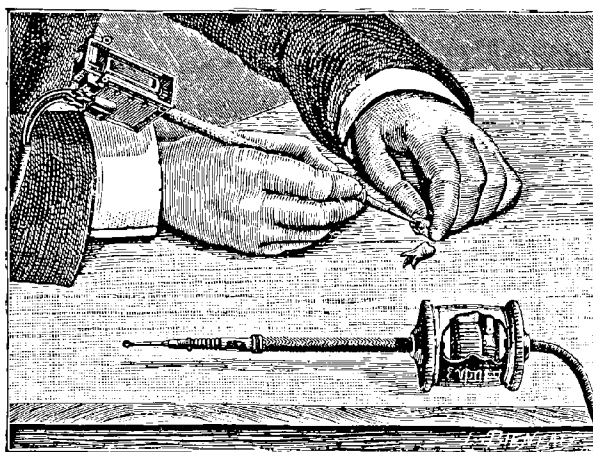


Fig. 426. — Electro-fraise de M. Trouvé.

**Médecine vibratoire.** — Plusieurs docteurs, particulièrement M. Charcot, observèrent que certains malades atteints d'affections nerveuses éprouvaient un soulagement sensible lorsque leur corps avait été soumis à une trépidation assez énergique par suite par exemple d'un voyage en

voiture ou en chemin de fer. MM. Charcot et Gilles de la Tourette eurent l'idée d'employer ces trépidations comme traitement et pour les produire commodément ils firent construire un fauteuil agité mécaniquement par un moteur électrique et dans lequel le patient était remué et secoué énergiquement.

Appliquées sur un point spécial du corps ces vibrations peuvent également avoir une action bienfaisante dans certains cas et c'est pour réaliser ces vibrations locales que le docteur Garnault fit construire par M. Gaiffe l'appareil représenté par la figure 427; cet appareil est formé d'un man-

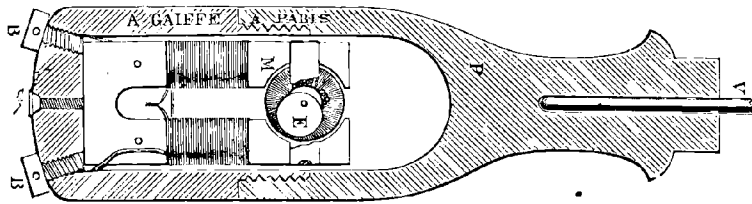


Fig. 427. — Manche vibreur du Docteur Garnault.

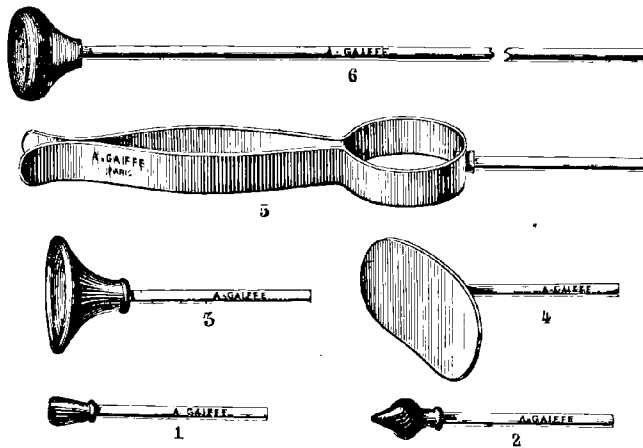


Fig. 428. — Excitateurs pour manche vibreur.

che creux dans lequel un moteur électrique M agissant sur un excentrique E provoque un mouvement vibratoire qui se transmet par des excitateurs divers (fig. 428) fixés en V à l'organe à traiter. La

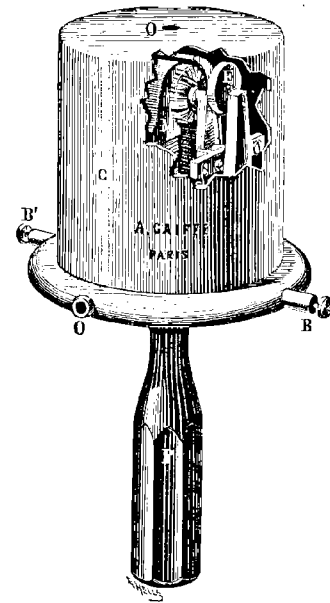


Fig. 429. — Appareil vibreur.

che creux dans lequel un moteur électrique M agissant sur un excentrique E provoque un mouvement vibratoire qui se transmet par des excitateurs divers (fig. 428) fixés en V à l'organe à traiter. La

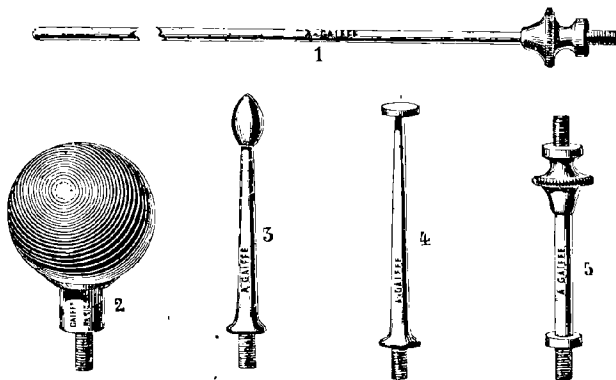


Fig. 430. — Excitateurs pour appareil vibreur.

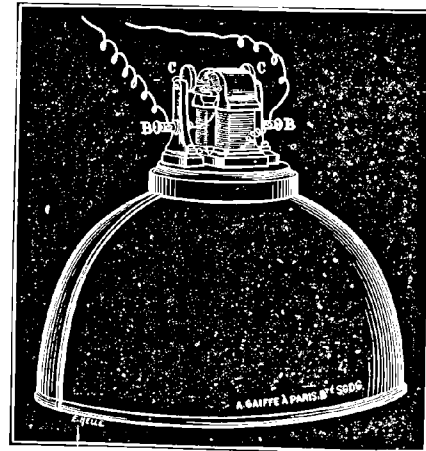


Fig. 431. — Casque vibreur.

figure 429 représente un appareil destiné au même usage mais plus puissant; la poignée P sup-

porte le moteur M entouré d'une gaine métallique C et provoquant les vibrations par l'excentrique E; le courant arrive au moteur par les bornes BB' et les vibrations se transmettent par l'intermédiaire d'excitateurs de formes diverses représentés par la figure 430 et qui se vissent sur le côté ou sur le haut de l'appareil en O, O.

Enfin la figure 431 représente un casque vibrateur construit par M. Gaiffe sur les indications de MM. Larat et Gautier; il est constitué par un casque en tôle s'appliquant exactement sur le crâne par une série de lamelles métalliques formant ressorts et transmettant les vibrations produites par un petit moteur électrique placé à la partie supérieure et sur l'arbre duquel se trouve calés les deux excentriques C C.

**Laryngo-fantôme.** — Cet instrument (fig. 432), imaginé par le Dr Baratoux est destiné à apprendre aux médecins à franchir le canal bucco-pharyngien sans toucher ses parois et à porter un instrument en un point du larynx désigné à l'avance.

Il se compose d'un conduit métallique A, analogue à celui du laryngo-fantôme du docteur Labus et qui représente autant que possible la longueur et la direction du canal bucco-pharyngien de l'homme. A la partie inférieure du conduit est placé un larynx artificiel (fig. 433) muni de contacts métalliques en divers points de sa surface.

La base de l'appareil contient une pile F, une sonnerie à grelot G et une sonnerie à timbre H, qui sont reliées, par un système de conducteurs, au larynx artificiel, au canal bucco-pharyngien A et à la tige métallique L.

Lorsqu'on simule une opération, la sonnerie à grelot se fait entendre si on touche le canal

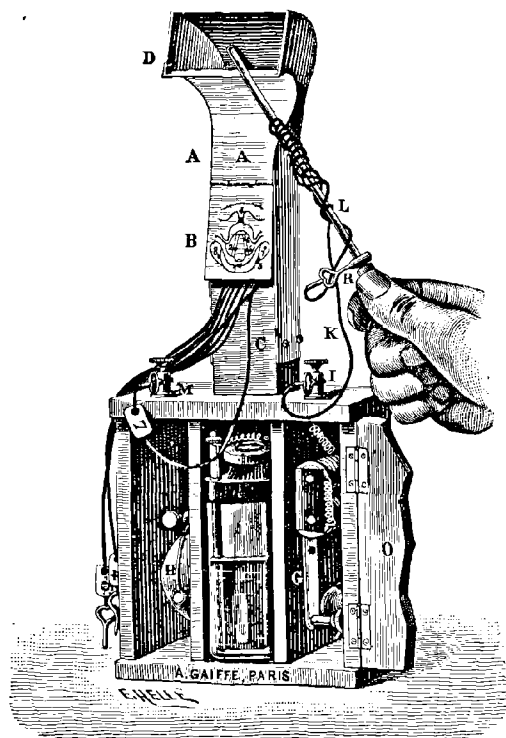


Fig. 432. — Laryngo-fantôme du Docteur Baratoux.

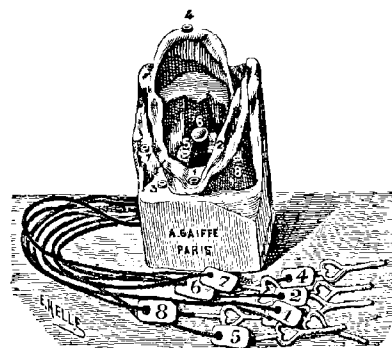


Fig. 433. — Larynx artificiel du laryngo-fantôme.

bucco-pharyngien; celle à timbre fonctionne seulement lorsqu'on arrive sur le point du larynx désigné à l'avance.

**Audiomètre.** — Cet appareil, construit par M. Gaiffe et représenté par la figure 434 permet d'étudier la sensibilité des oreilles pour des sons de tonalités très différentes. Il se compose d'une bobine d'induction, d'une batterie de deux couples, d'un interrupteur à mouvement d'horlogerie produisant une série de chocs, d'un téléphone, et d'un vibrateur indépendant donnant une série variable de sons.

L'action de la bobine inductrice sur la bobine induite se règle par un déplacement de celle-ci par rapport à celle-là. La bobine induite MM, articulée le long de la manette index I, est mobile autour de l'axe vertical A. Ses deux extrémités sont attachées par des chaînes SS à la pièce C qui est parallèle à la bobine B. Lorsque la manette I est sur le chiffre 100, les deux bobines MM reposent sur la bobine B et lui sont parallèles : c'est le maximum de l'action inductrice. Si maintenant nous

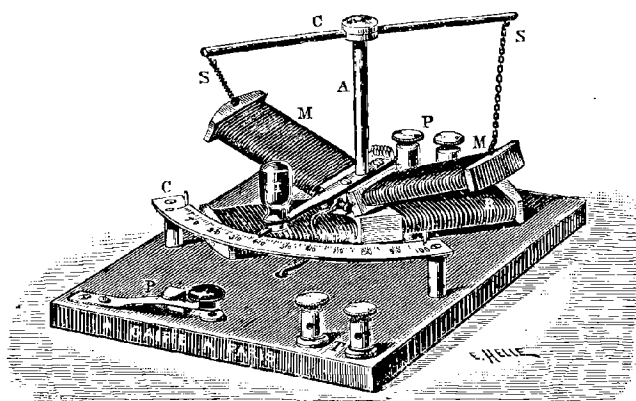


Fig. 434. — Audiomètre de M. Gaiffe.

faisons tourner les bobines M autour de l'axe A, les bobines M et B s'éloignent tendant à se mettre en croix, mais les chaînes S qui sont de longueur fixe tireront alors sur l'extrémité extérieure des bobines M, les soulèveront comme le montre le dessin et finiront, lorsque l'axe A aura tourné de 90°, à les mettre dans un plan perpendiculaire à leur plan primitif, point d'induction nulle. Le réglage sera donc fait : 1° par une rotation de 90° des bobines M, autour de l'axe vertical A, qui devrait suffire théoriquement à annuler l'action inductrice, mais qui ne suffit pas en pratique ; 2° par la rotation de chaque bobine autour d'un axe horizontal, les plaçant dans un plan perpendiculaire au plan de la bobine B, les deux réglages se faisant ensemble et suffisant alors pour annuler presque absolument l'action inductrice de la bobine B, sur les bobines M.

**Sphygmophone.** — Cet appareil, imaginé par le docteur Boudet, construit par M. Gaiffe et représenté par la figure 435, permet d'explorer le pouls avec l'oreille et d'ausculter tous les bruits qui se produisent à l'intérieur du vaisseau.

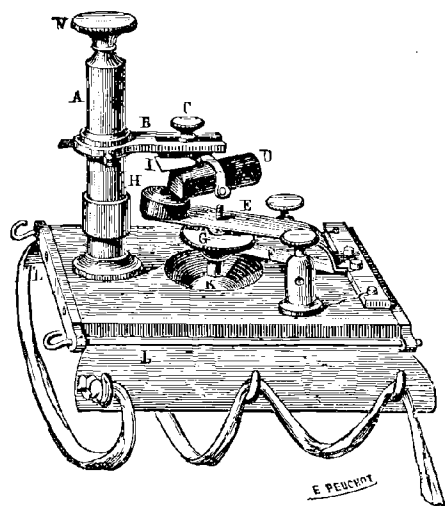


Fig. 435. — Sphygmophone du Docteur Boudet.

Le myophone, du même auteur, que représente la figure 436, est destiné à entendre et étudier les bruits musculaires. Ces deux appareils sont essentiellement constitués par un microphone formé de deux charbons D, H et intercalé dans un circuit téléphonique ; le charbon inférieur H est solidaire d'une petite pédale (K fig. 435 et B fig. 436) s'appuyant sur le pouls ou le muscle dont on veut étudier les pulsations ou les mouvements ; la pression du charbon supérieur sur le charbon inférieur, dont dépend en grande partie la sensibilité de l'appareil, peut être réglée par la vis spéciale V.

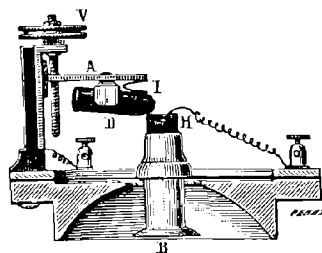


Fig. 436.  
Myophone du Docteur Boudet.



L'appareil microphonique du docteur Boudet, représenté par la figure 437, est destiné à l'auscultation des grosses artères, des anévrismes et des tumeurs vasculaires. Ici les pulsations de l'organe à étudier sont transmises à l'appareil par l'intermédiaire d'un système pneumatique formé d'une embouchure spéciale B ou A, reliée par un petit tube de caoutchouc à un tambour T fermé par une membrane qui reçoit l'un des charbons du microphone.

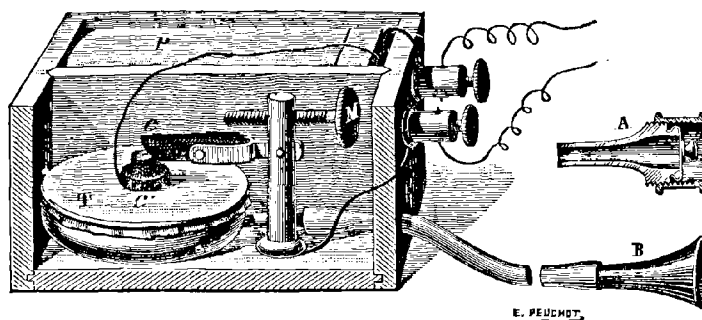


Fig. 437. — Microphone du Docteur Boudet pour l'auscultation.

Nous pourrions citer encore une grande quantité d'appareils électriques spécialement construits pour des applications médicales ou chirurgicales ; mais les quelques types que nous avons indiqués suffisent à donner une idée de la grande variété de ressources que l'électricité peut donner aux médecins et aux chirurgiens.

Signalons encore les nombreux instruments électriques construits pour rechercher la place exacte des balles ou des corps métalliques quelconques dans les tissus ; toutefois ces appareils, qui étaient autrefois susceptibles de rendre de très grands services, n'ont plus qu'un intérêt historique depuis que la radiographie permet de déterminer exactement la situation des corps étrangers dans les tissus et cela sans procurer aucune douleur au patient.

## CHAPITRE ONZIÈME

**UTILISATION DES COURANTS DES SECTEURS.** — La principale cause qui a entravé le développement des différentes applications de l'électricité à la médecine, applications que nous venons de passer en revue, réside incontestablement dans les ennuis que l'on rencontre dans l'entretien des appareils producteurs d'électricité. En effet, jusqu'à ces derniers temps, les piles seules pouvaient être utilisées pour la production des faibles courants nécessités par les applications thérapeutiques ; or, on sait combien l'entretien d'une batterie de pile, même composée d'un nombre peu important de petits éléments, est chose fastidieuse ; le nettoyage des couples et la manipulation des liquides acides, surtout dans un cabinet de docteur, sont choses peu séduisantes. Aussi de nombreux docteurs ont préféré refuser les services que pouvait leur rendre l'électricité, plutôt que de s'astreindre à des soins continus et peu agréables ; certains même, qui avaient pu apprécier par un commencement de pratique les avantages de l'électricité, y ont renoncé pour la même raison.

Il y avait donc un grand intérêt, tout particulièrement important pour l'avenir de l'électrothérapie, à trouver un moyen plus pratique de produire la petite somme d'énergie électrique nécessaire. Ce sont les secteurs de distribution d'électricité qui sont venus apporter, dans de nombreuses villes, la solution de cet intéressant problème.

Toutefois les courants, tels qu'ils sont fournis à domicile par les usines électriques, ne se trouvent pas dans les conditions voulues pour être directement utilisés à l'alimentation des différents appareils que nous avons précédemment décrits. Ces courants possèdent presque toujours une

tension de 110 volts ; ils sont tantôt continus, tantôt alternatifs, parfois même ce sont des courants alternatifs polyphasés.

Quelle que soit la nature de ces courants, continus ou alternatifs, leur tension de 110 volts est beaucoup trop considérable pour permettre leur emploi direct ; il a donc fallu créer, pour chaque cas, des appareils spéciaux et des dispositifs appropriés que nous allons rapidement indiquer.

**Courants continus.** — Les courants continus a 110 volts, distribués par les compagnies d'éclairage, peuvent être employés directement pour alimenter les bobines d'induction, les galvanocautères et les lampes médicales, à la condition de ramener la tension au voltage voulu en intercalant dans le circuit des résistances appropriées.

On peut également, en opérant de même, utiliser ces courants pour l'action directe sur l'organisme humain et pour l'électrolyse ; il y a pourtant certain danger de mettre directement en contact un malade avec une canalisation électrique dans laquelle la tension peut accidentellement varier ; ce danger a toutefois été, à notre avis, très exagéré par certains constructeurs et, en prenant soin d'intercaler dans le circuit, en plus du réducteur de potentiel, un coupe-circuit suffisamment sensible et un parafoudre, il est bien évident que, dans aucun cas, le courant ne peut prendre une intensité véritablement dangereuse.

Il est bon de faire remarquer que cette méthode entraîne un véritable gaspillage d'énergie électrique ; la plus grande partie de cette énergie étant, en effet, simplement dépensée pour chauffer les résistances destinées à réduire la tension du courant. C'est ainsi que, si l'on ramène à 10 volts par l'intercalation de résistances un courant d'une tension de 100 volts, on n'utilise dans les appareils ainsi alimentés que le dixième de l'énergie dépensée, les 9/10 restant étant absorbés par le rhéostat.

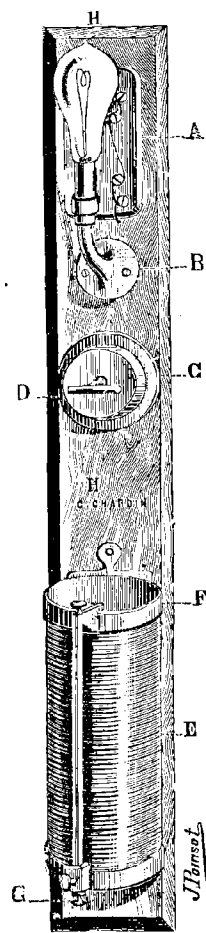


Fig. 438. — Résistance

durée, la dépense n'est pas bien considérable et moindre que celle résultant de l'entretien de la batterie de piles qui serait nécessaire à la production de ces mêmes courants. En tout cas la commodité qui en résulte est bien plus grande puisqu'il suffit de brancher les conducteurs sur la canalisation et de régler l'intensité du courant à l'aide du curseur du rhéostat.

Pour réduire le potentiel, la résistance la plus simple que l'on puisse employer consiste tout simplement en une lampe à incandescence convenablement choisie ; il est toutefois indispensable

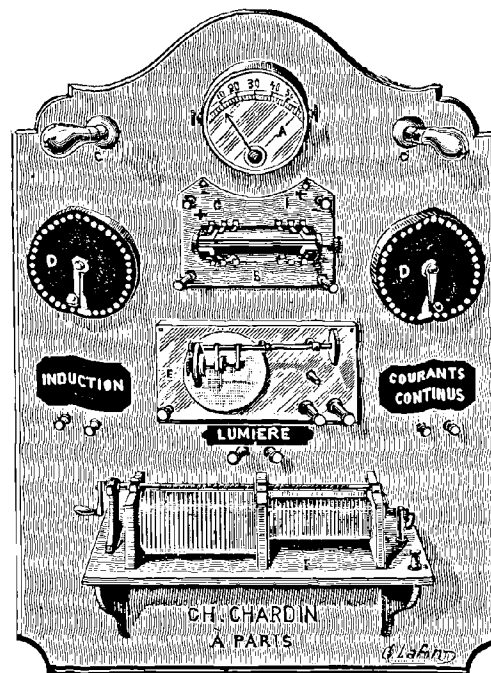


Fig. 439. — Tableau de M. Chardin pour l'utilisation du courant continu des secteurs.

d'y ajouter un rhéostat à curseur permettant de régler l'intensité du courant. La figure 438 représente le dispositif très simple adopté, dans ce cas, par M. Chardin : les appareils se trouvent groupés sur une planche allongée HH; en A est placé le coupe-circuit destiné à rompre le circuit si, pour une cause ou une autre, le courant venait à prendre une intensité trop considérable; la lame à incandescence B forme résistance; en C se trouve un interrupteur et, enfin, en E le rhéostat de réglage formé d'un fil métallique de maillechort ou de ferro-nickel enroulé en hélice; le curseur G permet d'intercaler dans le circuit un nombre plus ou moins grand de spires, suivant l'intensité du courant à obtenir et la résistance propre des appareils alimentés.

La figure 439 représente une disposition un peu plus compliquée, destinée à l'utilisation du courant continu des secteurs pour l'action directe sur l'organisme et l'électrolyse, pour l'alimentation d'un appareil d'induction placé sur une console au bas du tableau et pour l'alimentation des galvanocautères et des lampes médicales; les collecteurs commutateurs D,D servent à intercaler des résistances pour régler l'intensité du courant dont la force électromotrice est déjà réduite par les lampes à incandescence C,C; le milliampèremètre A sert à mesurer l'intensité du courant continu dans les applications directes sur l'organisme et l'électrolyse; enfin, un interrupteur automatique E, du type décrit plus haut (page 219) permet la transformation du courant continu en un courant intermittent de fréquence variable.

Afin de permettre aux docteurs d'opérer à domicile, chez des clients possédant une canalisation électrique, M. Chardin réunit également ces différents appareils dans une caisse facilement transportable que représente la figure 440.

M. GaiFFE construit un réducteur potentiel très pratique, représenté par la figure 441; le fil formant résistance est enroulé dans l'intérieur d'une caisse de bois et les curseurs, mus par une manette (M), frottent sur la partie supérieure des spires qui dépassent le couvercle de la caisse et sont dénudées. La résistance entière est constamment intercalée dans le circuit du secteur et le réglage se fait en branchant les fils de prise de courant de l'appareil à alimenter sur deux points variables de cette résistance; de telle sorte que le courant est nul lorsque les deux conducteurs ne sont séparés que par une résistance nulle et, au contraire, maximum lorsqu'ils sont disposés aux deux extrémités de la résistance. Cette disposition présente l'avantage considérable, dans le cas de l'action directe sur l'organisme, de faire croître progressivement le courant en partant d'une valeur nulle.

Un autre moyen d'utiliser le courant des secteurs consiste à charger des accumulateurs qui sont ensuite employés à la place des piles. Ici encore, comme les batteries ne sont ordinairement composées que d'un petit nombre d'éléments, il est indispensable de réduire la tension du courant servant à la charge en intercalant des résistances appropriées. Ces résistances peuvent d'ailleurs être des lampes à incandescence et, dans certains cas, pour que la plus grande partie du courant ne soit pas gaspillé à chauffer inutilement des résistances, on peut utiliser les lampes servant le soir à l'éclairage. C'est cette solution qui nous paraît la meilleure et qui est certainement la plus

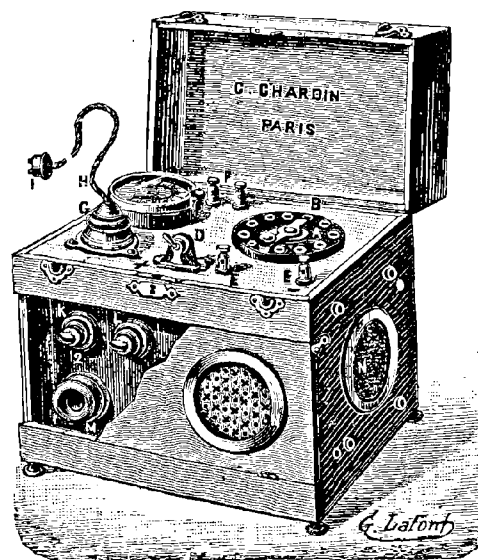


Fig. 440. — Appareil de M. Chardin pour l'utilisation du courant continu des secteurs

économique ; on peut ainsi recharger chaque soir durant les heures d'éclairage les accumulateurs qui fournissent pendant la journée l'énergie électrique nécessaire. Dans certaines petites villes les compagnies d'éclairage ne distribuent d'ailleurs le courant que durant la nuit ; dans ce cas, le moyen que nous venons d'indiquer est donc le seul possible.

On peut encore utiliser le courant des secteurs en l'employant pour alimenter un électromoteur qui commande, à son tour, une dynamo engendrant un courant à la tension voulue pour

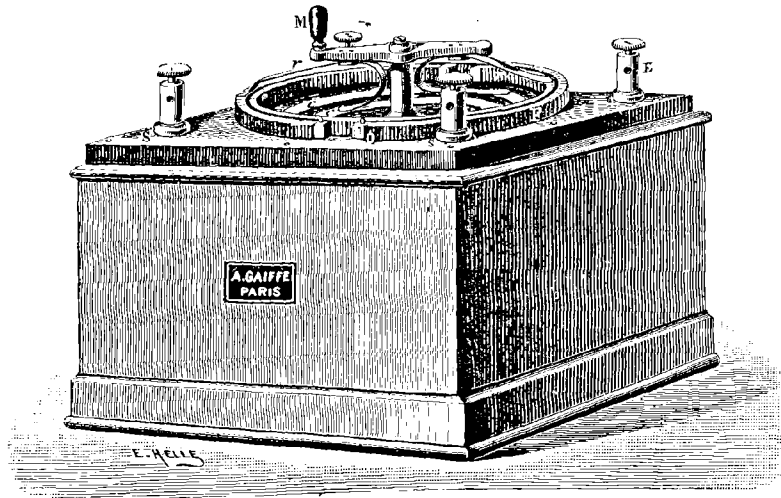


Fig. 441. — Réducteur de potentiel de M. Gaiffé.

l'application directe ou la charge des accumulateurs. Ces deux appareils, moteur et dynamo, peuvent d'ailleurs être réunis en un seul transformateur rotatif à deux enroulements induits, l'un provoquant la rotation sous l'action du courant du secteur, l'autre engendrant le nouveau courant sous l'influence de la rotation ainsi produite. Ce système n'est guère pratique que pour une installation d'une certaine importance ; mais, dans ce cas, il est très avantageux parce qu'il utilise plus complè-

tement l'énergie dépensée et l'économie qui en résulte peut couvrir rapidement le surplus du prix d'installation.

Quel que soit le moyen employé il est toujours plus économique et infiniment plus pratique que l'emploi de piles quelconques ; aussi, nous ne saurions trop engager les docteurs qui disposent d'une canalisation d'électricité de renoncer aux piles et d'utiliser le courant mis ainsi à leur disposition.

**Courants alternatifs.** — Pour l'alimentation des galvanocautères et des lampes médicales les courants alternatifs sont plus avantageux que les courants continus parce qu'ils se prêtent avec la plus grande facilité à une transformation de tension. Il suffit pour cela d'employer des petits transformateurs analogues à ceux utilisés dans l'industrie.

En revanche, pour l'alimentation des bobines d'induction, certaines formes d'action directe sur l'organisme et surtout l'électrolyse ne peuvent être utilisées ; il est alors nécessaire de les transformer en courant continu dans un transformateur tournant.

Les transformateurs, employés pour modifier simplement la tension des courants alternatifs sans en changer la nature, sont constitués d'un enroulement primaire recevant le courant du secteur et d'un enroulement secondaire dont la longueur et la grosseur sont calculées suivant la tension à obtenir, un noyau de fer doux augmente la puissance inductive du premier courant.

Le modèle adopté par M. Gaiffé pour l'électricité médicale est représenté par la figure 442 ; il permet à tout médecin abonné à un secteur à courants alternatifs de faire de la lumière et du cautère même simultanément ainsi que la faradisation spéciale préconisée par M. d'Arsonval sous le nom de courant sinusoïdal. Ce transformateur est à circuit magnétique fermé, c'est-à-dire que le

noyau de fer doux forme un circuit magnétique complet fermé sur lui-même ce qui augmente le rendement de l'appareil. Le circuit primaire est enroulé directement sur le noyau de fer doux ; il est recouvert de deux circuits secondaires S<sup>1</sup> S<sup>2</sup> de grosseur et de longueur différentes, donnant par suite deux courants de tension également différente, l'un destiné à l'alimentation des cautères et l'autre à l'alimentation des lampes médicales ou à l'électrisation sinusoïdale directe. La partie supérieure de ces deux circuits est dénudée et l'on peut à l'aide de deux manettes B, b ne prendre que le nombre de spires actives dont on a besoin pour obtenir une tension donnée. La manette B correspond au circuit à cautère et ne peut aller au delà du circuit secondaire à gros fil ; la manette b règle le circuit à lumière mais peut parcourir tout l'appareil pour obtenir le maximum de voltage pour l'électrisation sinusoïdale.

On peut ainsi obtenir avec le circuit à cautère un courant variant entre 0 à 8 volts et 0 à 30 ampères ; avec le circuit à lumière le courant varie entre 0 à 20 volts et 0 à 2 ampères ; et enfin avec la combinaison des deux circuits on obtient un courant variant entre 0 à 28 volts et 0 à 2 ampères.

Cet appareil est largement suffisant pour tous les usages médicaux auxquels il est destiné. En effet

les cautères employés en médecine prennent de 2 à 3 volts et de 10 à 30 ampères ; les anses galvaniques seules nécessitent jusqu'à 8 volts avec la même intensité que les cautères. Les lampes d'explorations absorbent de 2 à 10 volts et 0,5 à 1,5 ampère ; dans les projecteurs on emploie des lampes plus puissantes mais qui ne dépassent jamais 16 volts et 2 ampères. Enfin pour les courants sinusoïdaux les maxima sont employés dans les bains hydro-électriques dans lesquels il suffit de 20 volts pour obtenir les 100 à 125 milliampères qui sont la limite de ce qu'on peut supporter.

Quant à la consommation de cet appareil elle est à vide, c'est-à-dire lorsque le courant est fermé sur le primaire sans qu'on utilise le secondaire, de 0,2 ampère et comme par suite de la self-induction le décalage entre l'intensité et la force électromotrice alternatif est considérable on peut estimer à 14 watts la dépense ; soit environ 0 fr. 02 par heure.

En pleine charge, c'est-à-dire avec un cautère nécessitant 8 volts et 30 ampères, marchant simultanément avec une lampe de 16 volts et 2 ampères, au total de  $8 \times 30 + 2 \times 16 = 272$  watts, l'intensité dans le primaire est de 3 ampères environ, le décalage étant très réduit, on peut estimer à 330 watts la dépense, soit 0 fr. 50 par heure.

Nous ferons remarquer de plus que si après extinction des appareils d'utilisation on oubliait de rompre le circuit primaire on n'aurait perdu au bout de 24 heures que 330 watts ou 0 fr. 50.

L'appareil que nous venons de décrire est un instrument de cabinet peu transportable ; M. Gaiffe construit également un appareil du même genre mais de plus petites dimensions et de moindre puissance ; ce modèle peut donner avec le gros circuit secondaire un courant maximum de 7 volts et 12 ampères, avec le circuit secondaire à fil fin un courant maximum de 18 volts et 2 ampères.

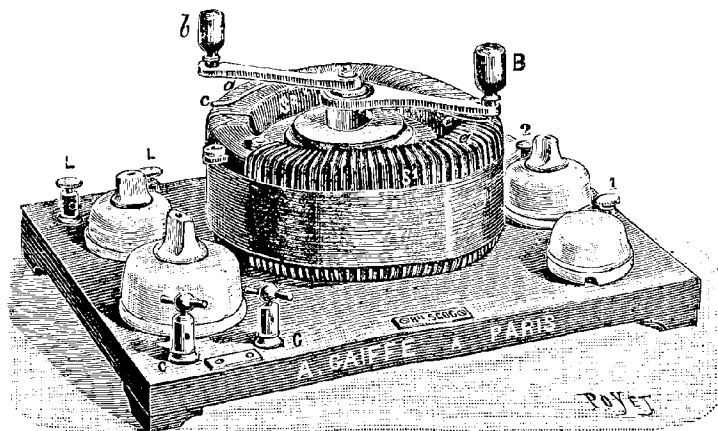


Fig. 442. — Transformateur à voltage variable de M. Gaiffe.

Cette puissance suffit d'ailleurs pour toutes les opérations qu'on peut être appelé à faire au dehors dans la pratique courante chez un malade possédant une installation à courants alternatifs.

Ce petit modèle dépense à vide environ 0,2 ampère soit 0 fr. 02 à l'heure et en pleine charge 1 ampère soit environ 0 fr. 15 par heure.

Le grand modèle peut se brancher à la place d'une lampe de 32 bougies et le petit modèle à la place d'une lampe de 10 ou 16 bougies. Le courant arrivant par les bornes 1 et 2 (fig. 442) traverse deux coupe-circuits et un commutateur qu'il suffit de tourner pour mettre l'appareil en marche. Le courant pour les cautères se recueille aux bornes C, C et le courant sinusoïdal et de lumière aux bornes L, L. Chacun de ces courants se gradue à l'aide des manettes B, b comme il est dit plus haut. On pourrait naturellement construire des transformateurs possédant un plus grand nombre de circuits secondaires afin de posséder encore une plus grande variété de courants.

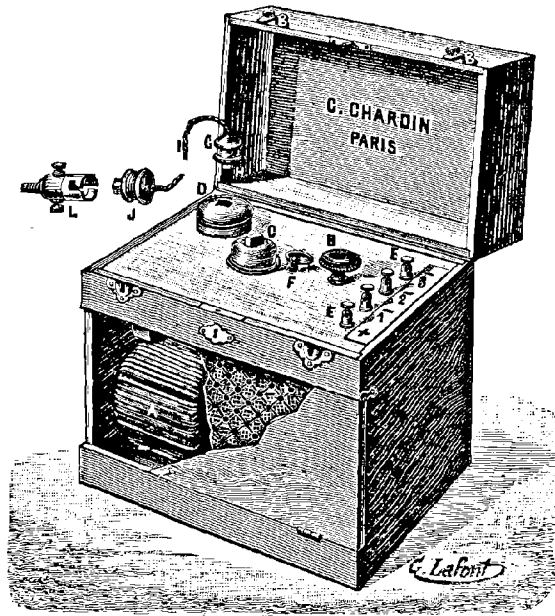


Fig. 443. — Transformateur de M. Chardin, analogue pour les courants alternatifs ; cet appareil (fig. 443) est enfermé dans une boîte spéciale et est facilement transportable.

Pour les usages nécessitant un courant continu on peut employer les courants alternatifs pour alimenter un électromoteur qui commande à son tour une petite dynamo engendrant le courant continu à la tension voulue ; ce courant

peut alors être employé directement ou pour charger des accumulateurs. La figure 444 représente une installation de ce genre réalisée par M. Chardin ; l'électromoteur A à courants alternatifs entraîne par un accouplement C la dynamo à courant continu B.

Ce dernier dispositif est également celui qui convient lorsque l'on dispose d'une distribution par courants polyphasés.

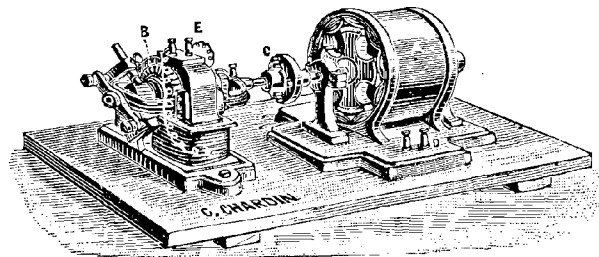


Fig. 444. — Transformateur de courants alternatifs en courant continu.

\*  
\*  
\*

On voit par l'exposé que nous venons d'en faire que le matériel électrique dont disposent les médecins est déjà arrivé à un haut degré de perfectionnement ; ils peuvent employer les courants électriques sous des formes multiples, en régler à volonté la tension, l'intensité, la fréquence. Mais, ce qui est moins avancé, c'est l'étude précise des actions physiologiques de ces multiples courants et des effets exacts qu'ils produisent sur l'organisme humain, c'est la détermination précise

de leur action sur chaque organe et de leur influence dans la guérison des diverses maladies pour lesquelles ils peuvent jouer un rôle bienfaisant, c'est en somme le côté purement médical de la question que nous n'avons d'ailleurs pas traité dans ce rapide exposé. Aussi trouve-t-on encore de nombreux docteurs qui discutent les bienfaits des applications médicales de l'électricité et prétendent, tout au moins, que l'on marche encore en aveugle en l'utilisant. Ce côté du problème est certes des plus intéressants, mais il regarde le praticien et, nous l'avons déjà dit plusieurs fois, c'est en électricien et non en médecin que nous avons envisagé cette question.

En tout cas, ce qui ne peut prêter à aucune contestation ce sont les applications indirectes dans lesquelles l'électricité n'est employée que pour chauffer les cautères, illuminer les lampes médicales ou alimenter les ampoules radiographiques ; elle met ainsi à la disposition du médecin des moyens d'action extrêmement pratiques qui dans de nombreux cas facilitent considérablement sa tâche ; on ne peut émettre à ce sujet aucun doute.

Si d'ailleurs la partie purement médicale de l'électrothérapie n'a pas fait de plus rapides et de plus grands progrès, s'il existe encore une indécision dans sa pratique, c'est surtout par ce que la plupart des docteurs pratiquant l'électrothérapie et ayant étudié cette si intéressante question sont dans une ignorance presque complète des phénomènes électriques. Ils utilisent ainsi un agent dont ils ne connaissent que très imparfaitement les propriétés et les manifestations ; ils ne peuvent par suite en tirer toutes les ressources possibles, ils opèrent en aveugle et ne marchent que par tâtonnements, tâtonnements d'autant plus déplorables que le terrain d'expérience est ici constitué par des malades.

C'est en somme absolument comme si un électricien voulait pratiquer l'électrothérapie sans études médicales préalables ; il est évident que malgré sa profonde connaissance des phénomènes électriques il ne ferait qu'un piètre électrothérapeute.

Il est indiscutable que l'électricité sous toutes ses formes a une action profonde sur l'organisme humain ; mais si cette action peut être salutaire dans de nombreux cas elle peut également devenir nuisible dans d'autres cas ; il faut donc déterminer dans chaque cas particulier le mode d'emploi de cet agent et, pour pouvoir le faire, il est indispensable de connaître suffisamment les propriétés de ce même agent.

Il est donc essentiel, pour faire un bon électrothérapeute, de connaître d'une part l'organisme humain sur lequel on opère et d'autre part l'agent électrique avec lequel on opère.

Nous ne saurions donc trop engager les docteurs qui désirent utiliser ce nouvel agent de guérison de commencer par étudier, tout au moins, les questions élémentaires d'électricité pratique ; c'est à ce prix seul qu'ils pourront arriver à des résultats sérieux et faire faire de nouveaux progrès à cet intéressant problème.

FIN DE LA QUATRIÈME PARTIE





# CINQUIÈME PARTIE

---

## LES MACHINES-OUTILS A TRAVAILLER LES MÉTAUX

---

Pendant de longs siècles, les seuls outils connus, pour la mise en œuvre des matériaux de toutes espèces ont consisté en appareils de la plus grande simplicité que l'ouvrier manœuvrait par la seule force de ses bras. Mais, au fur et à mesure des progrès de la science, ces outils ont été en se perfectionnant et en se compliquant de plus en plus pour arriver à se substituer presque entièrement à la main de l'ouvrier.

Grâce à la science, la richesse de l'humanité s'accroît ainsi, avec une prodigieuse rapidité, par le développement continu et sans cesse accéléré de la puissance productrice dont disposent les hommes. Chaque jour de nouvelles inventions viennent leur permettre de multiplier la création de tous les objets dont ils ont besoin, tout en diminuant considérablement le travail nécessaire à cette production. Depuis le début de ce siècle, les progrès du machinisme ont ainsi complètement transformé le milieu social.

Il suffit de jeter au hasard un rapide regard, dans les branches les plus diverses de l'industrie humaine, pour constater cette importante transformation.

Ici, nous voyons les machines-outils : tours, perceuses, fraiseuses, raboteuses, mortaiseuses, scies, poinçonneuses, cisailles, meule d'émeri, entamer et travailler les métaux avec une merveilleuse rapidité : ce que l'ouvrier d'hier enlevait à la lime et au burin en une journée de travail, l'ouvrier d'aujourd'hui le tranche en une seconde avec ces puissants outils.

Là, nous trouvons une machine qui permet, à un seul homme, de transformer en papier en une minute, le monceau de chiffons ou de bois qui autrefois aurait occupé durant tout un jour dix ouvriers.

Plus loin, c'est un autre appareil appliquant avec une étonnante vitesse sur ce papier, destiné à revêtir nos murs, les dessins les plus artistiques qui avant y étaient lentement et maladroitement posés à la main.

Ce sont encore les machines qui débitent automatiquement des millions de vis, de clous, d'agrafes, de boutons, de cigares, de cigarettes, d'allumettes, d'objets les plus divers. Ce sont les admirables machines à filer, à tisser, à imprimer qui centuplent la production du travailleur.

Ce sont partout enfin les splendides machines motrices, depuis l'antique moteur à eau, aujourd'hui si perfectionné, jusqu'au récent électromoteur, qui avantageusement remplacent la force musculaire de millions d'ouvriers.

Comme tout cela nous ravit et nous transporte ; c'est dans ce progrès incessant que résident toute la gloire, toute la puissance, toute la raison d'être de l'humanité ; cette domestication des forces de la nature, cette grandiose conquête de la science par l'esprit humain, cet amas de con-

naissances accumulées par le travail et les recherches incessantes des milliers des générations qui nous ont précédés, rien n'est plus beau, plus grand, plus impressionnant.

Amener la production humaine à un degré tel que l'abondance règne partout, que tous les hommes puissent satisfaire tous leurs besoins et se procurer tout le bien-être qu'ils souhaitent; remplacer l'homme par la machine dans ce travail producteur pour permettre à chacun, non de vivre dans l'oisiveté, ce qui constituerait la plus abrutissante des vies, mais de se livrer aux travaux intellectuels vers lesquels l'attire la disposition particulière de son esprit; c'est l'idéal vers lequel nous marchons à pas de géant, grâce au développement de la science.

Certains esprits superficiels déplorent pourtant ce merveilleux développement du machinisme moderne; ils font le procès de la machine qu'ils accusent de venir prendre le travail de l'ouvrier, acculant celui-ci à la misère en le privant du salaire rémunérant ce travail. Combien ce raisonnement est étroit. Comment, chaque machine nouvelle vient augmenter la richesse dont dispose l'humanité et on ose l'accuser de restreindre le bien-être de certains des membres de cette humanité!

Lorsque ce fait, malheureusement trop exact, se produit, peut-on en toute conscience en accuser la machine qui constitue le plus puissant engin de civilisation, de progrès et de bien-être? La grande coupable n'est-elle pas la mauvaise organisation sociale? La machine met à la disposition de la société une nouvelle source de richesses et si ces richesses sont inégalement réparties il serait souverainement injuste de l'en rendre responsable.

D'ailleurs rien ne pourra venir entraver ce développement de la science, enrayer cette extension du machinisme qui iront sans cesse en se développant avec une rapidité toujours croissante. D'une part, en effet, chaque découverte scientifique en amène d'autres en enfant de nouvelles; et d'autre part la création de machines-outils plus perfectionnées procure une nouvelle source de production d'autres machines qui, à leur tour, multiplient la fabrication de nouveaux appareils. Le machinisme se développe ainsi suivant la même progression que les grains de blé légendaires se multipliant sur chaque case de l'échiquier. Vouloir s'opposer à ce progrès serait non-seulement œuvre barbare et réactionnaire mais encore œuvre insensée.

Rien ne pourra donc empêcher cet envahissement de la machine dans toutes les branches de l'activité humaine et, de plus en plus, le rôle de l'homme se bornera à conduire et surveiller les instruments puissants et rapides chargés d'effectuer les multiples opérations autrefois exécutées lentement et péniblement à la main. Cette conduite et cette surveillance elles-mêmes iront sans cesse en diminuant, les différents mouvements de ces machines se réglant de plus en plus automatiquement.

\*  
\* \*

Dans cette partie de notre ouvrage nous allons passer en revue les machines actuellement utilisées pour le travail des métaux, c'est-à-dire les machines qui servent à confectionner et à réaliser toutes les autres, celles qui, par suite, présentent le maximum d'importance et d'utilité.

La plus utile de ces machines-outils est incontestablement le tour qui, au besoin, peut remplacer presque toutes les autres; après lui on peut placer la machine à percer qui a sa place dans tous les ateliers de mécaniciens, serruriers, tourneurs, chaudronniers, etc.; les autres machines à fraiser, raboter, aléser, mortaiser, poinçonner, cisailer, scier, etc., quoique facilitant considérablement les travaux sont moins indispensables et ne figurent que dans les ateliers d'une certaine importance.

Notre figure 445 représente d'ailleurs un atelier de réparation et d'entretien contenant l'outillage de première nécessité pour l'installation et l'entretien d'une usine; tout y est prévu pour parer aux premiers besoins.

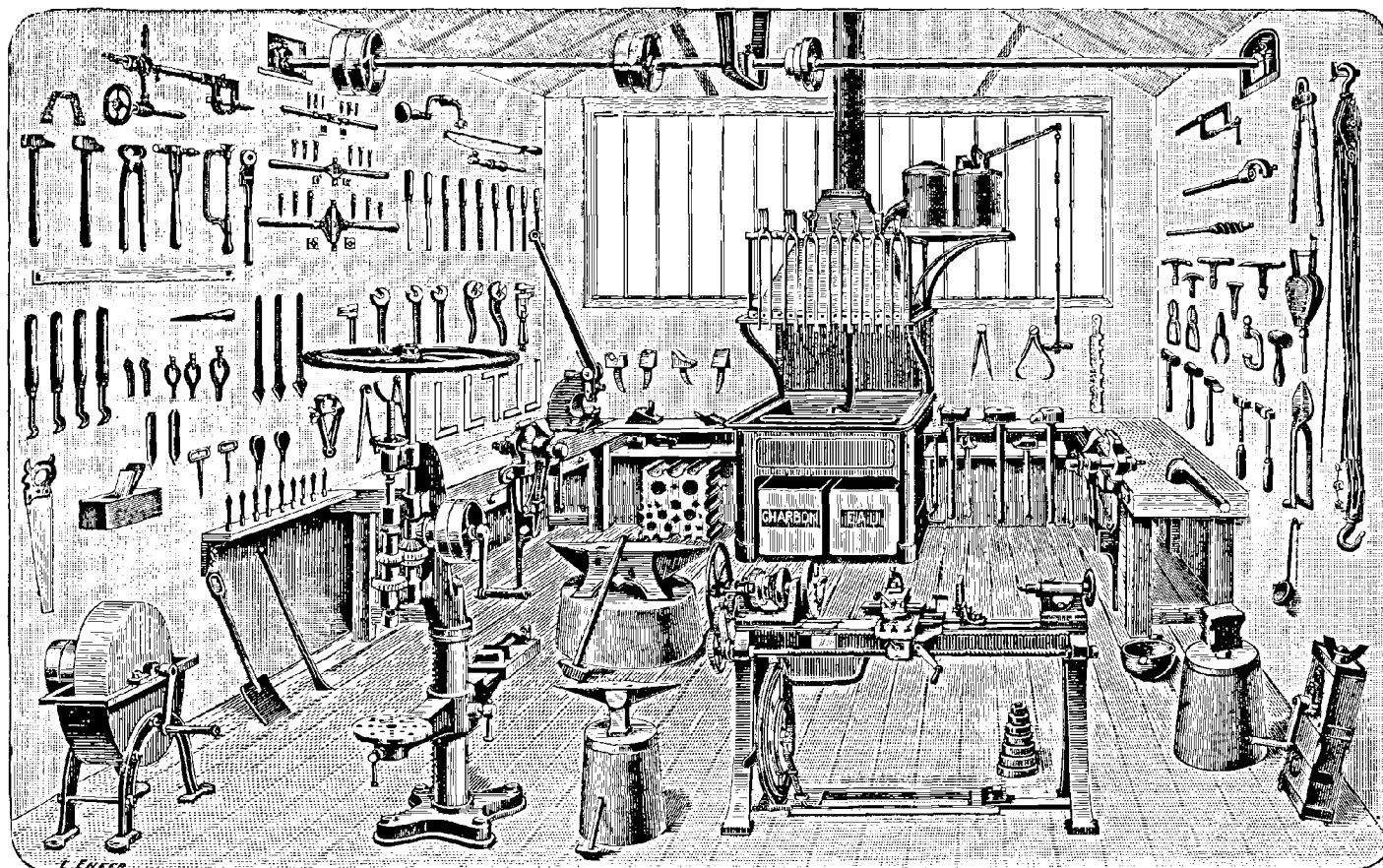


Fig. 445. — Petit atelier de réparation contenant l'outillage de première nécessité pour l'installation et l'entretien des usines.

Voici la composition de tout l'outillage de cet atelier : Un tour parallèle fonctionnant au pied, à bras ou au moteur, avec une série de dix outils à la main et au chariot pour le travail du fer, cuivre, bois, etc., trois tocs, trois forets; une machine à percer montée sur colonne, fonctionnant à bras ou au moteur, garnie de huit forets assortis; une forge tout en fer se posant sans maçonnerie, garnie de sa hotte, de son soufflet à double vent, des bacs à eau et à charbon et d'une amorce de cheminée; huit tenailles pour la forge; une enclume avec son billot, ses tranchets, casse-fer, étampes; six outils de forge à frapper; une bigorne avec son billot; un tas-étampe; un gabarit de forge; une poinçonneuse-cisaille; deux étaux tournants; un cric à crémaillère; une meule et son auge; une paire de mouffles et sa corde; une pelle; une pince-levier; une machine à percer portative et son vilebrequin; trois filières avec tarauds et coussinets; un vilebrequin; un arçon complet; six limes assorties; deux cliquets; une scie à métaux; une paire de tenailles; deux marteaux; une règle en fer; un burin et un bédane; trois tournevis assortis; deux vrilles; un rabot; une scie à main; un pied à coulisse; une clef anglaise; deux clefs à molettes; quatre compas; cinq

équerrés assorties ; un coupe-boulons ; un coupe-tubes ; une presse serre-joint ; une brosse à tubes ; un soufflet ; trois bigornes de chaudronniers ; deux bigorneaux ; deux cisailles à main ; une cisaille d'établi ; deux fers à souder ; trois marteaux de chaudronniers ; une presse à vis ; un maillet en bois ; une cuillère et une marmite à fondre ; un tas carré et son billot ; un chevalet.

Dans les ateliers de constructions mécaniques les machines-outils représentées dans la gravure précédente, tour, machine à percer et poinçonneuse, sont insuffisantes et des machines-outils particulières ont été créées pour débiter avec le maximum de facilité, de rapidité et d'économie les différentes pièces à fabriquer. Nous allons étudier successivement les plus importantes et intéressantes de ces machines.

## CHAPITRE PREMIER

**LES TOURS.** — C'est incontestablement le tour qui occupe la première place parmi les machines-outils ; son usage est général et on le rencontre dans tous les ateliers de mécanique.

Le tour permet d'entamer un morceau de métal suivant une surface cylindrique ; c'est avec lui qu'on enlève le plus facilement et le plus économiquement des copeaux de matière sur les pièces à travailler ; aussi, étudie-t-on, chaque fois que la chose est possible, les organes des machines pour qu'ils puissent se faire au tour ; et les appareils qui présentent le plus d'organes cylindriques fait au tour sont ceux qui demandent le minimum de main-d'œuvre et qui, par conséquent, coûtent le moins cher.

Le tour est certainement la machine-outil la plus ancienne et il faut remonter bien loin pour en trouver l'origine ; mais quelle différence entre le morceau de bois tournant entre deux pointes sous l'action d'une corde ou des mains du tourneur primitif et les splendides tours parallèles de dimensions colossales ou les petits tours de précision qui constituent de véritables merveilles mécaniques !

Dans le tour, on provoque, d'une manière ou d'une autre, la rotation de la pièce à travailler, placée entre deux pointes de métal ou fixée sur un plateau, et on entame la matière de cette pièce en y appuyant un outil tranchant.

La disposition et la complication des organes des tours sont très variables suivant le genre de travail qu'ils doivent effectuer. Nous allons étudier successivement ces différents systèmes de tours.

**Tours simples ou bidets.** — Les tours primitifs étaient simplement constitués par deux pointes métalliques placées en regard l'une de l'autre et entre lesquelles était fixée la pièce à travailler ; cette pièce recevait un mouvement de rotation sous l'action d'une des mains du tourneur

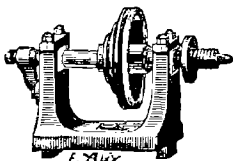


Fig. 446. — Poupée fixe.

qui de l'autre main présentait l'outil tranchant qui entamait sa surface. Un premier perfectionnement consista à donner le mouvement de rotation à l'aide d'une corde enroulée sur la pièce et animée d'un mouvement de va-et-vient par le pied du tourneur agissant sur une pédale. Puis on transforma cette disposition primitive en animant l'une des pointes d'un mouvement de rotation à l'aide d'une corde ou d'une courroie ; cette pointe reliée intimement

avec la pièce à ouvrir entraîne celle-ci dans son mouvement de rotation. On créa ainsi le tour simple ou bidet qui est actuellement la forme la plus simple des tours utilisés dans l'industrie.

Un tour simple est constitué de trois pièces essentielles : une poupée fixe (fig. 446) constituée par un arbre tournant entre deux paliers, sous l'action d'une corde agissant sur une poulie, et terminé par une pointe destinée à recevoir l'une des extrémités des pièces à façonner ; une contre-pointe (fig. 447), pouvant se rapprocher plus ou moins suivant la longueur des objets à tourner, et supportant l'autre extrémité de ces objets ; enfin, un support (fig. 447) placé entre les deux pointes et destiné à maintenir l'outil, qui est approché plus ou moins, à la main, pour entamer la surface cylindrique de la pièce en rotation.

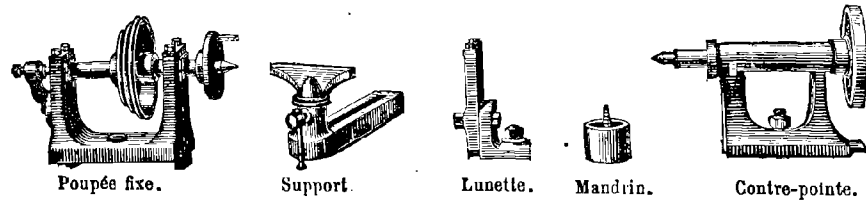


Fig. 447. — Différentes pièces du tour simple ou bidet.

Ces trois appareils peuvent être simplement montés sur un banc en bois comme l'indique la figure 448 ou, ce qui est infiniment préférable, sur un banc en fonte raboté et dressé (fig. 449).

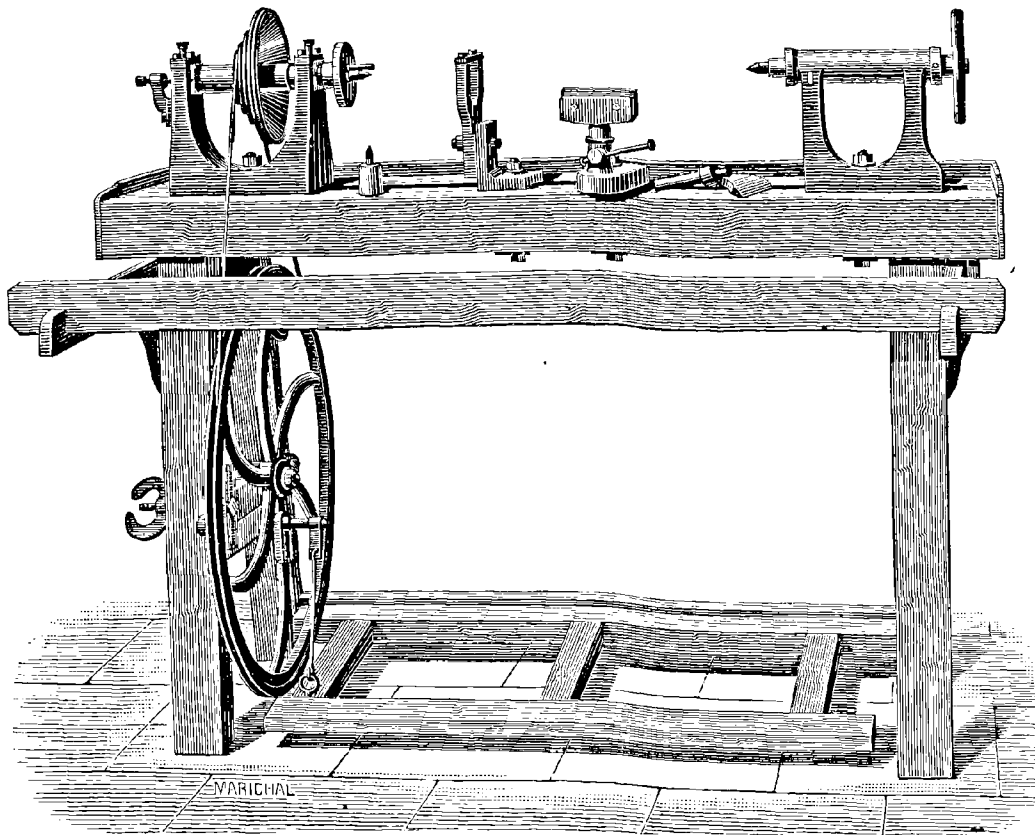


Fig. 448. — Tour simple ou bidet monté sur un banc en bois et marchant au pied.

La commande de l'arbre de la poupée peut être obtenue par un volant manœuvré par le pied (fig. 448) ; ordinairement la poulie de la poupée possède trois gorges permettant d'obtenir trois vitesses de marche différentes suivant le diamètre et la nature des objets à tourner, le volant

de commande peut ne posséder qu'une seule gorge, la tension de la courroie étant obtenue par le déplacement de ce volant.

Lorsque la commande a lieu par moteur, la poulie à gorge est remplacée par une poulie plate également à trois diamètres différents pour les changements de vitesse (fig. 449).

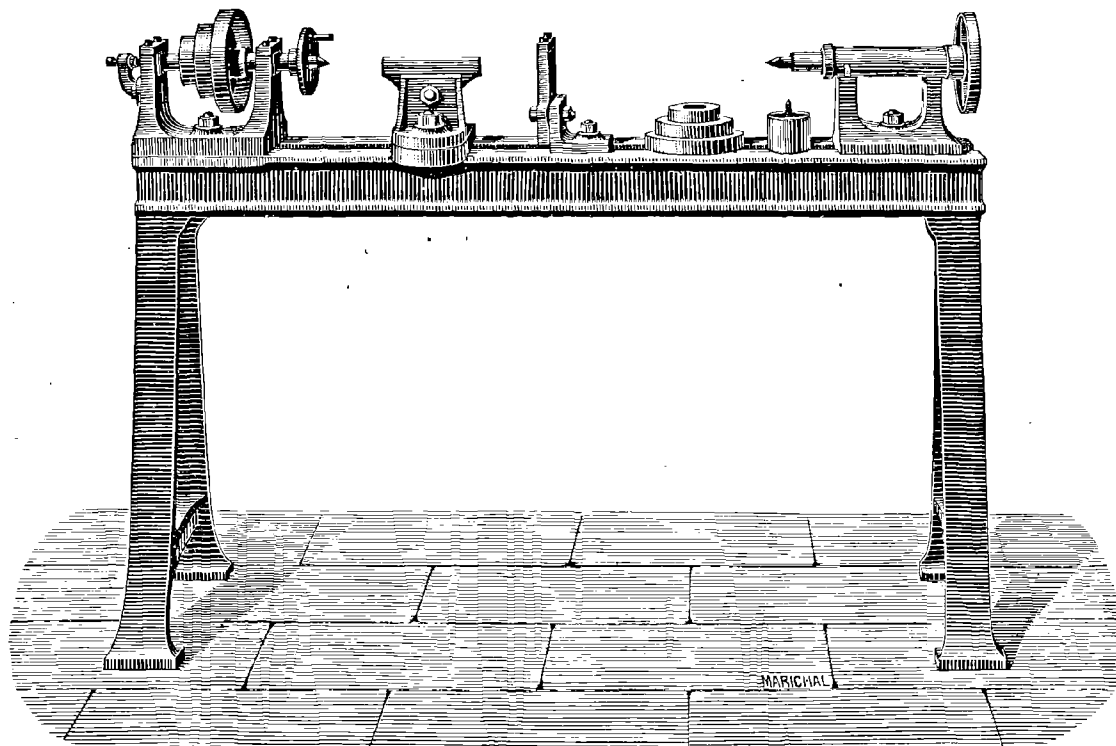


Fig. 449. — Tour simple ou bidet monté sur un banc en fonte et marchant au moteur.

Quand la pièce à tourner est de grande longueur et de faible diamètre, il est parfois utile, pour l'empêcher de fléchir sous la pression de l'outil, de la maintenir entre les deux pointes à l'aide d'un petit appareil de forme variable appelé lunette (fig. 447).

**Tours à engrenages.** — Les tours simples conviennent parfaitement pour le travail du bois, qui demande une assez grande vitesse de rotation ; mais pour le travail des métaux ils ne peuvent servir que pour les métaux tendres et lorsqu'il s'agit de tiges de petit diamètre ; dans la plupart des cas il est en effet utile d'avoir une vitesse de rotation réduite et une grande puissance d'entraînement ; il est d'ailleurs toujours bon de pouvoir varier dans une grande mesure, suivant le diamètre des objets et la nature du métal, la vitesse de rotation.

C'est ainsi que les vitesses à la circonférence de la pièce tournée, pour les métaux les plus usuels, sont ordinairement de 20 à 50 millimètres par seconde pour la fonte très dure, de 40 à 100 millimètres pour la fonte ordinaire et pour l'acier ; de 50 à 150 millimètres pour le fer et de 65 à 200 millimètres pour le bronze.

Lorsque le diamètre de l'objet à travailler augmente, il est évident qu'il faut réduire la vitesse de rotation pour garder la même vitesse à la circonférence.

C'est pour pouvoir varier facilement ces vitesses, obtenir des vitesses assez réduites et pos-

séder une grande puissance d'entraînement, sans glissement de la courroie, qu'on remplace fréquemment le tour simple par un tour à engrenages, ne différant du premier que par la disposition de la poupée fixe. Celle-ci (fig. 450) est constituée par deux arbres parallèles possédant chacun deux roues dentées de diamètres inégaux.

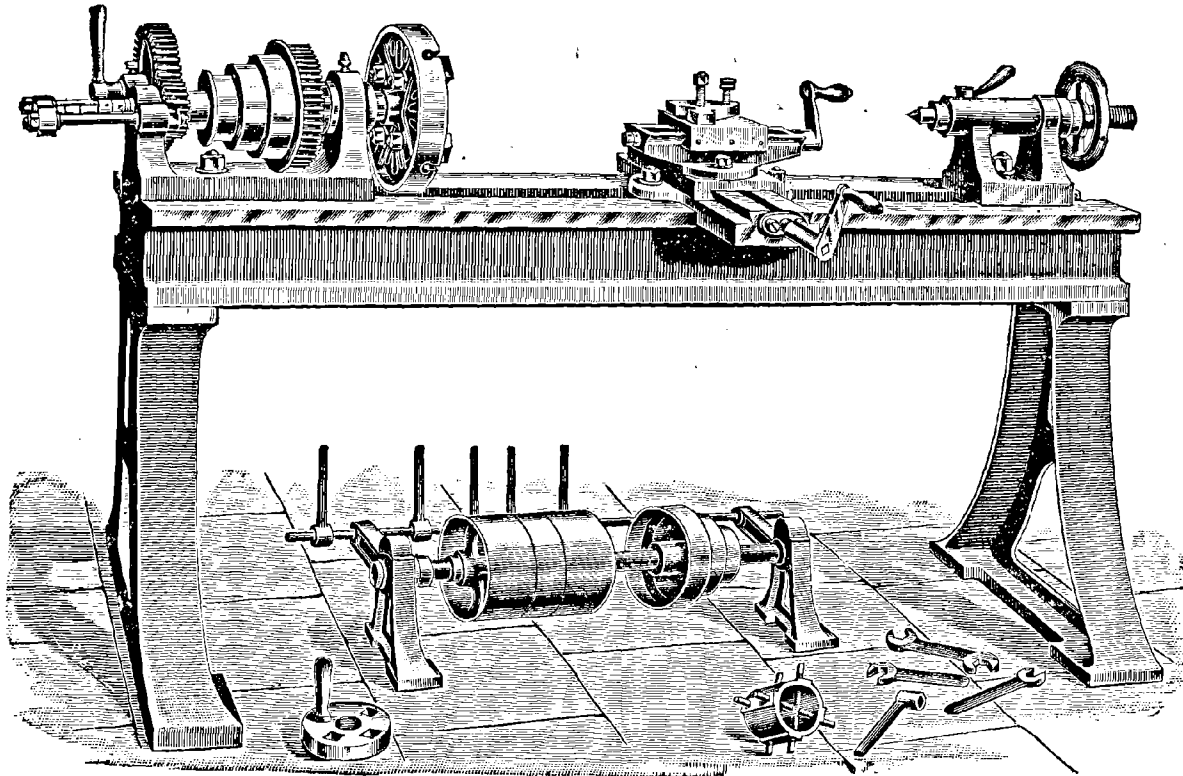


Fig. 450. — Tour à engrenages des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Lorsque l'engrenement n'a pas lieu, le cône de commande est rendu solidaire de l'arbre principal et l'ensemble fonctionne comme un tour simple ; mais lorsqu'on engrène les roues dentées, le cône de commande tourne fou sur l'arbre principal en entraînant la plus petite roue dentée de cet arbre, laquelle actionne l'arbre intermédiaire par sa grande roue dentée ; cet arbre intermédiaire commande à son tour l'arbre principal par son pignon engrenant avec la grande roue dentée de ce dernier arbre. On obtient donc une double réduction de vitesse qui diminue dans une forte proportion la vitesse de rotation de la pièce à ouvrir.

Avec ces tours on peut obtenir un nombre de vitesses différentes double de celui des échelons du cône, chaque échelon donnant deux vitesses suivant que les engrenages sont ou non utilisés.

**Mandrins.** — Envisageons dès maintenant, avant d'étudier les tours parallèles, une question qui est commune à tous les systèmes de tour : le mode d'entraînement de la pièce par la pointe tournante. Il est bien évident, en effet, que si la pièce était simplement appuyée contre la pointe, l'entraînement n'aurait pas lieu ; il faut donc la rendre solidaire de cette pointe ; on arrive à ce résultat de plusieurs manières et les appareils appelés mandrins qui servent à l'obtenir sont extrêmement variés.

Lorsqu'il s'agit de tourner un morceau de bois, ce qui n'est pas le cas qui nous occupe, on

emploie fréquemment un mandrin à queue de cochon (fig. 451) formé d'une vis conique ou un mandrin à trois pointes (fig. 452), l'une centrale, les autres latérales s'enfonçant dans le bois et provo-

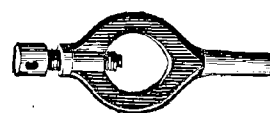


Fig. 451. — Mandrin à queue de cochon. Fig. 452. — Mandrins à 3 pointes.

Fig. 453. — Toc de tour.

quant l'entraînement. Pour le métal ce mandrin ne saurait convenir et on utilise ordinairement un plateau à toc vissé sur l'arbre de la poupée et présentant une tige latérale contre laquelle vient buter la queue d'un toc (fig. 453) fixé sur la pièce.

On peut également employer un mandrin à vis enserrant la pièce (fig. 454), ou un mandrin à coussinets (fig. 455). On fait aussi fréquemment usage d'un plateau à trous (fig. 456) dans lesquels peuvent être fixées des poupées à pompe (fig. 457) maintenant solidement la pièce à tourner.

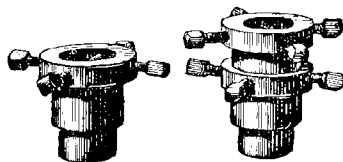


Fig. 454.  
Mandrins à 4 et 8 vis.

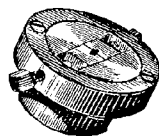


Fig. 455.  
Mandrin à coussinets.

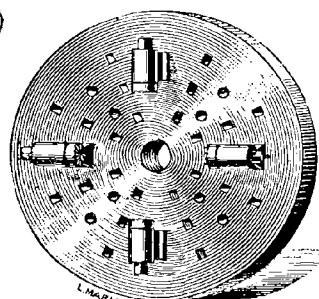


Fig. 456 — Plateau à trous.

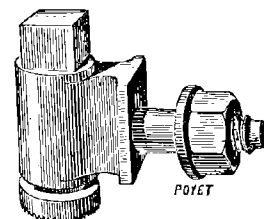


Fig. 457.  
Poupée à pompe.

On construit également de nombreux modèles de plateaux à mâchoires indépendantes comme celui fixé sur la poupée du tour de la figure 450; ces mâchoires disposées en escaliers peuvent être facilement retournées suivant la nature des pièces à serrer; elles peuvent maintenir les objets creux en s'appliquant sur leurs parois internes.

Ces différents plateaux, ainsi que ceux que nous allons décrire, permettent de fixer la pièce assez solidement pour rendre inutile, quand elle est de faible longueur, son soutien par la contre-pointe.

Les plateaux universels centrant automatiquement les pièces sont également d'un usage courant et extrêmement commode; ces plateaux possèdent trois ou quatre mâchoires qui, par un mouvement unique d'une clef, se rapprochent ensemble du centre et enserrant l'objet à maintenir.

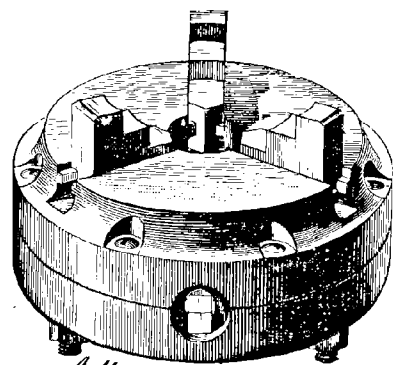


Fig. 458. — Plateau à clef Vachette.

La figure 458 représente un modèle de ce genre de plateau construit par M. Vachette; le mouvement simultané des trois mordaches est obtenu par une couronne munie d'un côté d'une crémaillère circulaire et portant de l'autre une spirale; les filets de cette spirale engrenent avec les crémaillères taillées dans la partie inférieure des mordaches; la couronne peut recevoir un mouvement de rotation sous l'action d'une clef commandant un pignon qui engrene avec sa partie dentée. Dans ces conditions on conçoit facilement que lorsqu'on provoque, à l'aide de la clef, la rotation, dans un sens ou dans l'autre, de la couronne les mâchoires reçoivent simultanément, sous l'action des filets de la spirale, un déplacement qui les rapproche ou les éloigne; il est ainsi facile de serrer ou desserrer les pièces à travailler sur le tour.



Dans le mandrin du même constructeur, représenté par la figure 459, le mouvement des mordaches est encore obtenu par une spirale dont les filets engrenent avec les crémaillères de ces mordaches ; toutefois ici le mouvement de rotation de la couronne portant cette spirale n'est plus produit par un pignon et une crémaillère circulaire, mais, plus simplement, par un levier prenant prise dans des trous ménagés à cet effet sur le pourtour moleté de la couronne.

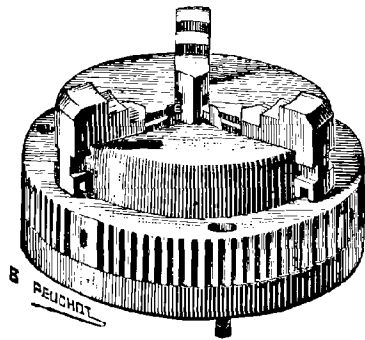


Fig. 459. — Plateau à levier Vachette.

La figure 460 représente le modèle de plateau universel à serrage concentrique de la maison Bariquand et Marre. Il se compose de deux disques de

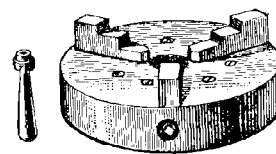


Fig. 460. — Plateau à serrage concentrique.

même diamètre, emboîtés l'un sur l'autre, et qui contiennent les vis de serrage des chiens, les pignons et la crémaillère circulaire qui leur donnent le mouvement simultané. Les trois chiens sont trempés et rectifiés ; ils serrent extérieurement et intérieurement. Cet appareil se monte sur n'importe quelle poupée, par l'intermédiaire d'un petit plateau dont le moyeu est fileté suivant la demande.

La figure 461 représente un plateau Sweetland de la Société Franco-Américaine d'Outillage ; ce plateau à combinaisons peut être utilisé à la fois comme plateau universel ou à mâchoires indépendantes, excentrique et concentrique. Notre figure représente un plateau de ce système à trois mâchoires dans lequel les mordaches rendues indépendantes maintiennent un excentrique destiné à être percé sur le tour.

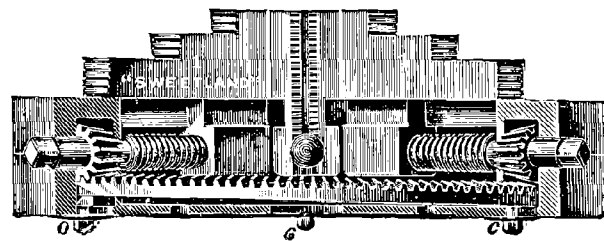


Fig. 462. — Mécanisme intérieur du plateau Sweetland à 3 mordaches.

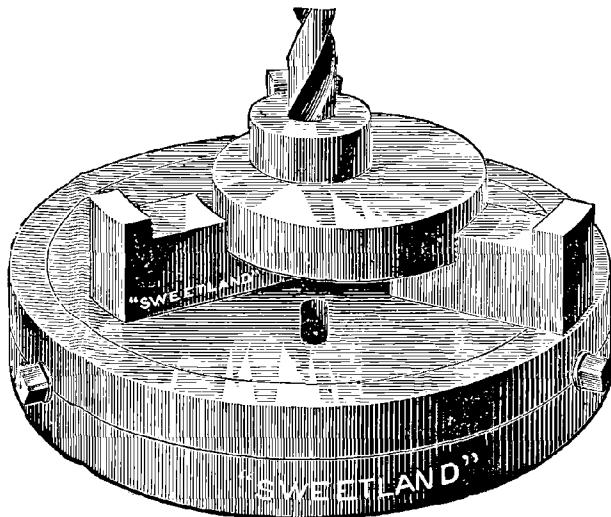


Fig. 461. — Plateau Sweetland à combinaisons à 3 mordaches.

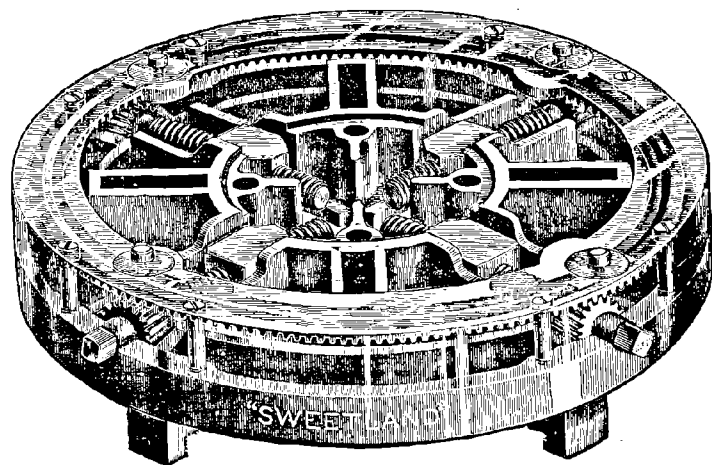


Fig. 463. — Mécanisme intérieur du plateau Sweetland à 4 mordaches.

Les figures 462 et 463 montrent le mécanisme intérieur et indiquent la manière de rendre indépendante une ou plusieurs des mordaches. Dans l'échancrure pratiquée sous la crémaillère, se trouvent des blocs-supports coupés de biais, de manière à correspondre au biseau de la crémaillère. Ces blocs sont maintenus en place par des rondelles convexes à ressort, qui leur permettent de se mouvoir en avant et en arrière dans la direction d'un rayon, sans déranger les écrous, la friction étant suffisante pour maintenir ces derniers en position. Quand on les meut vers la circonférence extérieure de la crémaillère, ils embrayent l'engrenage rendant ainsi le mandrin universel, et lorsqu'on les meut vers le centre, ils débrayent et rendent ainsi, chaque vis indépendante.

L'avantage de pouvoir rendre chaque vis indépendante sans débrayer les autres constitue un perfectionnement très apprécié du mécanicien, suivant qu'il ait à ajuster les mâchoires pour un travail excentrique, concentrique ou universel. Après avoir employé ce mandrin comme indépendant, si l'ouvrier désire le rendre universel, il fait mouvoir les mâchoires jusqu'à ce que le bout extérieur coïncide avec la ligne tracée sur le plateau du mandrin ; chaque vis peut alors être embrayée séparément dans la crémaillère, par un simple glissement du bloc-support vers l'extérieur. Si l'une des mâchoires ne se trouve pas ajustée avec assez de précision, on peut la détacher et la remonter sans altérer la position des autres. Les mâchoires, la crémaillère et les pignons sont en acier forgé, et toutes les pièces qui travaillent sont soigneusement trempées.

On construit également des plateaux mixtes possédant à la fois un certain nombre de mordaches à mouvement simultané, pour centrer automatiquement la pièce, et d'autres mâchoires indépendantes destinées à venir, une fois le centrage fait, consolider le fixage de l'objet à tourner. En effet, quand une grosse pièce est prise dans un mandrin à trois mordaches, elle est centrée aussi exactement que possible, et l'effort est également réparti entre les trois mâchoires. Comme les pièces brutes ne sont pas parfaitement rondes, il s'ensuit que si on applique à la pièce maintenue trois autres mâchoires à action universelle, ces dernières contrarieront, dans une certaine mesure, l'effet des trois premières, détruiront le serrage en obligeant quelques mâchoires à supporter un plus grand effort que les autres, et annuleront le résultat que l'on se propose par l'emploi de six mâchoires.

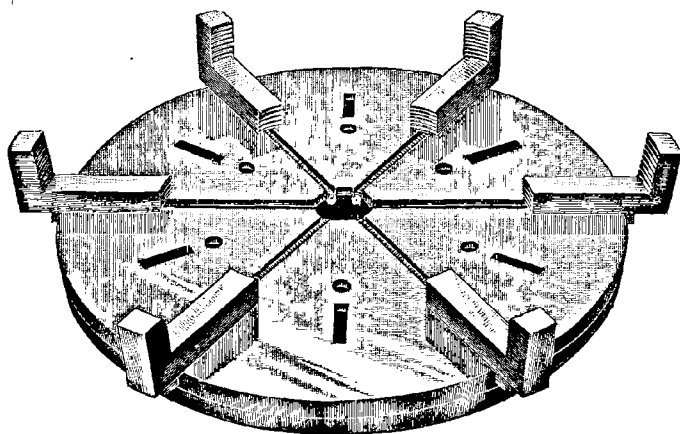


Fig. 464. — Grand plateau à 3 mordaches à mouvement simultané et 3 mordaches indépendantes.

Le plateau perfectionné de la Société Franco-Américaine d'outillage représenté par la figure 464, est pourvu de six mâchoires, dont trois à action universelle pour saisir la pièce et la centrer ; elles sont reliées par un solide engrenage à crémaillère. Les autres mâchoires indépendantes sont appliquées ensuite l'une après l'autre. La puissance de serrage ainsi obtenue, dépasse tout ce qu'on peut accumuler dans un mandrin, et maintient la pièce absolument ferme, évitant ainsi l'emploi de crampons ou autres pièces additionnelles. Les trois mâchoires à action universelle sont également à combinaison, ce qui permet de les employer comme indépendantes par un simple glissement arrière des coulisseaux, de manière à débrayer les pignons. Le plateau peut donc être employé comme indépendant avec quatre mâchoires ou plus suivant les besoins. Ce plateau se fait

en trois dimensions : 762, 913 et 1,067 millimètres ; il est très lourd et, pour son emploi spécial, présente des avantages considérables. Les mâchoires en acier, trempées en coquille, sont dressées d'après le plateau du mandrin ; le pignon et la crémaillère sont en acier forgé. Ce plateau convient particulièrement pour fixer sur les tours les roues de wagons, les poulies, volants et autres pièces lourdes.

Il existe encore un très grand nombre de modèles, de ces plateaux de tour universels, à mâchoires indépendantes ou à combinaisons ; ces divers systèmes diffèrent d'ailleurs assez peu entre eux, c'est pourquoi nous nous bornerons à ceux que nous venons de décrire.

**Banc droit et banc rompu.** — Le banc sur lequel sont fixés les différents organes d'un tour peut être rectiligne, comme l'indique la figure 465 ; c'est ce que l'on nomme un banc droit.

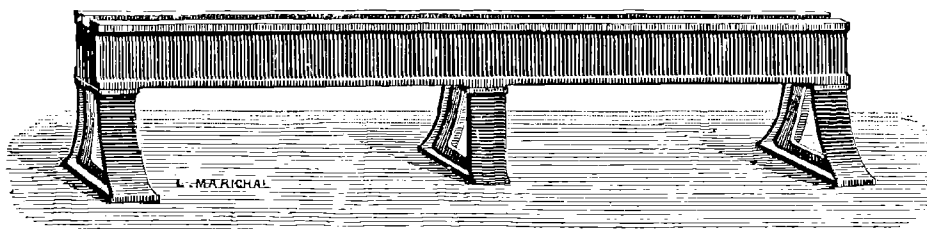


Fig. 465. — Banc de tour droit.

Il peut également présenter une échancrure plus ou moins prononcée comme l'indiquent les figures 466 et 467 représentant la première un banc demi-rompu et la seconde un banc rompu ;

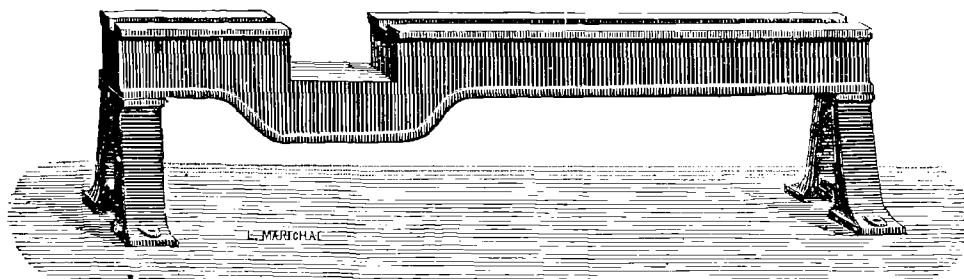


Fig. 466. — Banc de tour demi-rompu.

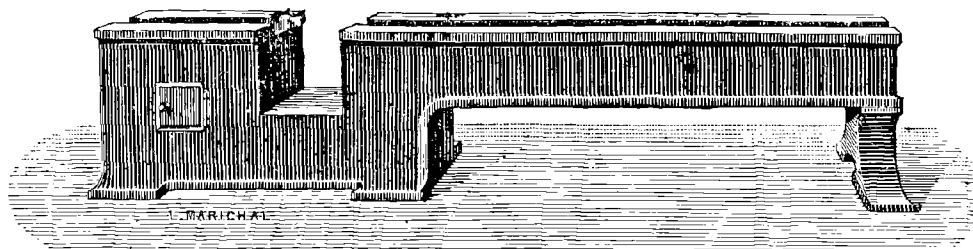


Fig. 467. — Banc de tour rompu.

cette échancrure placée sous la pointe de la poupée permet de tourner des objets d'un diamètre beaucoup plus considérable, mais de faible longueur.

**Outils de tour.** — Dans les différents systèmes de tours que nous venons d'étudier, on entaille le métal à l'aide de crochets de tour et de planes (fig. 468) emmanchés dans de longs

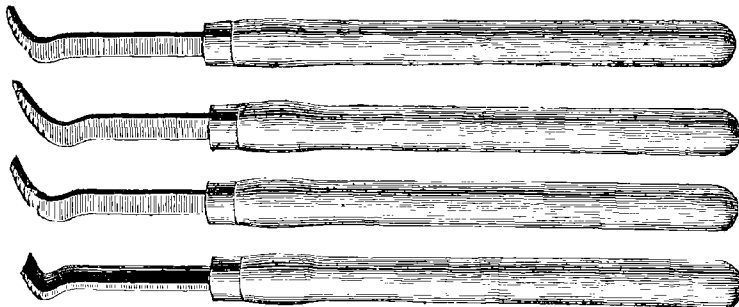


Fig. 468. — Crochets et planes de tour.

manches de bois ; ces crochets sont appuyés sur un support garni de bois où ils se maintiennent facilement par une série de petits crans disposés spécialement à leur partie inférieure ; leur partie coupante est de forme variable suivant leur usage.

Pour tourner les métaux on emploie d'ailleurs le plus souvent un dispositif mécanique présentant de grands avantages et appelé support à chariot.

**Supports à chariots.** — Dans ce genre de support (fig. 469 et 470), l'outil (fig. 471), constitué par un simple morceau d'acier carré façonné à l'une de ses extrémités, est solidement fixé, par un ou deux boulons, entre deux plaques métalliques à la hauteur voulue, c'est-à-dire de telle sorte que sa partie coupante se trouve à peu près dans le plan horizontal passant par les pointes du tour ; il reçoit de deux vis, longitudinale et transversale, mues par des manivelles, tous les mouvements nécessaires au travail. On peut également utiliser des petits bouts d'acier taillés, maintenus dans un porte outil spécial.

Les supports à chariots se fixent sur le

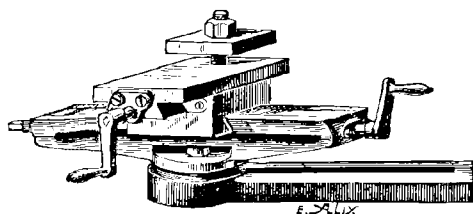


Fig. 469. — Petit support à chariot.

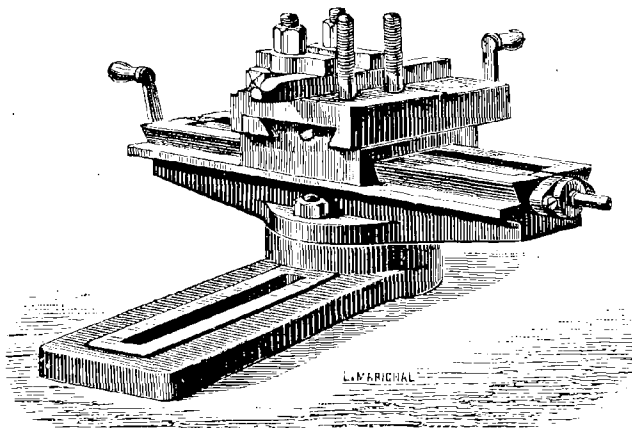


Fig. 470. — Grand support à chariot.

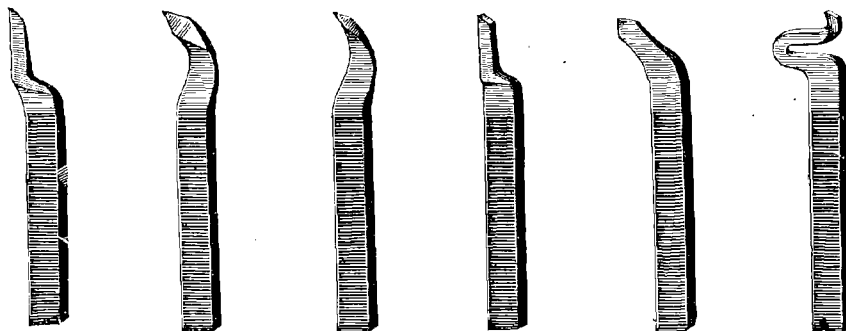


Fig. 471. — Outils de chariot pour tour.

banc du tour au moyen d'un boulon comme l'indique clairement la figure 450.

**Tours parallèles.** — Dans les tours parallèles le mouvement longitudinal du support à chariot, sur toute la longueur du tour, est obtenu automatiquement. La poupée possède, comme dans les tours à engrenages, un harnais composé de deux arbres et deux paires d'engrenages, et destinés à varier la vitesse de rotation ; sur le prolongement de l'arbre principal est fixé un pignon commandant, par une série d'engrenages, une vis régnant sur toute la longueur du banc du tour et agissant, par un écrou, sur le support à chariot.

On peut renverser le sens de rotation de cette vis, en intercalant à l'aide d'un petit levier un ou deux engrenages supplémentaires, de telle sorte que, la rotation de l'arbre de la poupée s'effectuant toujours dans le même sens, on fasse mouvoir à volonté le chariot dans un sens ou dans l'autre.

Pendant la rotation de la pièce placée sur le tour, l'outil supporté par le chariot se déplace donc d'un mouvement uniforme suivant une génératrice, de telle sorte qu'il entame la matière suivant une hélice dont le pas, ou distance entre deux spires consécutives, varie avec les vitesses relatives de rotation de la poupée et de translation de l'outil. Plus la vitesse de la vis sera considérable, relativement à la vitesse de rotation, et plus le pas de l'hélice tracée sera grand ; inversement plus la vitesse de rotation sera grande, relativement à celle de la vis, plus le pas sera petit.

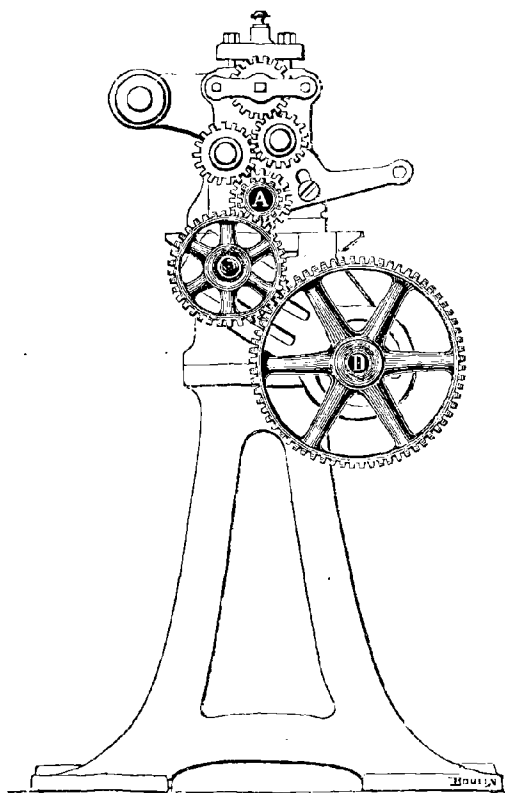


Fig. 472. — Filetage à deux roues.

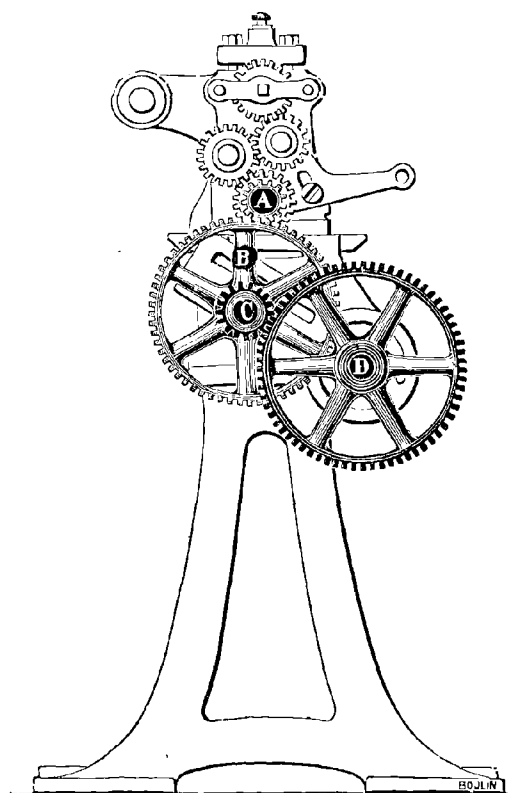


Fig. 473. — Filetage à quatre roues.

Ces rapports, entre les vitesses de rotation de la poupée et de translation de l'outil, peuvent être variés à l'infini en modifiant les grandeurs relatives des engrenages par lesquels l'arbre de la poupée commande la vis. Cette vis, permettant ainsi de reproduire sur le tour une quantité indéterminée de pas de différentes longueurs, prend le nom de vis mère.

Chaque tour parallèle est muni d'une série de roues dentées interchangeables dont la combinaison permet d'obtenir une grande quantité de pas différents. Lorsque le pas désiré peut être obtenu par deux roues dentées, il suffit de les monter respectivement sur les axes de la vis et de la poupée; ou plutôt sur l'axe de la vis et sur l'arbre intermédiaire commandé, par l'axe de la poupée, au moyen d'une ou deux roues dentées, suivant le sens de rotation qu'on désire obtenir pour la vis mère.

Si les roues dentées (A, D, fig. 472) ainsi placées engrenent ensemble le tour est disposé pour fileter le pas voulu. Mais le plus fréquemment les roues n'engrenent pas et il est nécessaire de les réunir par une troisième roue dentée; cette dernière se monte sur un arbre mobile dans la rainure d'une pièce spéciale, appelée tête de cheval ou lyre, et pouvant tourner elle-même plus ou moins autour d'une couronne concentrique à l'arbre de la vis mère. Pour obtenir un engrenement parfait, de cette troisième roue avec les deux premières, il suffit donc de rapprocher, plus ou moins, son axe dans la coulisse de la tête de cheval, pour l'engrener avec la roue calée sur l'arbre de la vis mère; puis, ce premier résultat obtenu, de faire tourner cette tête de cheval de la quantité suffisante pour obtenir l'engrenement avec la roue dentée commandée par la poupée. La figure 472 représente ce dispositif qui est appelé filetage à deux roues, la troisième roue ne servant, en effet, que de liaison entre les deux autres et ne modifiant en rien les vitesses relatives de la poupée et de la vis mère.

Il arrive fréquemment que la combinaison à deux roues ne permette pas d'obtenir le pas désiré; on doit dans ce cas avoir recours au filetage à quatre roues; cette autre disposition est représentée par la figure 473. L'axe intermédiaire de la lyre reçoit cette fois deux roues dentées B et C, dont la première est commandée par la roue A de la poupée, et dont la seconde commande la roue D de la vis mère. Ces deux roues intermédiaires n'ont plus un rôle neutre comme la troisième roue du cas précédent; mais elles changent les vitesses relatives de la poupée et de la vis; on voit, en effet, sur notre figure, qu'il y a une première réduction de vitesse dans la commande de la grande roue B par le pignon A, puis une seconde réduction de vitesse dans la commande de la grande roue D par le pignon C.

Par les combinaisons multiples qui peuvent être réalisées dans les filetages à deux et quatre roues, on peut obtenir, avec un nombre relativement faible de roues dentées interchangeables, une quantité considérable de pas différents; c'est ainsi qu'un tour parallèle muni de 20 roues dentées interchangeables permet de réaliser, en employant des combinaisons à deux et à quatre roues, plus de 29.000 pas différents.

On peut d'ailleurs, si besoin est, employer une autre combinaison à six roues procurant trois changements successifs de vitesse. Des tables spécialement dressées pour chaque tour indique les roues à utiliser pour les pas les plus courants; pour les autres un calcul simple et rapide permet de déterminer facilement le genre de combinaison et les roues qu'il est nécessaire d'employer.

Pour fileter il est indispensable de ramener, après chaque passe, le chariot à son point de départ, car, en revenant sur lui-même, il produirait une hélice en sens inverse; pour pouvoir effectuer rapidement cette opération, l'écrou du chariot commandé par la vis mère peut être, à volonté, séparé de cette vis pour permettre de faire rapidement glisser le chariot sur le banc à l'aide d'une manivelle agissant sur un pignon engrenant avec une crémaillère spéciale ou parfois avec la vis mère elle-même; il suffit ensuite de repousser, par le levier spécial, l'écrou contre la vis mère pour obtenir à nouveau l'entraînement automatique du chariot. L'écrou en question est en réalité constitué par une moitié d'écrou pouvant être ou non appliquée contre la vis mère.

En plus des opérations de filetage, que nous venons d'indiquer, les tours parallèles permettent

encore de charioter, c'est-à-dire d'enlever automatiquement une couche de matière, plus ou moins profonde, à la surface d'une pièce cylindrique. En effet lorsqu'on combine les roues dentées pour obtenir une vitesse très faible de translation du chariot, relativement à la vitesse de rotation de la poupée, le pas de l'hélice tracée par l'outil est assez faible pour que la partie coupante de cet outil étant plus grande rabote totalement la surface de l'objet et produise une surface cylindrique unie; il suffit donc de mettre l'outil à une des extrémités de la pièce à tourner pour que sa surface soit automatiquement entamée sur toute sa longueur.

On peut tourner des objets coniques, avec le tour parallèle, en ajoutant un mouvement automatique transversal de l'outil, de telle sorte, qu'au fur et à mesure que le chariot se meut sur le banc, l'outil se rapproche ou s'éloigne automatiquement de la ligne des pointes. Ce résultat est obtenu par l'action de la vis mère, ou d'un arbre spécial, sur un pignon calé sur un petit arbre transversal qui commande, par engrenages, la vis supérieure du chariot; on voit ce dispositif sur la figure 475.

Pour fileter ou charioter de longues et fines tiges de métal, qui pourraient fléchir sous la pression de l'outil, on emploie un appareil fixé sur le chariot et appelé lunette à suivre; cette lunette (fig. 475) est ordinairement constituée par un montant muni de plaquettes pouvant être plus ou moins écartées et entre lesquelles passe la tige à travailler; cette lunette, placée à peu de distance de l'outil, est entraînée par le chariot et empêche toute flexion de la tige.

Les tours parallèles se construisent pour des travaux de grande précision et de petite dimension, comme pour des ouvrages de grande taille; ils peuvent se commander au pied à l'aide d'une pédale, ou à la main par un volant à manivelle, lorsqu'ils sont de petite taille; les grands modèles, demandant une force assez considérable, ne peuvent naturellement être entraînés qu'au moteur à l'aide d'une courroie agissant sur un cône de changement de vitesse.

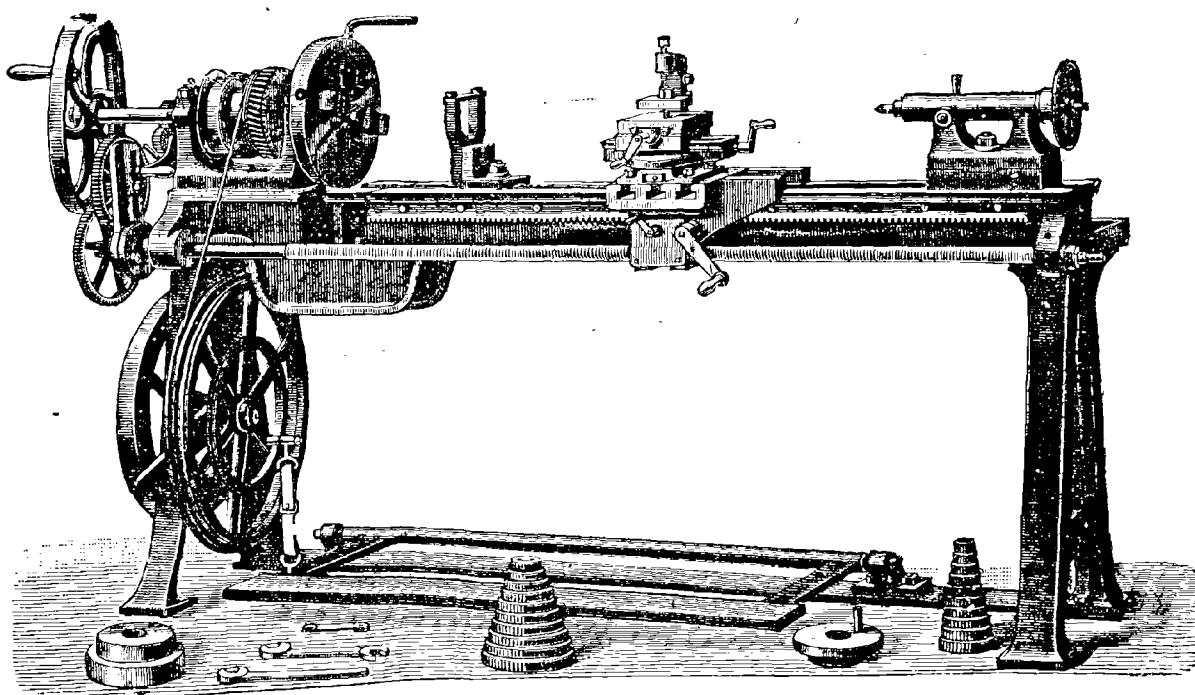


Fig. 474. — Tour parallèle pouvant fonctionner à la main, au pied ou au moteur.

J.-L. BRETON. — 19

\*  
\*  
\*

La figure 474 représente un tour de petite dimension, de la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>, pouvant marcher indistinctement au pied à l'aide d'une pédale actionnant la poupée par une corde à boyau, à la main par un volant à manivelle situé à la partie gauche de la gravure, ou au moteur par une courroie passant sur un cône à deux vitesses.

Voici d'ailleurs les principaux organes de ce tour, organes qui se distinguent facilement sur la gravure. Un banc en fonte, raboté et dressé ; une poupée fixe à engrenages taillés, munie d'un volant pour le mouvement à bras, d'un plateau-toc et d'un plateau à quatre griffes universel ; une contre-pointe à fourreau s'excentrant pour tourner conique ; un support à chariot pivotant ; une lunette fixe ; une lunette à fileter ; un cône de transmission ; un volant avec monture à l'anglaise et une pédale fonte ; une série de roues pour le filetage et un jeu de clefs. Le rompu est garni d'un pont qui rend au besoin le banc droit.

\*  
\*  
\*

Le modèle que représente la figure 475 est un modèle moyen construit par la maison Huré ; ce modèle comporte les organes suivants : la poupée fixe à double engrenage se débrayant par excentrique, arbre en acier, coussinets en bronze à longue portée, mouvement à levier servant à

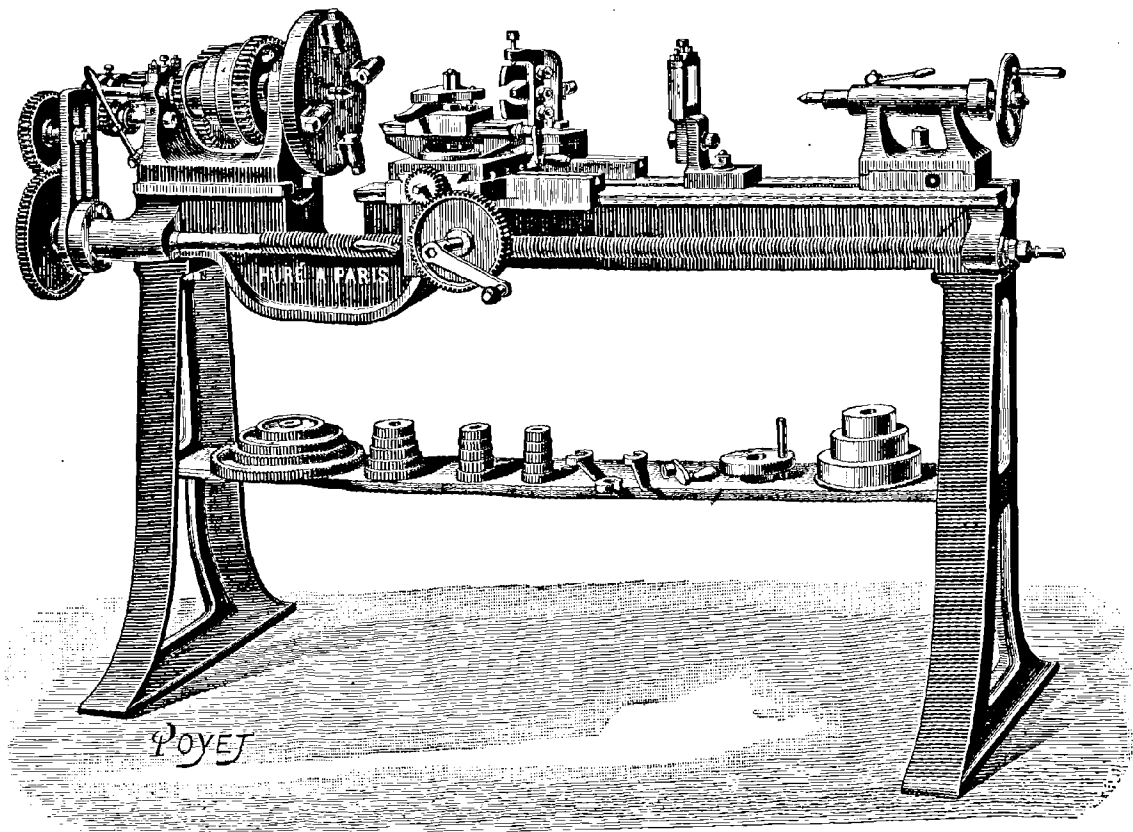


Fig. 475. — Petit tour parallèle à fileter et à charioter de Huré.

changer instantanément la marche du chariot, vis permettant d'excentrer la poupée. La contre-pointe à rappel s'excentrant pour tourner les pièces coniques. Le support à chariot pivotant ; le



chariot transversal à mouvement automatique. Le grand plateau à trous muni de 4 griffes à pompe en acier ; le plateau à toc ; la lunette fixe ; la lunette à suivre. Une série de 24 engrenages ; un cône de renvoi, les clefs de serrage et les manivelles. Ces tours à bancs coulés permettent de tourner des pièces d'un grand diamètre ; et l'on peut aussi approcher le chariot du plateau sans porte-à-faux sur le coude, la cuirasse étant très longue et parfaitement guidée.

\*  
\* \*

Le tour à charioter et à fileter de M. Le Blanc, représenté par la figure 476, est de plus grande dimension ; il présente une hauteur de pointes de 45 centimètres, une longueur totale de banc de 5<sup>m</sup>,30 et une longueur entre-pointes de 3<sup>m</sup>,50. Ce tour est muni d'un mouvement transversal automatique.

La commande est effectuée par un cône à 5 étages ; la transmission intermédiaire possède deux couples de poulies, folle et fixe, de diamètres différents ; ce qui procure un changement de vitesse supplémentaire, pouvant être obtenu instantanément.

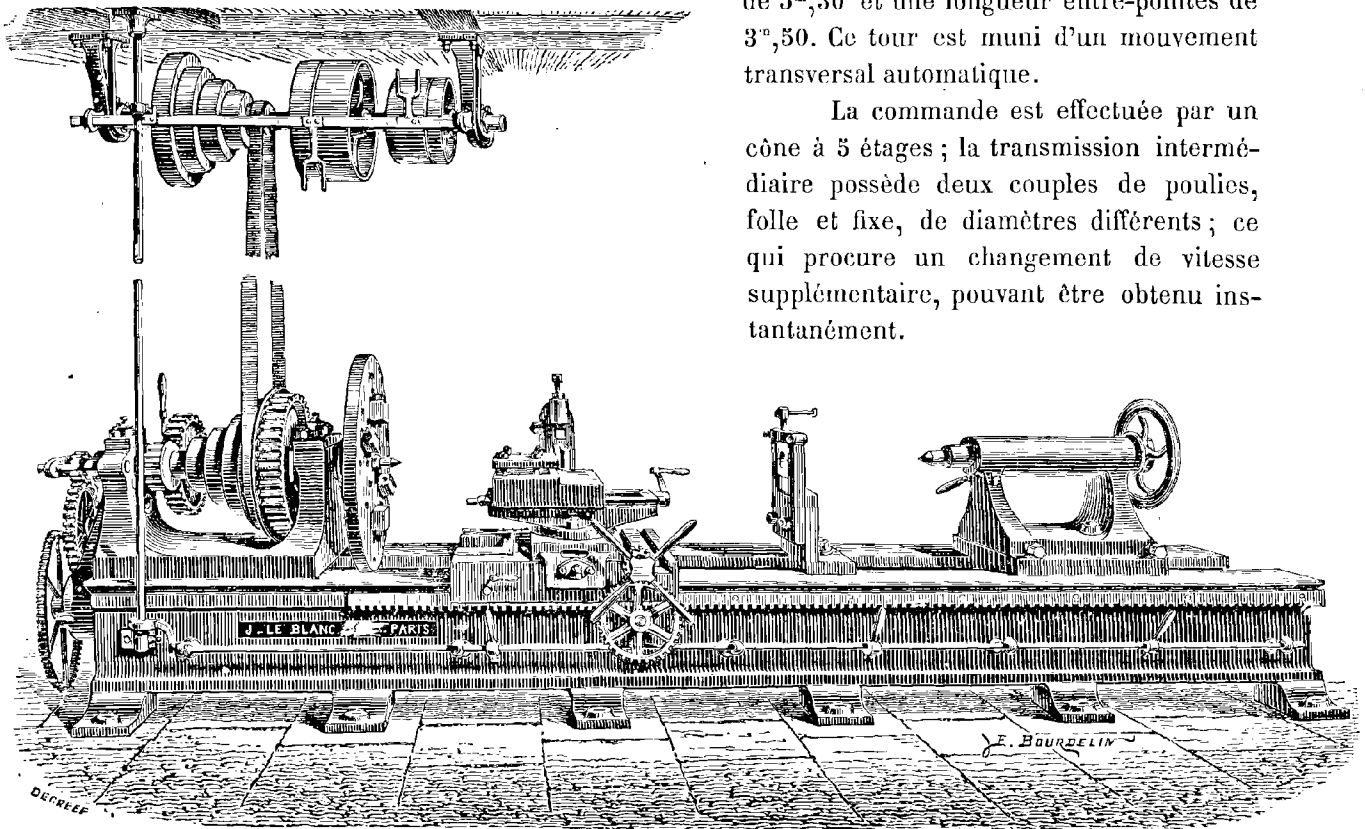


Fig. 476. — Grand tour à charioter et à fileter avec mouvement transversal automatique de J. Le Blanc.

Le débrayage déterminant la mise en marche, l'arrêt, ou le changement de vitesse, est commandé par une tige verticale, elle-même actionnée par un petit arbre horizontal régnant sur toute la longueur du banc du tour et muni, de distance en distance, de manettes de manœuvre ; cette disposition est très commode puisqu'elle permet à l'ouvrier de manœuvrer le débrayage quelque soit l'endroit où il se trouve et sans avoir à se dérange.

\*  
\* \*

La figure 477 représente un grand tour parallèle, de la société Dandoy-Maillard, Lucq et C<sup>ie</sup>, possédant quelques particularités intéressantes. Le banc fortement rompu permet le tournage

d'objets de très grand diamètre et faible longueur. Cette échancrure nécessite la commande de la vis mère par un arbre de transmission intermédiaire l'actionnant par une série d'engrenages.

Le mouvement d'avancement automatique transversal de l'outil est obtenu par un cliquet actionné par une corde passant sur deux poulies fixées au plafond de l'atelier ; cette corde reçoit un mouvement de va-et-vient par une tige excentrée, adaptée sur un plateau entraîné par la poupée au moyen d'une roue dentée.

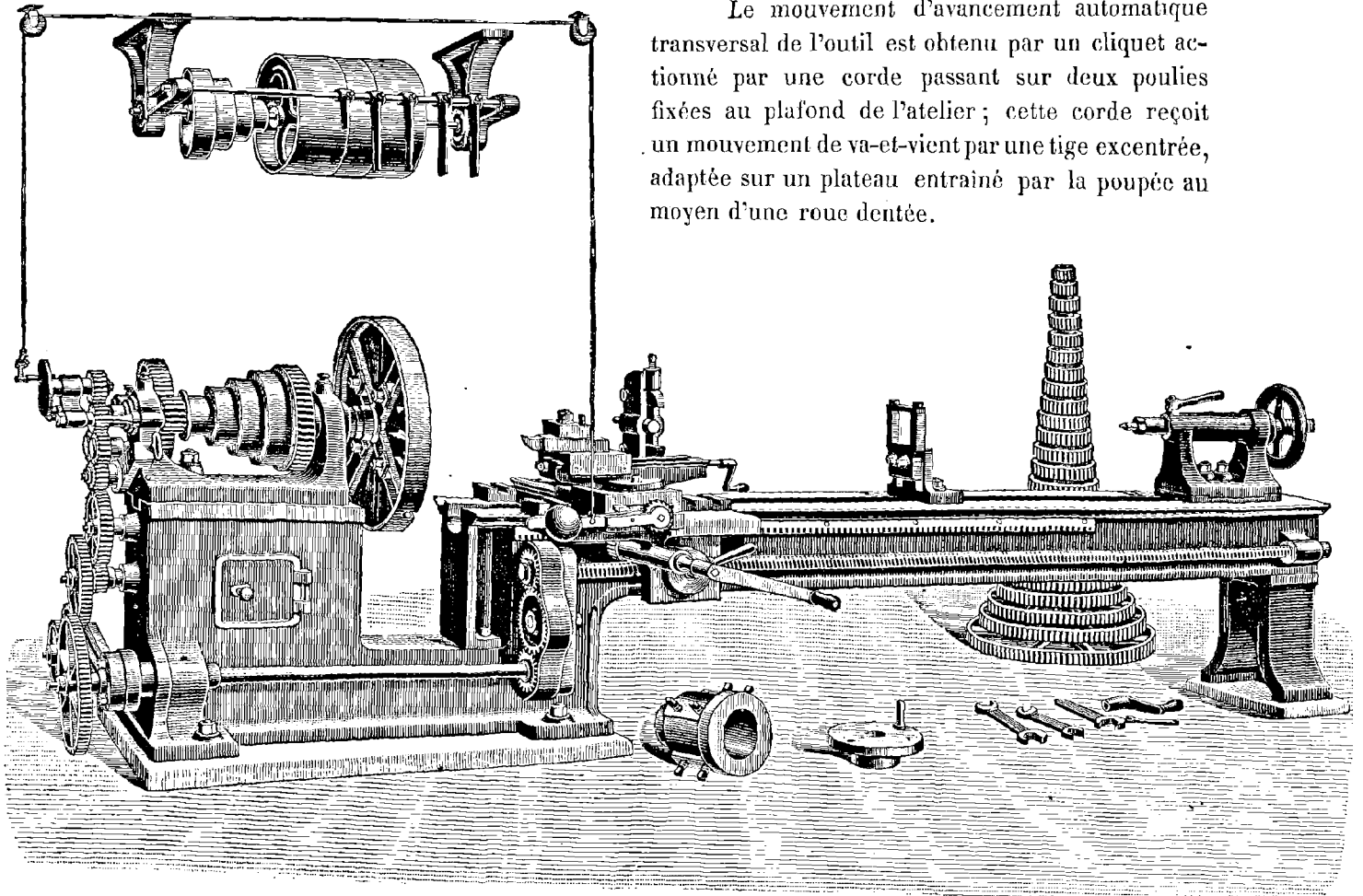


Fig. 477. — Tour parallèle à grand banc rompu et mouvement transversal automatique par cliquet, de Dandoy-Meilhard, Lucq et Cie.

\* \* \*

La figure 478 représente un tour de construction américaine de la société Franco-Américaine d'outillage. L'aspect général de ce tour diffère quelque peu de ceux de construction française et sa principale particularité consiste en l'adjonction d'une barre spéciale à charioter indépendante de la vis mère à fileter. Ces tours sont établis pour permettre de faire rapidement un travail soigné.

Ils sont munis d'une vis mère pour fileter et d'une barre à charioter. Cette dernière peut être commandée par une courroie qui, au moyen des cônes, donne 3 changements de vitesse, ou par des pignons d'engrenages placés l'un sur la vis mère et l'autre sur la barre à charioter. On peut ainsi obtenir en surplus, 24 changements de vitesse. L'arbre portant les cônes inférieurs est mobile et sert à tendre la courroie. L'avancement du chariot se fait par un écrou et par la barre à charioter au moyen de serrage à friction, les deux mouvements étant facilement mis en jeu par les

manivelles qui se trouvent sur le tablier à la portée de la main de l'ouvrier. Un mécanisme qui se trouve dans le tablier opère le changement de marche du chariot, en agissant sur la barre à charioter. Il est impossible que l'enclanchement du mécanisme de la vis mère puisse se faire pendant que l'on emploie la barre à charioter et inversement.

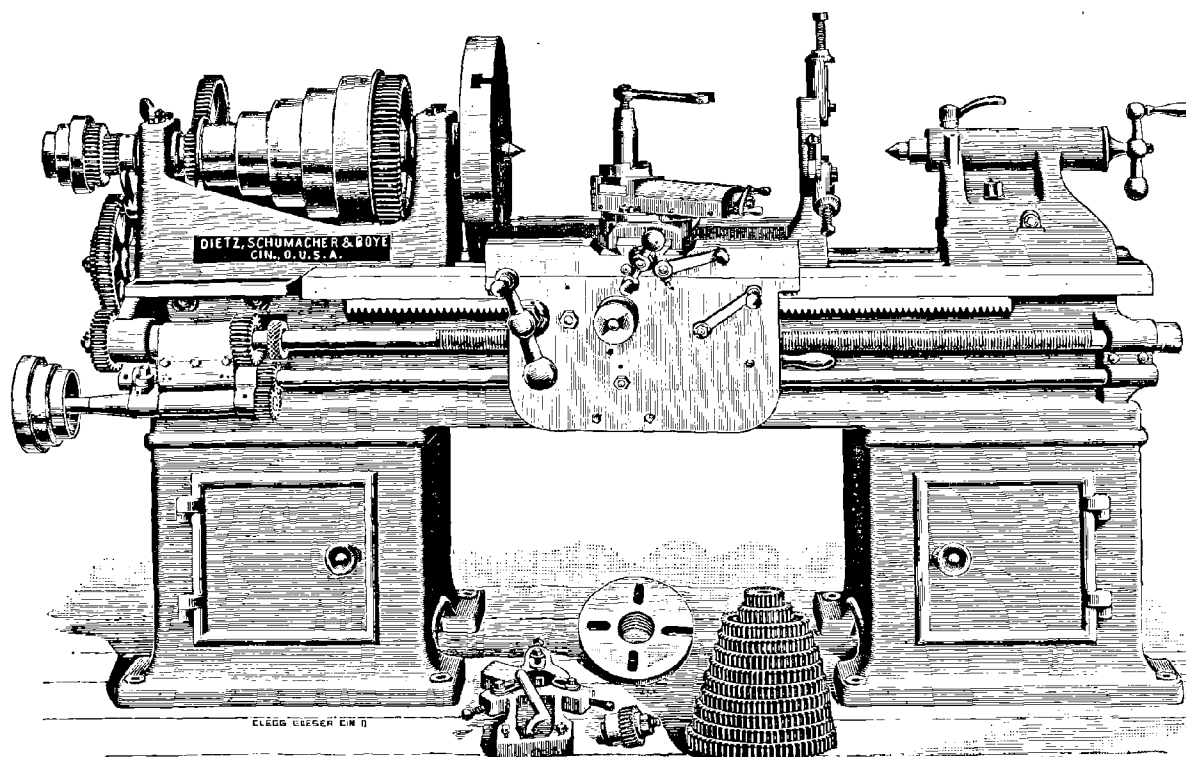


Fig. 478. — Tour parallèle muni d'une barre à charioter de la Société Franco-Américaine d'Outillage.

La manivelle placée en dessous et un peu à droite de l'avancement transversal à main, sert à maintenir le chariot rigide pendant qu'on se sert de cet avancement transversal. On peut, en même temps, engager l'avancement automatique transversal et l'avancement automatique longitudinal, pour tourner les cônes, etc. L'arbre très fort, en acier au creuset, est percé d'un trou de grand diamètre. Il est muni de coussinets en bronze ajustés avec le plus grand soin. La poupée et la contre-poupée sont très solides, et cette dernière étant dégagée, permet de manœuvrer le chariot très facilement en travaillant des pièces courtes.

**Tours en l'air.** — Les tours en l'air sont destinés à travailler des pièces de faible longueur et de très grand diamètre. Ils sont constitués par une poupée à engrenages de grande dimension absolument isolé du chariot qui se trouve fixé sur un bâti séparé (fig. 479). Les objets à tourner sont fixés par des poupées à pompes placées sur le plateau, soit dans les trous, soit dans les rainures spéciales en T que porte ce plateau.

La commande du plateau se fait quelquefois, comme l'indique la figure 480, par une couronne dentée extérieurement ou intérieurement ; le plateau est alors entraîné par un pignon engrenant avec cette couronne dentée. Une fosse placée sur le devant du plateau permet le tournage de pièces de

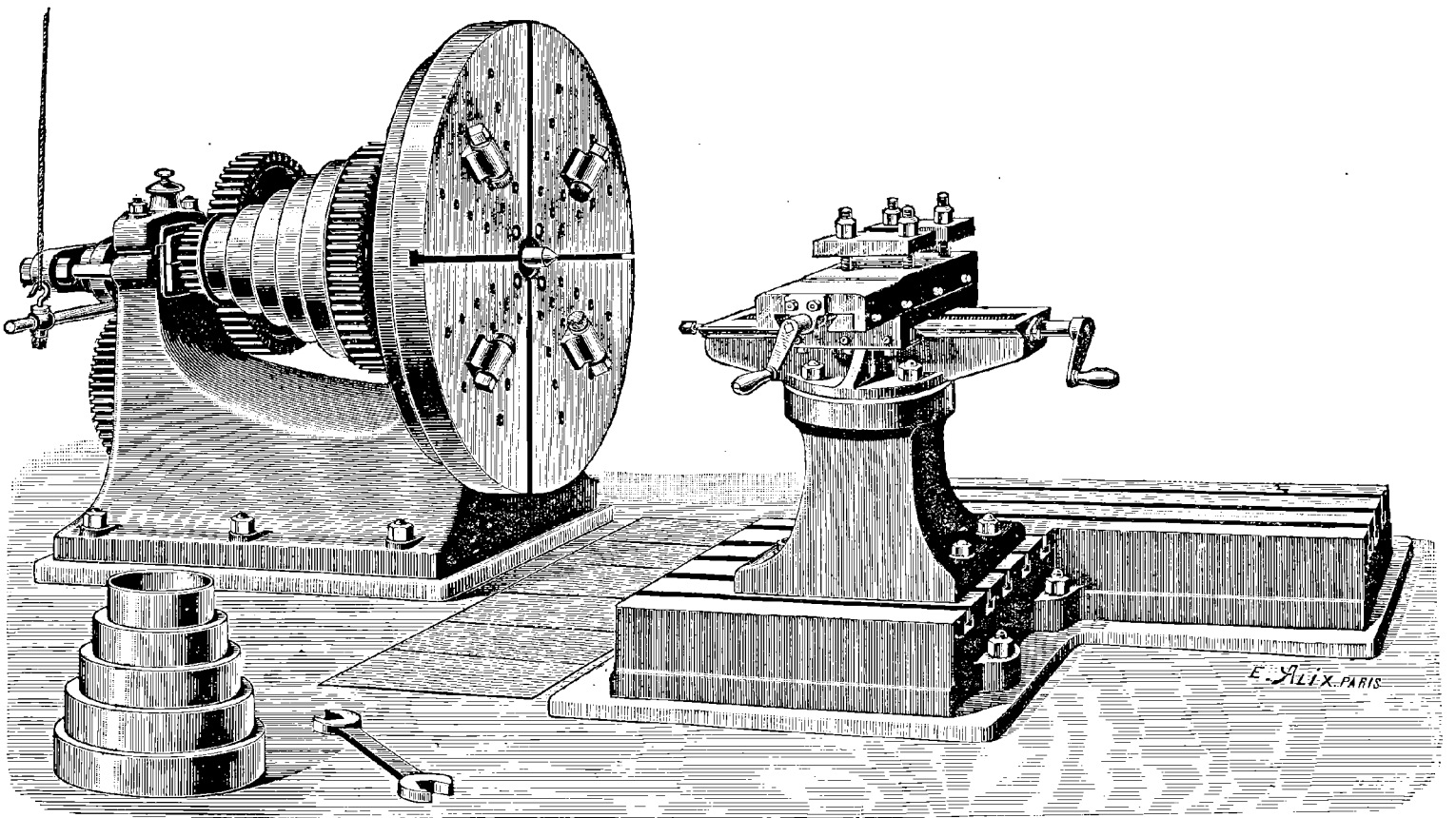


Fig. 479. — Tour en l'air avec plaque à retour d'équerre et chariot indépendant de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

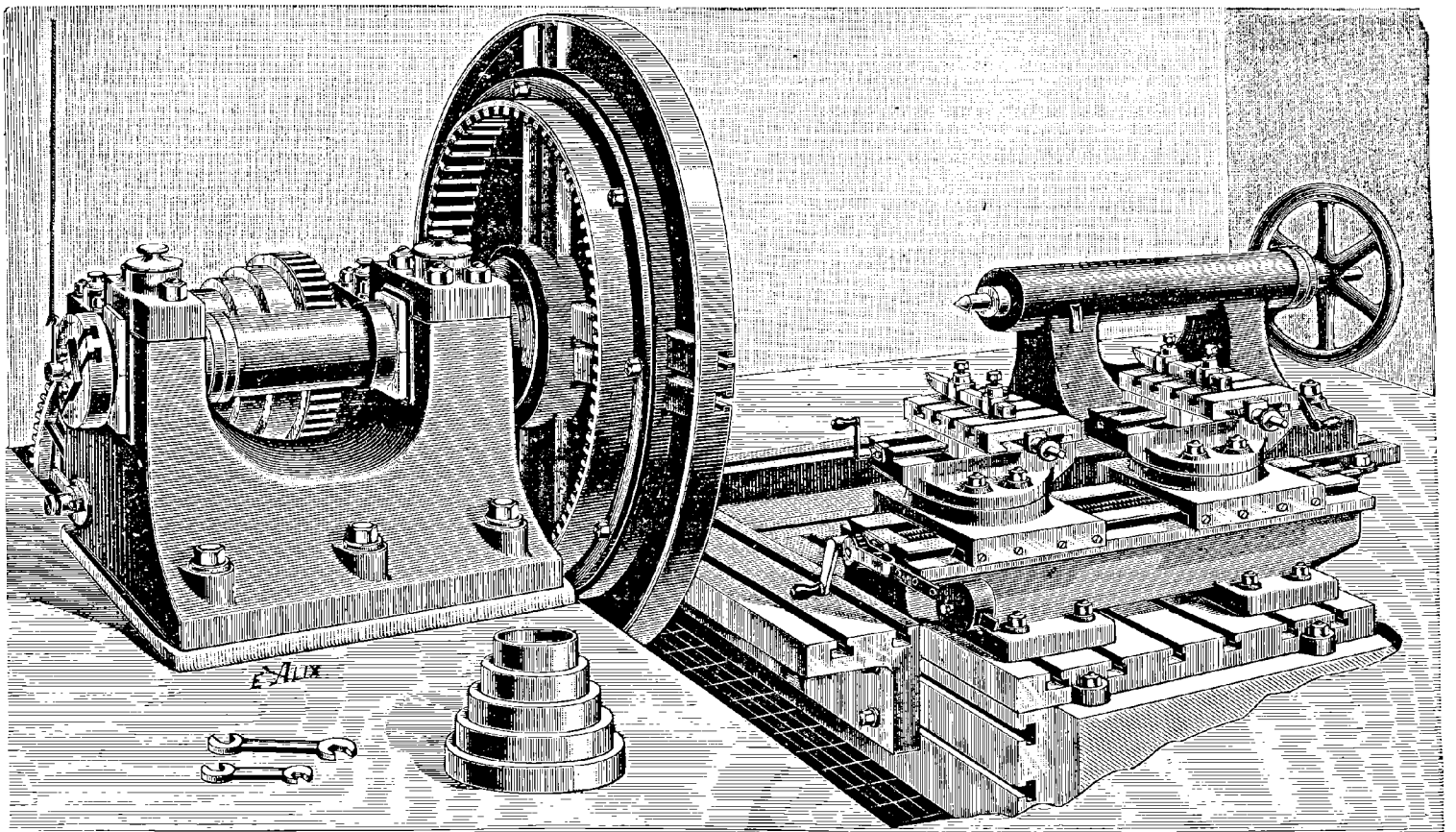


Fig. 480. — Grand tour en l'air à fosse, plateau à couronne dentée intérieurement, support à double chariot, des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

très grand diamètre. Si la pièce est d'une certaine longueur on peut également la maintenir à l'aide d'une contre-pointe fixée sur le bâti du chariot.

Le tour en l'air représenté par la figure 480 est construit par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Il possède un triple harnais d'engrenage et un plateau à couronne dentée intérieurement; une grande plaque à rainure reçoit le support à double chariot à base pivotante; le diamètre du plateau est de trois mètres et grâce à la fosse il permet de tourner des pièces de bien plus grand diamètre. La hauteur de la contre-pointe étant d'un mètre, on peut déjà tourner entre les pointes des pièces de deux mètres de diamètre.

\*  
\*  
\*

On construit également des tours en l'air possédant, comme les tours parallèles, un mouvement automatique du chariot. Tel est le tour en l'air automatique du « Progrès Industriel » représenté par la figure 481.

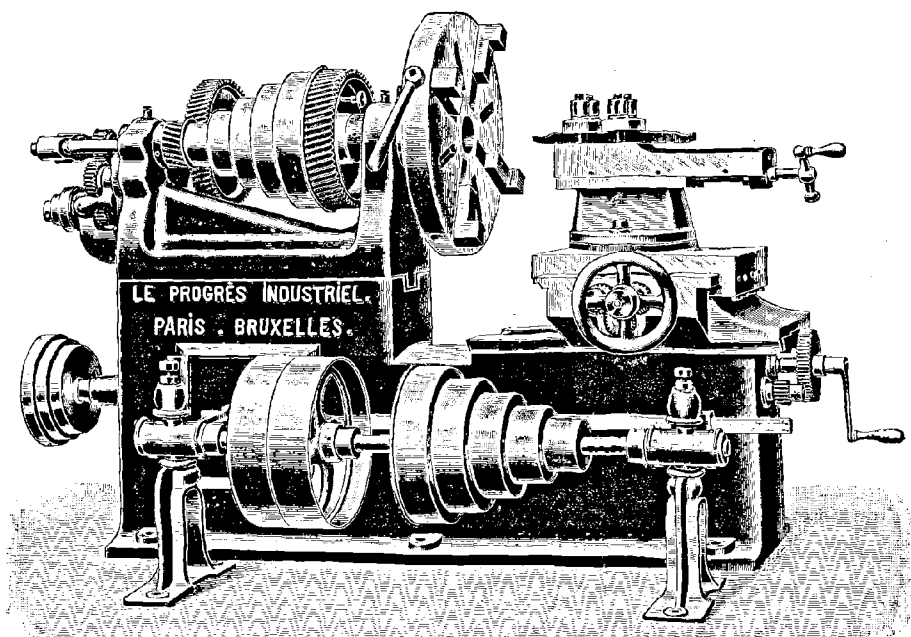


Fig. 481. — Tour en l'air automatique du « Progrès Industriel ».

Dans ce tour la poupée, indépendante du bâti, a l'arbre trempé et rectifié tournant dans des coussinets en bronze dur; elle est commandée par un cône à 3 étages permettant l'emploi d'une large courroie. La poupée possède un redoublement d'engrenages et est munie d'un changement de marche agissant sur son arbre ainsi que sur l'arbre du cône à 3 vitesses qui commande les mouvements automatiques.

Le banc de tour est construit d'une façon robuste et solide; le côté gauche du bâti est pourvu d'une porte permettant de l'utiliser comme armoire pour abriter des outils et objets divers.

Le chariot du tour a le mouvement automatique dans le sens longitudinal du banc, il est surmonté d'un chariot pouvant se mouvoir transversalement, ce dernier a sa partie supérieure tournée et graduée et reçoit le chariot circulaire. Sur le chariot circulaire est fixé le chariot porte-outil.

Le mouvement longitudinal, transversal et circulaire, ainsi que le mouvement d'avance du porte-outil sous n'importe quel angle, sont automatiques avec débrayage instantané au moyen de

cônes à friction agissant sur les engrenages de commande des vis mères. Les engrenages, ainsi que les vis de commande, sont disposés de façon à éviter les accidents et les poussières.

**Tours à plateau horizontal.** — On dispose quelquefois horizontalement le plateau du tour, ce qui facilite beaucoup la fixation de certaines pièces très lourdes ; la commande du plateau se fait alors par l'entremise d'un pignon commandant une couronne dentée, et les outils sont disposés à la partie supérieure verticalement sur des supports spéciaux dont l'avancement peut se faire automatiquement ou à la main.

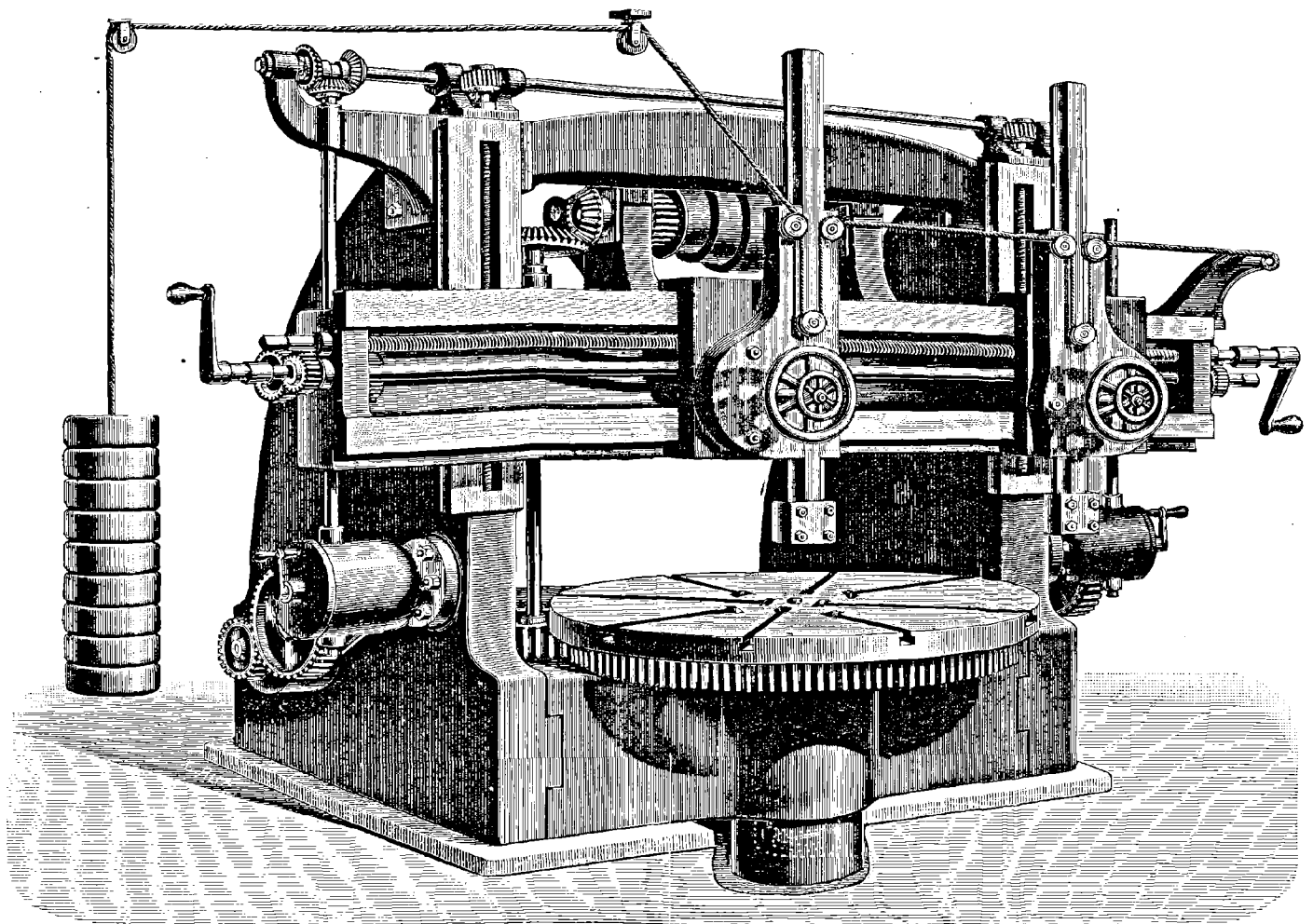


Fig. 482. — Tour en l'air à plateau horizontal des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

La figure 482 représente un tour à plateau horizontal construit par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie ; le plateau de ce tour est à couronne dentée, entraînée par un pignon ; un double harnais permet de modifier à volonté sa vitesse. Le chariot transversal est à mouvement de monte et baisse automatique ; les deux porte-outils qu'il reçoit sont actionnés ensemble ou séparément, à la main ou automatiquement ; dans ce dernier cas une série d'engrenages permet de faire varier la vitesse d'avancement dans le sens vertical, horizontal et oblique.

Le plus grand modèle de ces tours possède un plateau de 2<sup>m</sup>,50 de diamètre permettant de tourner des pièces d'un diamètre de 3 mètres sur 1<sup>m</sup>,40 de hauteur.

\*  
\* \*

La figure 483 représente un tour à plateau horizontal de construction américaine de la maison Davis-Egan, importé en France par MM. Roux. Le bâti de forme creuse est excessivement fort et rigide. Le mécanisme de commande est disposé à l'arrière de la machine, à l'abri des copeaux et des chocs qu'il pourrait recevoir pendant la mise en place des pièces lourdes et encombrantes ; le mouvement est transmis au plateau par des engrenages coniques taillés et un train d'engrenage très puissant ; le cône possède quatre étages, ce qui, avec les deux vitesses de la transmission intermédiaire, donne seize vitesses au plateau.

Le support-traverse est de forme creuse et repose sur le bâti par de larges portées ; il peut être élevé ou abaissé mécaniquement ; les chariots sont construits droite et gauche, de sorte que les outils peuvent être approchés l'un contre l'autre. Les barres porte-outils sont en acier et de section octogonale, les crémaillères qui les actionnent sont taillées dans la masse. Les barres peuvent être inclinées indépendamment sous un angle quelconque, elles sont équilibrées par un contre-poids.

Le mouvement d'avancement, commandé par un disque à friction, peut varier dans de larges proportions et s'ajuster rapidement ; les divers mouvements d'avancement sont complètement indépendants les uns des autres et chacun d'eux peut être renversé isolément sans modifier la commande à friction.

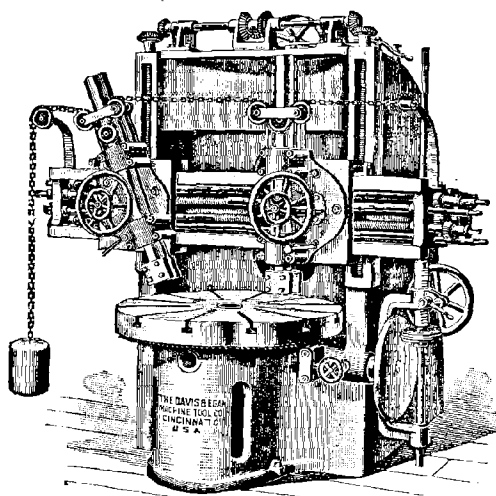


Fig. 483. — Tour à plateau horizontal de Davis-Egan.

\*  
\* \*

Nos figures 484 et 485 représentent des tours verticaux à plateau horizontal Niles de MM. Glaenzer et Perreaud. Ils se composent essentiellement d'un plateau horizontal animé d'un mouvement de rotation et de deux porte-outils dont l'avancement, dans quelque direction que ce soit et sous un angle quelconque, peut se faire avec des vitesses variables dans une grande étendue, soit automatiquement, soit à la main.

Le plateau est monté sur un pivot vertical tournant dans des coussinets de grandes dimensions. Il repose 1° à sa périphérie sur une glissière circulaire — c'est le cas de la marche de travail ; 2° sur une crapaudine, par l'intermédiaire de son pivot — c'est le cas de la marche à la volée. Dans ce cas, on soulève, à l'aide d'un mouvement de relèvement, le fond de la crapaudine de façon à dégager le plateau de son support annulaire ; le plateau tourne alors à la volée et permet de finir le travail avec le minimum d'effort.

Les porte-outils sont montés sur deux chariots entièrement indépendants l'un de l'autre et mobiles le long de la traverse. Les chariots reçoivent leur mouvement du mouvement d'avancement général.

La traverse peut être déplacée verticalement, à l'aide d'une commande indépendante, de façon à l'abaisser ou à la relever selon la hauteur de la pièce à travailler. On réduit ainsi au minimum et pour chaque cas le porte-à-faux des barres.

Enfin les deux montants sont reliés à leur partie supérieure par une poutre à section en U qui assure la rigidité parfaite du bâti et permet de travailler dans les conditions les plus favorables.

Une des particularités des tours Niles est la commande d'avancement. Elle se fait par plateau et galet à friction qui offre les avantages suivants : Facilité de changer de vitesse d'avancement

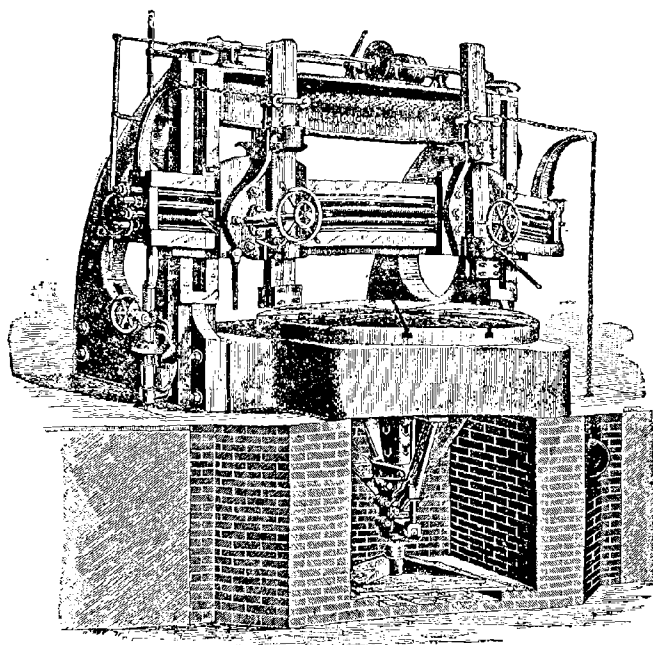


Fig. 4-4. — Tour vertical à plateau horizontal « Niles ».

instantanément de 0 à 14 millimètres (par tour de plateau). Impossibilité de rupture des organes, car si l'outil rencontre un obstacle, le gallet glissera sur le plateau sans rien briser.

En outre, des dispositifs supplémentaires permettent de faire des ouvrages spéciaux sur ces tours, tels que : Alésage à outils multiples des cylindres de grande taille ; alésage de frettes en acier ; filetage de tambours ou de noix de treuil ; mortaisage de poulies et volants pour siège de clavettes ; tournage de poulies et volants sur broche.

Certains de ces tours, dénommés tours à extension (fig. 483), peuvent tourner des pièces de diamètre plus grand que le tour simple correspondant. Les montants sont alors placés sur des glissières à large surface et peuvent être reculés de la quantité nécessaire pour éviter les pièces de grandes dimensions. Ce mouvement s'opère mécaniquement par transmission spéciale.

L'alésage se fait au moyen d'une barre verticale reposant sur le centre du plateau et maintenue au milieu de la traverse. Un manchon placé sur cette barre est muni de plusieurs porte-outils et est animé d'un mouvement d'avancement indépendant. Ce dispositif permet d'aléser de longs cylindres verticalement, ce qui souvent est un très grand avantage. Lorsque les cylindres ne sont pas très longs, les porte-outils ordinaires sont suffisants, grâce à leur construction soignée et à leur rigidité.

Ces tours sont employés avec avantage dans les ateliers où les pièces de grande dimension sont peu fréquentes ; ils sont munis d'une console avec barre d'alésage pour rattrapper le centre quand les montants sont éloignés.

Certains types de tours sont disposés de façon à creuser automatiquement les gorges de tambours et de noix de treuils suivant un pas hélicoïdal. On peut aussi adapter un système à gabarit permettant de tourner tous profils spéciaux. Un dispositif spécial permet de se servir d'un des porte-outils pour mortaiser les jantes de volants afin de recevoir la clavette de calage. Ce porte-outil peut être rendu indépendant et servir comme outil ordinaire. Enfin, deux poupées peuvent être placées, l'une sur la traverse, l'autre sur le plateau afin de tourner les poulies sur broche.



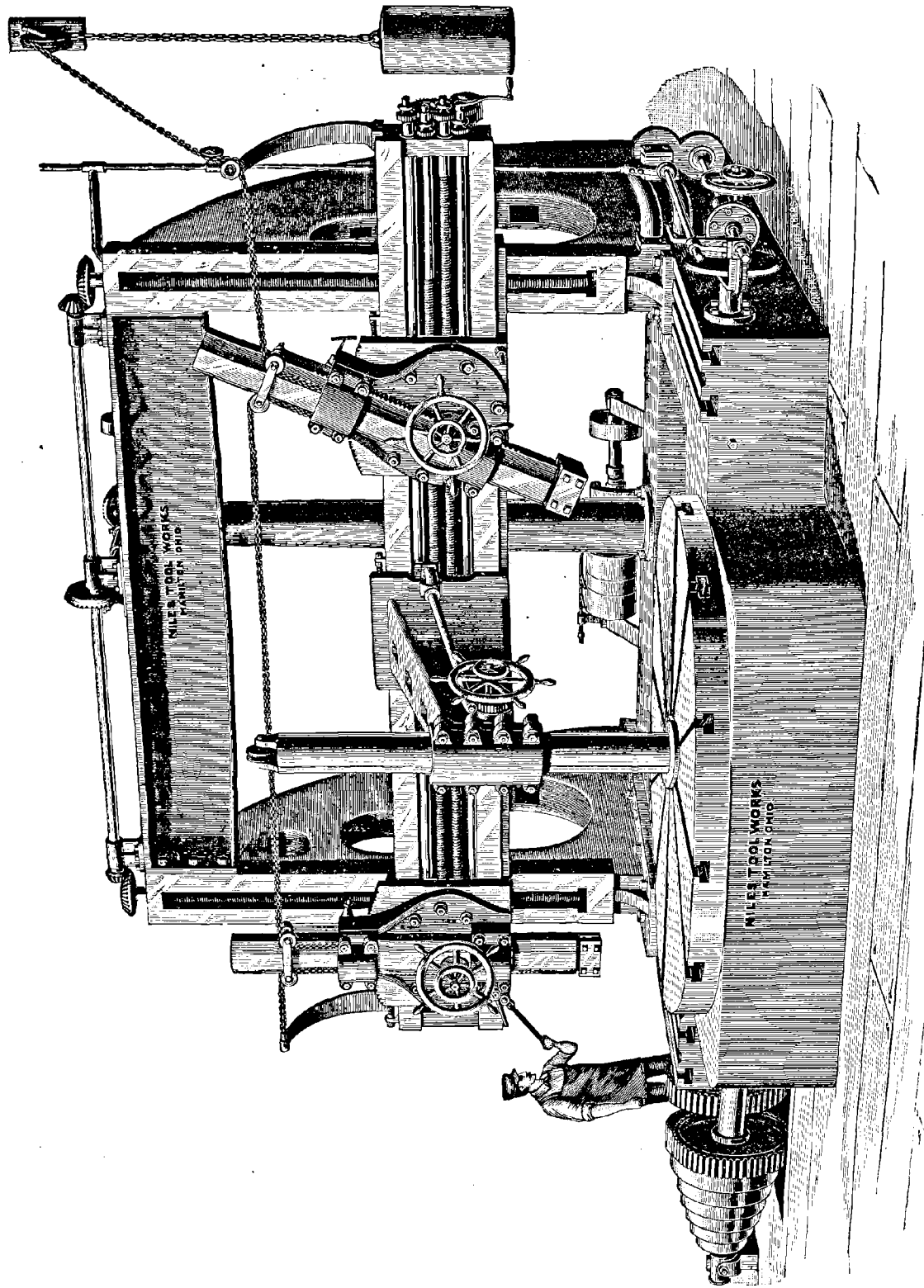


Fig. 486. — Grand tour vertical à plateau horizontal à extension « Niles » de MM. Glucner et Percoud.

\*  
\* \*

Les tours verticaux à plateau horizontal sont employés aux travaux les plus divers : Tourner et aléser les poulies et les volants ; tourner et aléser les pièces de forme quelconque ; aléser les cylindres et dresser leurs faces ; dresser toute surface (remplacer la raboteuse ou l'étau limeur) ; ajuster toute surface plane ou courbe des organes de machine, pièces détachées, etc. ; tourner les agrafes et les bandages des roues de wagon ; travail des robinets vannes ; travail des turbines et des engrenages coniques ; travail des manivelles ; etc.

Les avantages de ces tours sur les tours en l'air horizontaux à plateau vertical, sont les suivants :

1° Le plateau étant horizontal, le calage et le centrage d'une pièce quelconque, quels que soient sa forme et son poids, se font beaucoup plus facilement que sur un tour ordinaire. Par exemple, pour les poulies et les volants et toute pièce ayant une surface intérieure ou extérieure circulaire, le centrage se fait automatiquement à l'aide d'une molette fixée à l'extrémité d'un des porte-outils ; pendant qu'on fait tourner le plateau du tour, la molette est rapprochée peu à peu de la pièce et l'amène rigoureusement au centre du plateau en très peu de temps.

2° Les outils parfaitement équilibrés, dans quelle que position qu'ils occupent, sont munis d'un mouvement rapide à la main et peuvent prendre sans aucun effort, soit horizontalement, soit verticalement, soit sous un angle donné, toutes les positions de travail voulues.

3° L'ajustage précis des pièces mobiles et des porte-outils permet d'obtenir des alésages soit cylindriques, soit tronconiques (en inclinant les porte-outils) mathématiquement exacts.

4° Le plateau étant supporté aussi bien sur son centre que sur sa périphérie, on supprime ainsi toute vibration, toute flexion ou déplacement latéral si fréquents dans les tours en l'air où non seulement le plateau, mais encore la pièce à travailler se trouvent en porte-à-faux. Ces principaux avantages font du tour vertical un outil continuellement en usage par suite de la diversité des travaux auxquels il s'adapte et de la précision obtenue.

En résumé l'emploi des tours verticaux à plateau horizontal, amène dans de nombreux cas une économie considérable de main-d'œuvre : 1° Le calage et le centrage des pièces, quels que soient leur forme et leur poids, sont plus faciles et plus rapides que dans les tours ordinaires, où ces opérations prennent quelquefois autant de temps que le travail de la pièce en lui-même et exigent l'immobilisation de palans et de ponts roulants et l'aide de plusieurs ouvriers. 2° Ils présentent une grande facilité de travail : les deux outils dont tous les mouvements peuvent être commandés et surveillés d'un seul côté du tour n'exigeant aucun déplacement de l'ouvrier. 3° Ils permettent, dans beaucoup de cas, l'achèvement complet d'une pièce (tournage et alésage) sans déplacer celle-ci, ce qui assure, en outre, un travail d'une régularité parfaite.

**Tours doubles.** — Pour tourner les roues des wagons, tramways et locomotives montées sur leurs essieux, on construit des tours doubles à deux plateaux ; la figure 486 représente un des modèles de ce genre de la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie. Les deux poupées sont fixées sur un banc robuste en fonte ; celle qui porte la commande principale est fixe, tandis que l'autre est mobile et peut être plus ou moins rapprochée suivant la longueur des essieux portant les roues à tourner ; les canons portant les pointes de ces deux poupées sont également mobiles, sous l'action des deux volants visibles sur notre figure, ils permettent le réglage parfait de la longueur entre pointes.

Les deux plateaux sont munis chacun d'une grande couronne dentée commandée par l'un des deux pignons calés sur un arbre intermédiaire; cet arbre, situé à la partie inférieure reçoit son mouvement par une série d'engrenages et un cône à courroie permettant de varier la vitesse. Cet arbre de commande est fixé comme l'indique clairement la figure à l'extérieur du banc; les pointes des deux poupées sont également situées en dehors de l'axe du banc afin de faciliter la mise en place des roues montées.

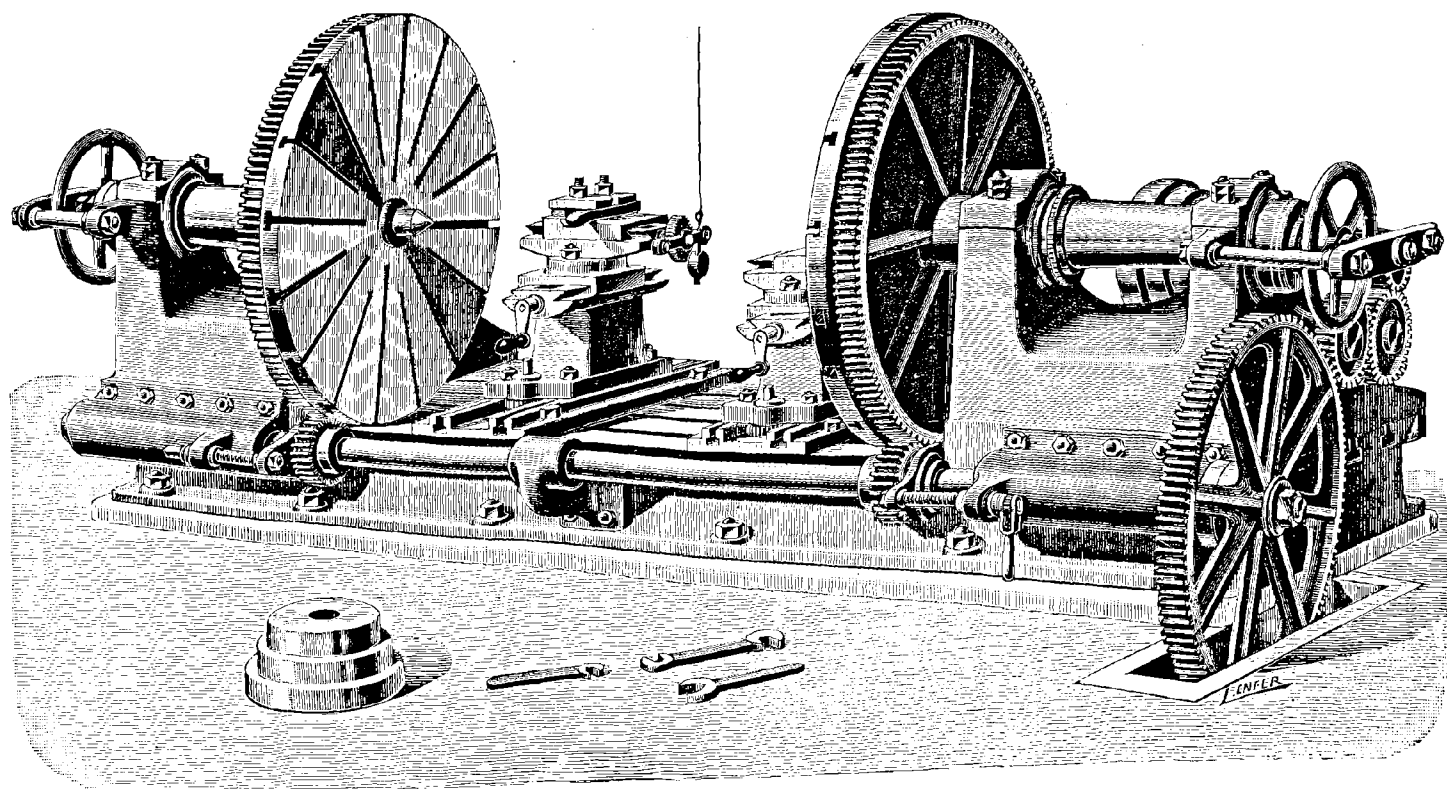


Fig. 486. — Tour double à roues montées pour locomotives de la société Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

Les chariots et leurs supports peuvent se placer dans tous les sens, ils reçoivent leur mouvement automatique par cliquets. Ces tours peuvent se construire avec les deux poupées mobiles, dans ce cas la commande principale est fixée sur le banc.

\*  
\* \*

Le tour Niles de MM. Glaeuzer et Perreaud, représenté par la figure 487, est de même spécialement construit pour tourner les bandages des roues de wagons montées sur leur essieu ou pour les rafraîchir.

Le banc, d'une construction très massive, comporte deux saillies venues de fonte et formant glissières spéciales pour les porte-outils. Ce dispositif fait éviter tout porte-à-faux et assure aux outils une stabilité identique pour les petits comme pour les grands diamètres.

Les porte-outils sont montés sur plateaux circulaires permettant de tourner la partie conique des bandages. Ils ont également deux mouvements d'avancement rectangulaires; l'avancement parallèle à l'essieu étant automatique.

La poupée avant est fixe; la poupée arrière est mobile afin de permettre de faire varier la

distance entre pointes suivant la longueur des essieux. Son déplacement rapide s'obtient à l'aide d'un pignon et d'une crémaillère. Des cales en acier sont prévues pour rattraper l'usure du banc.

Le mouvement du cône est transmis aux plateaux par l'intermédiaire de deux paires d'engrenages de très fortes dimensions et de deux pignons calés sur un arbre en acier forgé de grand diamètre. Chaque plateau porte en son centre un mandrin à 4 mâchoires à centrage automatique; le serrage des mâchoires se fait à l'aide d'un système d'engrenages situé sur chacune des poupées et sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le tour. Les plateaux et les mandrins tournent fous sur des portées venues de fonte avec les poupées. Ces portées sont mathématiquement centrées et leur ligne de centre se confond d'une façon absolue avec celle du tour.

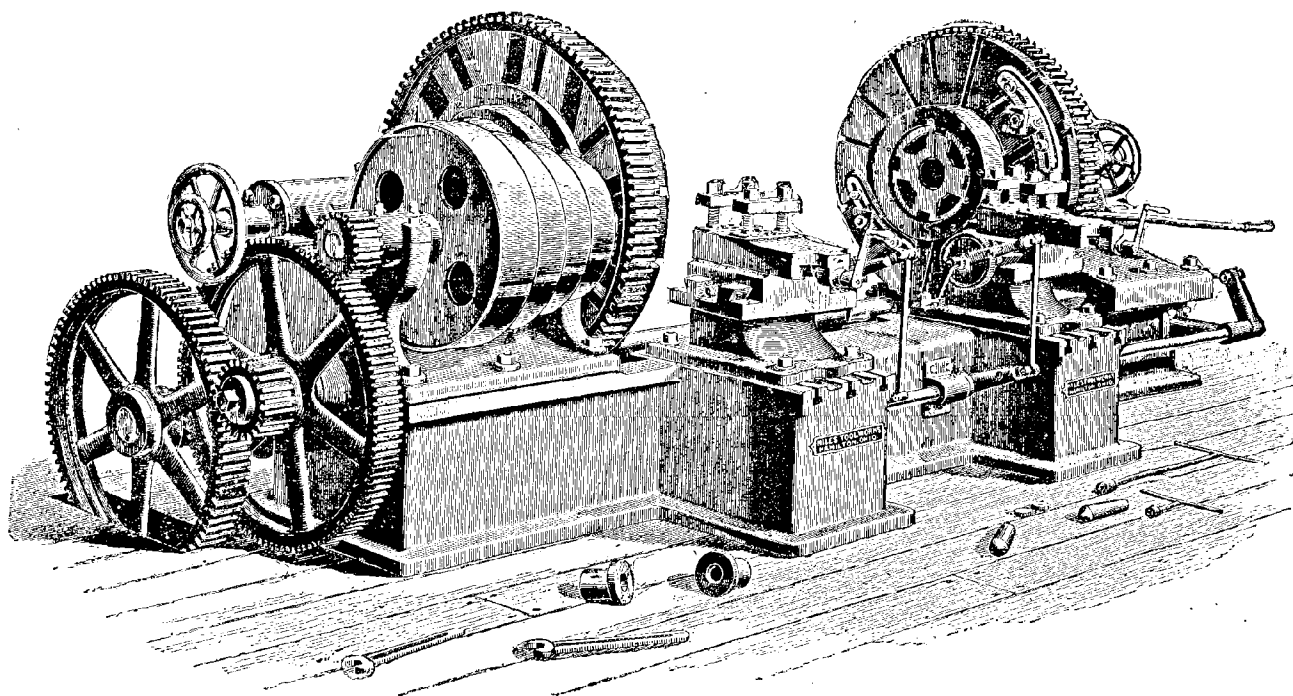


Fig. 437. — Tour double à roues montées Niles de MM. Glaezer et Perreaud.

Il résulte de ce dispositif, qu'au lieu d'être prises entre pointes, les fusées sont maintenues, et centrées automatiquement, par 4 mâchoires faisant corps avec les plateaux et formant un véritable coussinet d'entraînement. Des tocs spéciaux, très courts et très rigides, entraînent les roues le plus près possible du bandage.

Les avantages très importants de cette construction sont: 1° Une grande rapidité et une grande exactitude dans le montage puisque l'opération est automatique. 2° La rigidité d'entraînement qui supprime le broutage résultant, dans les tours ordinaires, par suite du montage sur pointes, de l'emploi de tocs trop longs et par conséquent formant ressort, ainsi que de la distance trop grande entre l'outil et le point de support de l'essieu. 3° La possibilité de prendre des passes plus fortes et une marche plus rapide, grâce à l'entraînement rigide. 4° Un centrage toujours concentrique à l'extérieur de la fusée.

Toutefois le dispositif ci-dessus n'a pas fait supprimer l'usage des pointes. Celles-ci existent en effet comme dans les tours ordinaires, mais elles ne servent comme mode de support que dans

le cas où les fusées sont à l'intérieur des roues et que par conséquent on ne peut pas se servir des mandrins. Dans le cas contraire les pointes sont recouvertes par un chapeau que l'on applique contre l'extrémité de l'essieu et qui empêche tout déplacement longitudinal de ce dernier.

L'emploi de ce tour est particulièrement avantageux dans le cas où l'on a à retourner des bandages. Par suite du montage sur mandrins, on ne tient plus compte de l'axe primitif et on tourne le bandage concentriquement à la nouvelle ligne des centres qui s'est déplacée par l'usure irrégulière des fusées. Il suffit alors de rafraîchir très légèrement la plus petite des roues puis ramener l'autre au même diamètre. Dans ce cas, on n'a donc qu'à enlever une quantité de métal minime.

Enfin le tour est pourvu d'un système de jaugeage automatique. Deux consoles, placées à 45° sur les poupées, soutiennent une barre rigide absolument parallèle à la ligne des centres. Des coulisseaux et des gabarits, réglables à volonté et tournant autour de cette barre permettent à un ouvrier même peu habile de déterminer à chaque instant l'écartement des bandages, la forme de leur profil et le diamètre exact de roulement.

\*  
\*  
\*

Notre figure 488 représente encore un tour double de construction américaine, importé par M. Lucas et

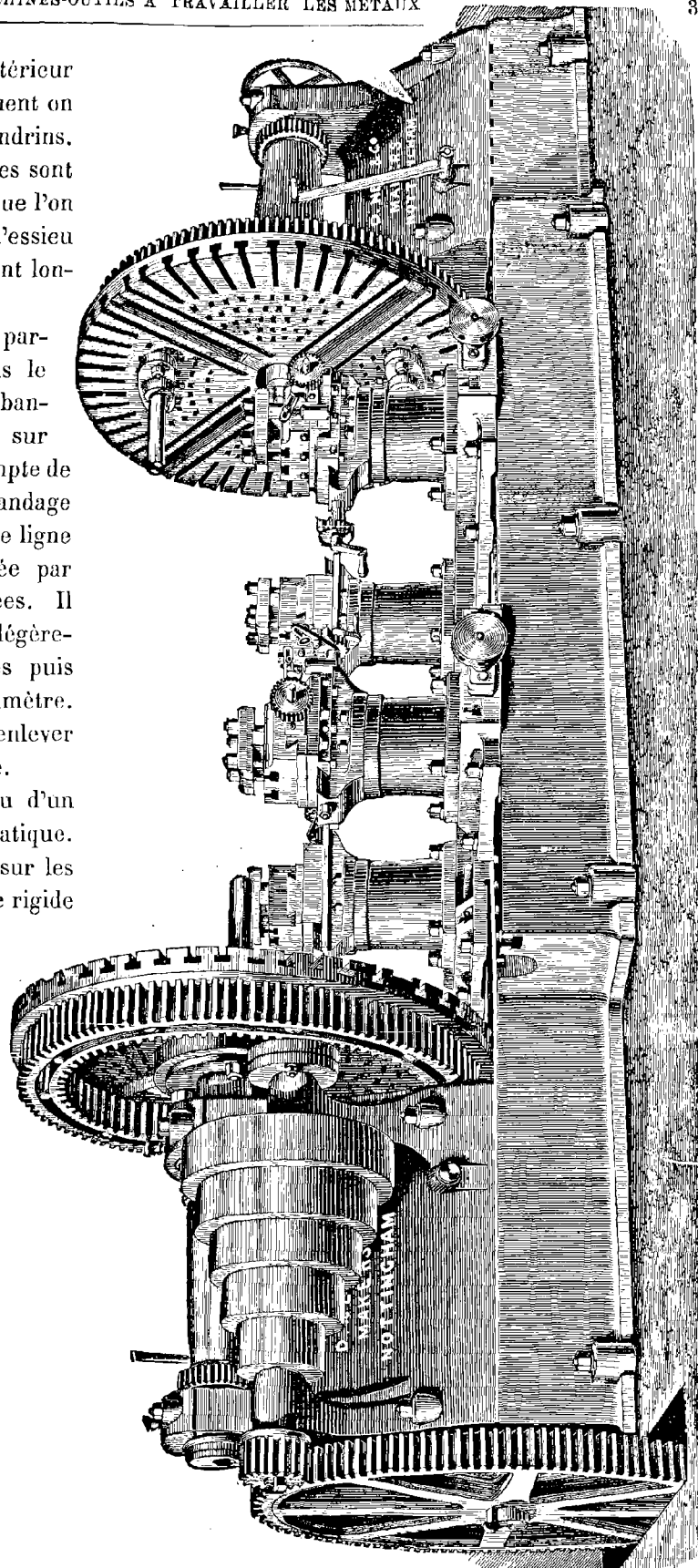


Fig. 488. — Tour double pour tourner les roues de tramways, wagons et locomotives montées sur leur essieu de M. Lucas.

spécialement aménagé pour tourner les roues de tramways, fourgons et locomotives montées sur leur essieu.

Ce tour se distingue toutefois de ceux que nous venons de décrire par un dispositif permettant aux plateaux de travailler simultanément à des vitesses différentes. Cette particularité est avantageuse en ce sens qu'elle permet d'utiliser le tour à une foule de travaux différents de ceux pour lesquels il est spécialement construit ; c'est ainsi qu'on peut tourner sur chaque plateau des pièces de nature et de diamètre très différents en se plaçant pour chacune d'elles dans les meilleures dispositions possible.

Lorsque, pour le tournage de roues montées, les deux plateaux doivent être animés de la même vitesse de rotation, ils sont actionnés par des pignons calés sur un arbre longitudinal ; ces pignons engrenent avec les couronnes dentées extérieures des plateaux. Lorsque, pour des travaux différents, les deux plateaux doivent tourner à des vitesses également différentes, un seul plateau est commandé par l'arbre longitudinal dont nous venons de parler, tandis que l'autre est actionné par un autre pignon calé sur l'arbre du cône de commande et engrenant avec une couronne dentée intérieure du plateau correspondant.

La poupée portant le cône et les engrenages de commande est fixe ; l'autre au contraire est mobile et peut se déplacer sur toute la longueur du banc sous l'action d'une vis. Ce banc reçoit quatre supports indépendants portant des chariots porte-outils qui peuvent être commandés automatiquement.

Grâce à sa disposition particulière, que nous avons signalée ci-dessus, ce tour permet entre autres travaux de réaliser les opérations suivantes : tourner une paire de roues sur leur essieu sans torsion ; tourner ou aléser deux jantes en même temps ; tourner une roue ou aléser une jante sur l'un des plateaux, tandis qu'on alèse une roue ou un moyeu sur l'autre. On utilise naturellement dans ce dernier cas le dispositif permettant de donner aux plateaux des vitesses différentes. Le plus grand modèle de ces tours peut tourner des pièces de 2<sup>m</sup>,135 de diamètre.

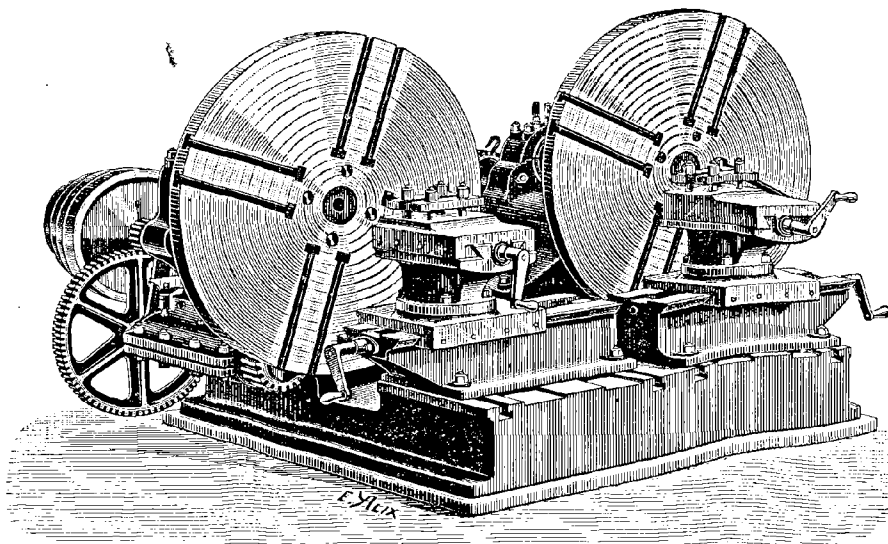


Fig 489. — Tour double à plateaux dentés. Vue par devant.

sur 2 mètres ; elle reçoit les deux poupées à double harnais d'engrenages de 755 millimètres de hauteur de centre, garnies chacune d'un plateau de 1<sup>m</sup>,50 de diamètre.

\*  
\*  
\*

Pour le façonnage des roues de wagons non montées, on utilise parfois des tours doubles, dont les plateaux sont disposés côte à côte comme l'indiquent clairement nos figures 489 et 490, représentant, vu par devant et vu par derrière, un des modèles de la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. La plaque de fondation en fonte, dressée et rabotée, a 2 mètres

Ces deux plateaux possèdent à l'arrière, comme l'indique nettement la figure 490, deux couronnes concentriques, l'une dentée intérieurement et l'autre extérieurement ; chacune de ces couronnes est commandée par un pignon spécial ; on peut ainsi changer rapidement la vitesse de rotation des plateaux en utilisant l'un ou l'autre pignon de commande.

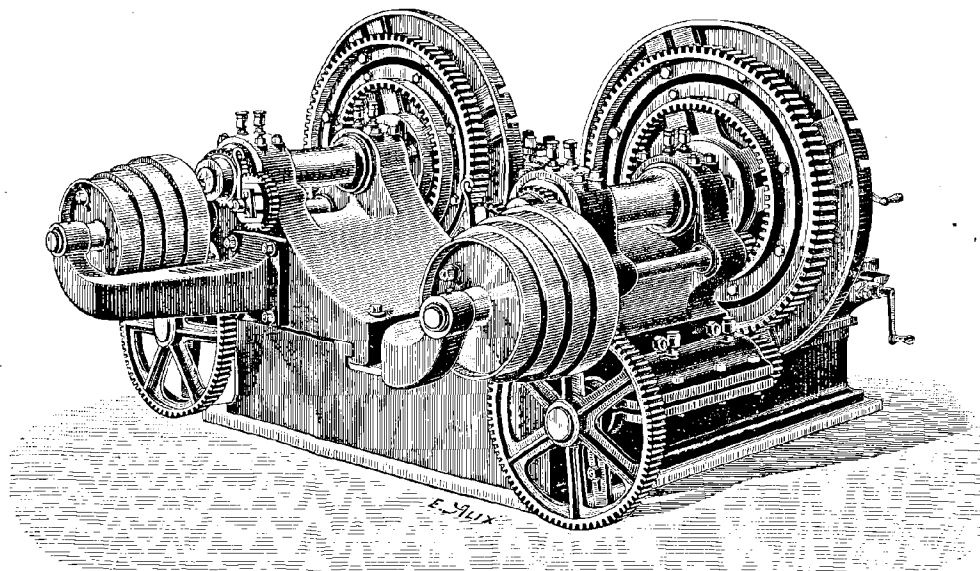


Fig. 490. — Tour double à plateaux dentés. Vue par derrière.

Les deux supports à chariot sont montés sur la plaque de fondation en face de chaque plateau ; ils ont une course de 80 centimètres.

\*  
\* \*

Notre figure 491 indique encore une autre disposition de tour double destiné à tourner et aléser les roues. Dans ce tour les deux plateaux sont placés dans deux plans parallèles comme dans les tours pour roues montées ; mais, au lieu d'avoir leur face porte-pièce disposée l'une en face de l'autre, ils sont dirigés inversement comme le montre clairement notre gravure.

Ce tour se compose d'une poupée double, en une seule pièce, possédant deux arbres très forts tournant dans des coussinets en métal-canon très dur. Chaque plateau possède une transmission indépendante et peut par suite travailler aux vitesses requises pour le travail en cours. La commande est effectuée par un cône à 4 gradins, un harnais d'engrenage et un pignon engrenant avec une couronne dentée intérieurement. Tous les engrenages sont à double denture à chevrons. Chaque plateau est muni de 4 mordaches en acier forgé.

Devant chaque plateau se trouve disposées deux colonnes supportant les chariots pivotants porte-outils ; il y a donc en tout 4 chariots. Ces chariots reçoivent leurs mouvements automatiques par des rochets commandés par des chaînes à contrepoids. Ces chaînes sont elles-mêmes commandées par des leviers, qui reçoivent un mouvement de va-et-vient produit par une bielle dont la tête est plus ou moins excentrée sur une roue dentée ; cette roue dentée est enfin actionnée par un pignon calé sur l'arbre du cône de commande.

Les deux plateaux tournent à droite, et non l'un à droite et l'autre à gauche comme cela se fait fréquemment ce qui amène la confusion dans l'esprit des ouvriers. Par suite des mouvements

automatiques des chariots un seul ouvrier peut conduire les deux plateaux ce qui lui permet de produire une grande quantité de travail avec un seul outil.

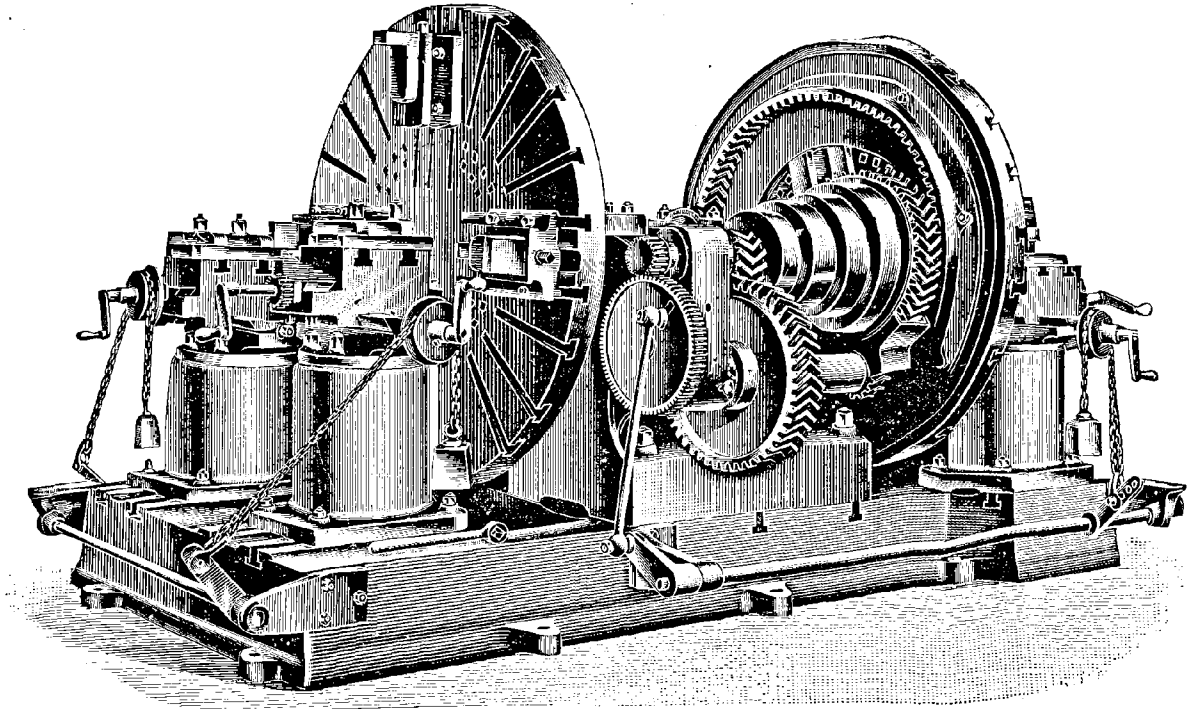


Fig. 491. — Tour Duplex pour tourner et aléser les roues, de M. Lucas.

**Tours à décolleter.** — On appelle ainsi des tours destinés à débiter, dans des barres métalliques, des pièces de petites dimensions en grande quantité et par la simple manœuvre d'un ou

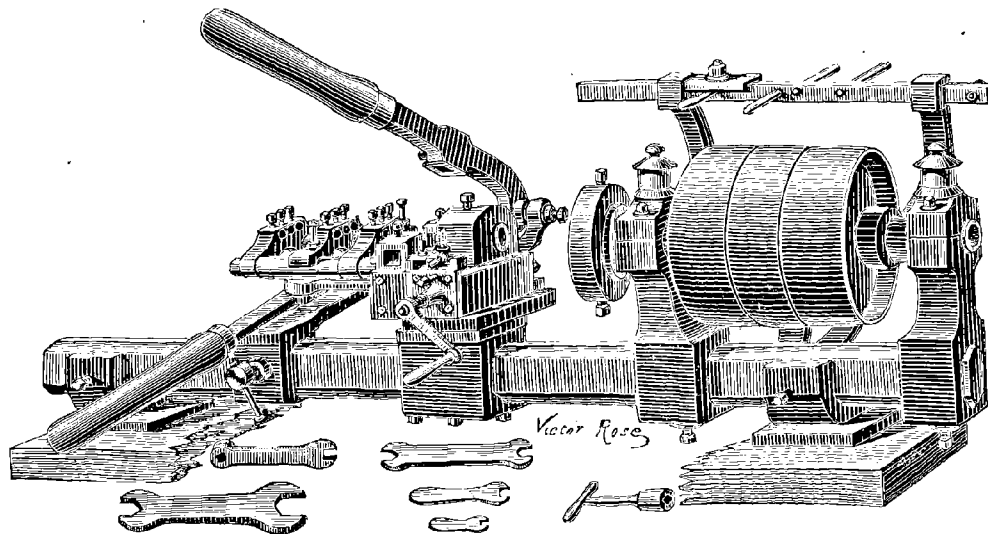


Fig. 492. — Tour à décolleter de Huré.

plusieurs leviers. La figure 492 représente le modèle de tour à décolleter de M. Huré. La poupée de ce tour est commandée directement par courroie agissant sur deux poulies fixes placées de



chaque côté d'une poulie folle ; cette disposition permet, à l'aide de deux courroies dont une croisée, la marche dans les deux sens.

L'arbre de la poupée est creux, ce qui permet l'introduction de la tige métallique au fur et à mesure de son débit ; un mandrin à coussinets permet de la fixer pour le travail ; la manœuvre d'un levier applique alors l'outil de profil voulu contre l'extrémité de la tige qui prend la forme désirée, puis un second levier porte-outil à sectionner sépare l'objet ainsi façonné ; d'autres outils supplémentaires actionnés de même, peuvent être ajoutés pour fileter, tarauder, percer, etc., la pièce. On peut ainsi fabriquer rapidement une grande quantité d'objets semblables.

**Tours à revolver.** — Les tours à revolver permettent de fabriquer des objets plus com-

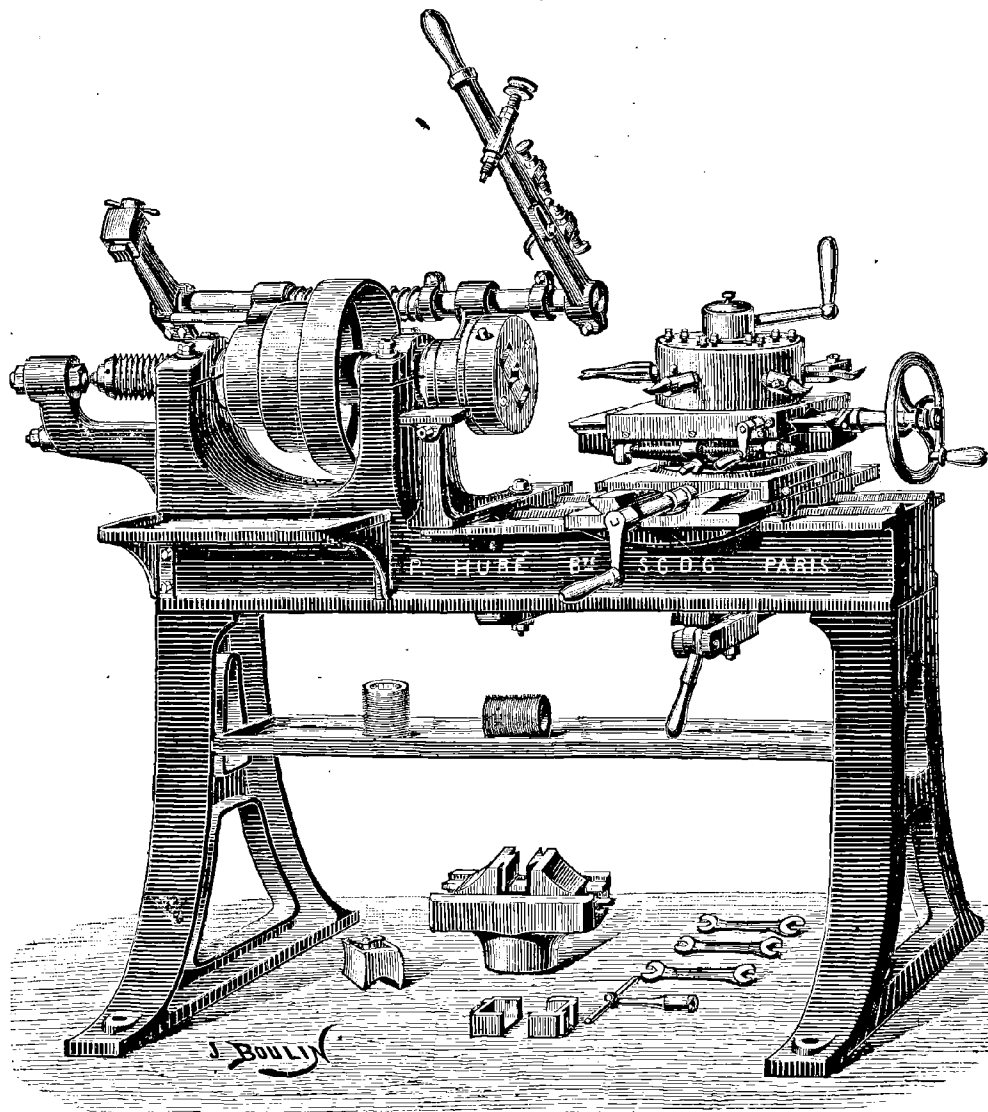


Fig. 493. — Tour à revolver de M. Huré,

pliqués nécessitant un assez grand nombre d'outils. Ce qui les distingue, et ce qui leur a valu leur nom, c'est l'adjonction d'une tourelle tournante, recevant sur son pourtour un certain nombre d'outils ;

ces outils sont amenés, les uns après les autres, devant la pièce à travailler, par la rotation de la tourelle qui tourne d'une façon analogue à un barillet de revolver.

La figure 493 représente un des modèles de tours à revolver de M. Huré. Ces tours, étudiés tout spécialement pour la fabrication prompte et économique des pièces de robinetterie, s'emploient aussi très avantageusement pour fabriquer des vis, boulons, écrous et quantité d'autres pièces à prendre dans la barre ou à monter sur mandrins. Ils peuvent recevoir des pièces de toutes formes jusqu'à 25 centimètres de diamètre.

Ils se composent de : une forte poupée venue de fonte avec le banc, dont l'arbre en acier, percé de part en part, tourne sur coussinets en bronze à larges portées et à graissage automatique ; cône à 3 vitesses ; butée mobile pour le bout de l'arbre ; barre à fileter avec bagues de butée et porte-outil pour filetages intérieurs ou extérieurs, cylindriques et coniques ; 3 manchons à fileter unis ; chariot transversal sur le banc avec serrage à calage instantané ; chariot pivotant pour tourner ou aléser les pièces coniques ; chariot porte-tourelle à mouvement rapide ou lent à volonté ; tourelle à déclenchement automatique pour 6 outils se changeant et se fixant instantanément à n'importe quel point de la course du chariot avec précision et rigidité ; butées de réglage à tous les chariots. Le tout monté sur un fort banc en fonte à règle angulaire avec tablette en fonte pour recevoir les outils.

\*  
\* \*

Le tour à revolver de la figure 494 est l'un des modèles de la maison Bariquand et Marre. Ce tour est spécialement destiné à l'usinage de pièces en série. La poupée a son arbre à collets

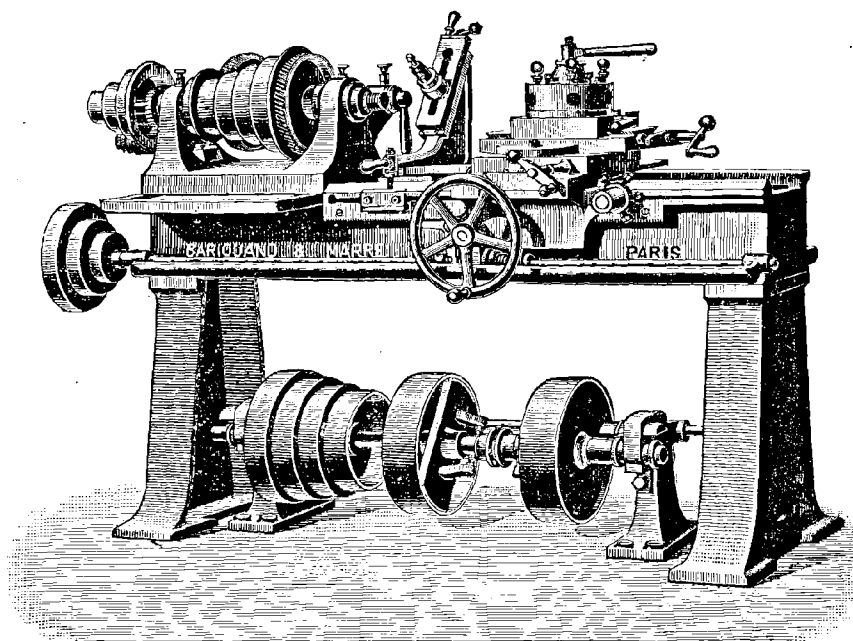


Fig. 494. — Tour revolver, portant neuf outils, de MM. Bariquand et Marre.

trempés et rectifiés avec bagues extensibles à rattrapage de jeu concentrique. La commande est donnée par un cône et un double engrenage taillé en hélice.

Le tablier marche à la main ou automatiquement avec débrayage automatique en tout point de la course ; son chariot reçoit la coulisse pivotante à base graduée dont le coulisseau

porte la tourelle en acier à six outils. Le tablier porte deux étoiles de butées réglables correspondant à chaque outil pour le sens longitudinal et le sens transversal.

Un chariot transversal mû par vis reçoit deux outils. Une contre-pointe peut être disposée sur le banc. La barre à fileter porte, d'un côté, un levier qui s'appuie sur la vis-mère et, de l'autre, un chariot s'appuyant sur un guide dont le réglage permet d'exécuter des filetages coniques. Le renvoi de mouvement est à renversement de marche par poulies à friction.

Les figures 495 et 496 montrent deux tours à revolver de la maison américaine Davis-Egan représentée par MM. Roux. Le premier du type Monitor possède un cône de grand diamètre pour large courroie. Ces tours se construisent avec tête simple ou avec tête à engrenages avec embrayage à friction commandé par un levier à l'avant, ce qui permet de changer la vitesse sans arrêter le tour. Cette dernière disposition facilite considérablement les travaux d'alésage et de taraudage.

La tourelle a six trous, à verrou ajustable, à tension réglable, pivote automatiquement; la glissière inférieure possède à sa base un coin réglable qui maintient l'alignement parfait des trous de la tourelle avec l'arbre. La glissière supérieure possède des coins pour le réglage latéral.

Les tourelles sont montées sur une bague graduée, en acier trempé, et de grand diamètre, les verrous sont à section carrée avec coins et vis de réglage, ils sont trempés. Le chariot à saigner, commandé par levier à l'avant, possède des coins opposés réglant la hauteur de l'outil, il a une large portée sur le banc.

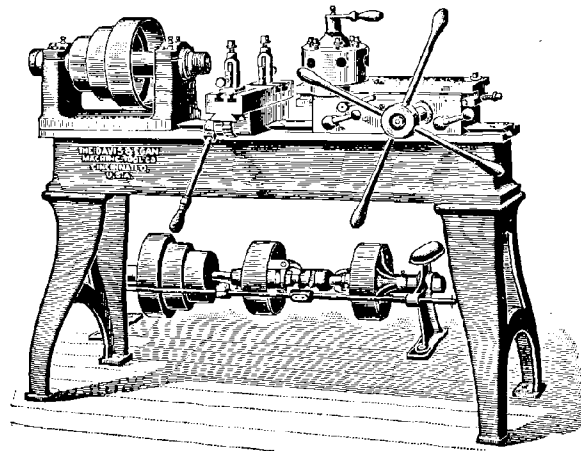


Fig. 495. — Tour Monitor à tourelle à pivotement automatique.

Le tour représenté par la figure 496 possède un banc de forme creuse, à queue d'aronde à sa partie supérieure, disposé au-dessus d'un bassin collecteur d'huile. Une pompe centrifuge, commandée par courroie, inonde constamment les pièces en travail. La poupée fixe est à engrenages à embrayages à friction, permettant de changer la vitesse sans arrêter le tour.

La tourelle est à 6 trous, à pivotement automatique, à verrou ajustable.

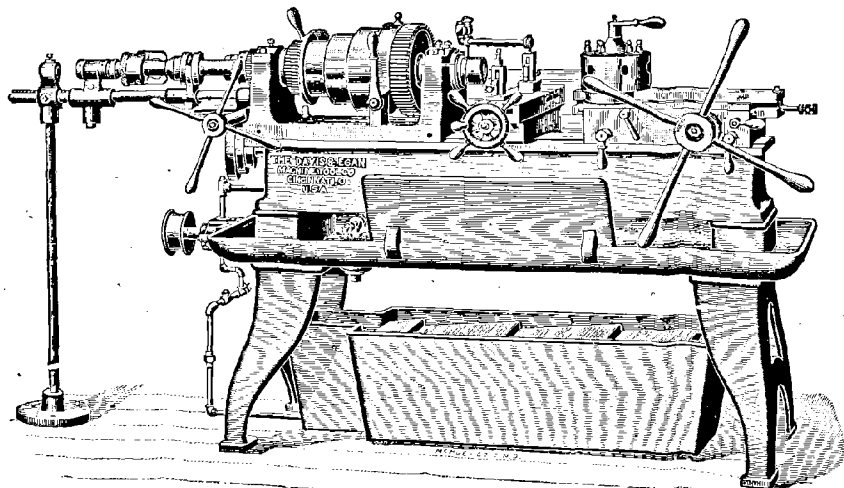


Fig. 496. — Tour à décoller à support-revolver de Davis-Egan.

table; le mécanisme de repérage est en acier trempé et le verrou est poussé dans les divers crans par un ressort à tension réglable. Les glissières de la tourelle sont ajustables pour compenser l'usure et maintenir le centrage. La tourelle est à avancement automatique dérivé de l'arbre par cône à trois vitesses, elle est commandée par un levier à main.

Le support à saigner est commandé par vis et volant à main; il possède deux porte-outils avec coins ajustables pour le réglage en hauteur; on emploie souvent dans l'un des porte-outils un outil de forme pour faire les cônes, les cuvettes ou autre travaux similaires. Le fil commandant le mécanisme d'amenage peut être relâché, amené et saisi sans arrêter le tour, ce mouvement est commandé par un levier à l'avant, à portée de l'ouvrier.

\*  
\* \*

Le tour à décolleter des ateliers de constructions mécaniques de Mulhouse représenté par notre figure 497 possède un support revolver tournant, contrairement aux précédents, autour d'un axe horizontal.

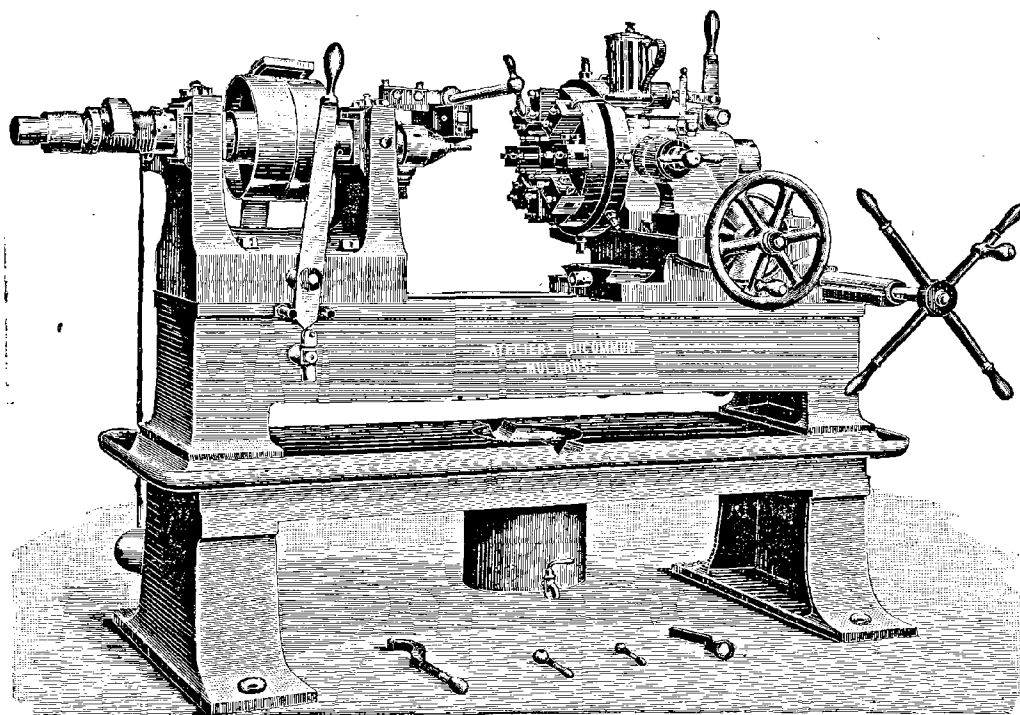


Fig. 497. — Tour à décolleter à revolver des Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse.

La poupée fixe de commande montée sur le banc possède une poulie fixe et une poulie folle; un débrayage mû, par le levier placé sur le devant de la poupée, permet de faire passer la courroie d'une poulie sur l'autre pour la mise en marche et l'arrêt de l'appareil. L'arbre creux est muni à l'avant d'un mandrin centreur et à l'arrière d'un manchon de filetage.

Le porte-outil revolver, à 8 outils, tourne à la main autour de son axe horizontal; ce porte-outil est monté sur un groupe de chariots qui peuvent se déplacer sur le banc et possèdent un mouvement en croix à la main. Dans la rotation du porte-outil revolver la position de chaque outil est déterminée par un arrêt à ressort.

Le tour possède un porte-outil de filetage monté sur une barre conduite par un patron de filetage.

\*  
\*\*

Le tour à chariot, surfacer et fileter Ward de M. Lucas représenté par la figure 498 est également muni d'un support revolver porte-outils.

La principale particularité de ce tour réside dans le système de changement de vitesse de la vis mère pour le chariotage et le filetage. Ce changement de vitesse s'effectue sans changer d'engrenages par le simple mouvement du levier visible sur le devant de la poupée ; on peut ainsi obtenir 40 alimentations différentes sans changer ni courroie ni engrenage.

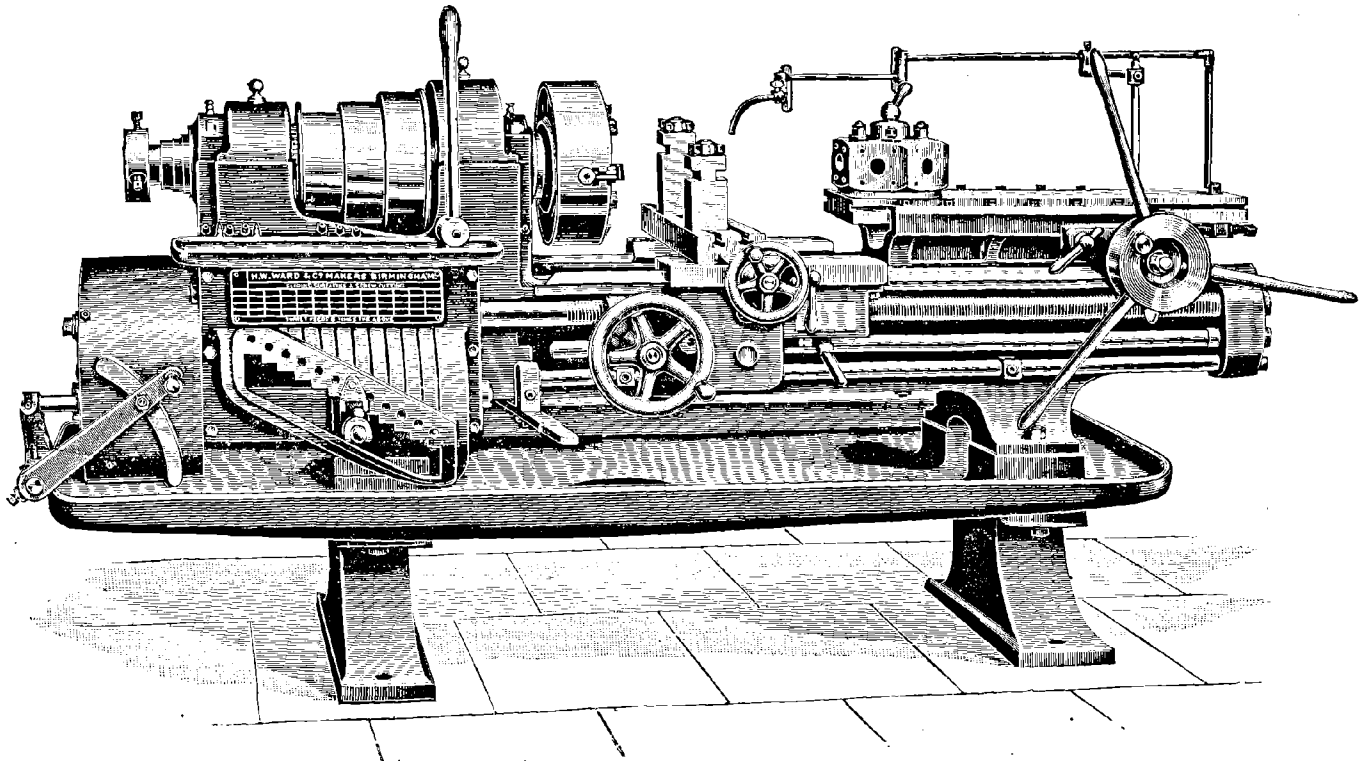


Fig. 498. — Tour à chariot, surfacer et fileter Ward de M. Lucas, muni d'un porte-outil revolver.

Le support revolver est disposé sur un chariot pouvant recevoir un déplacement longitudinal sous l'action d'un croisillon commandant un pignon engrenant avec une crémaillère. Une auge plate rectangulaire reçoit l'huile ou l'eau de savon qui arrose la pièce ; ce liquide est amené sur la pièce par un tube à genouillère muni d'un robinet pour régler le débit ; il peut être puisé dans le réservoir et refoulé à l'aide d'une petite pompe rotative.

\*  
\*\*

Nous allons maintenant, décrire en détail un nouveau tour qui présente des dispositions réellement originales et intéressantes. Ce tour à plateau-revolver, dont notre figure 499 donne une vue d'ensemble, est construit par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Mulhouse ; il est destiné aux ateliers de constructions mécaniques générales dans lesquels on doit allier une grande rapidité dans la production avec des changements fréquents dans le genre des travaux, sans

négliger cependant une concordance parfaite entre toutes les pièces identiques à produire.

Cette machine permet le tournage de pièces ayant jusqu'à 610 millimètres de longueur et 52 millimètres de diamètre ; on peut y travailler des barres brutes, étirées et tournées, de section circulaire, carrée ou hexagonale.

Les modèles représentés par les figures 515 à 518 montrent la multiplicité des pièces que peut produire cette machine que nous allons décrire en détail par suite du grand intérêt qu'elle présente.

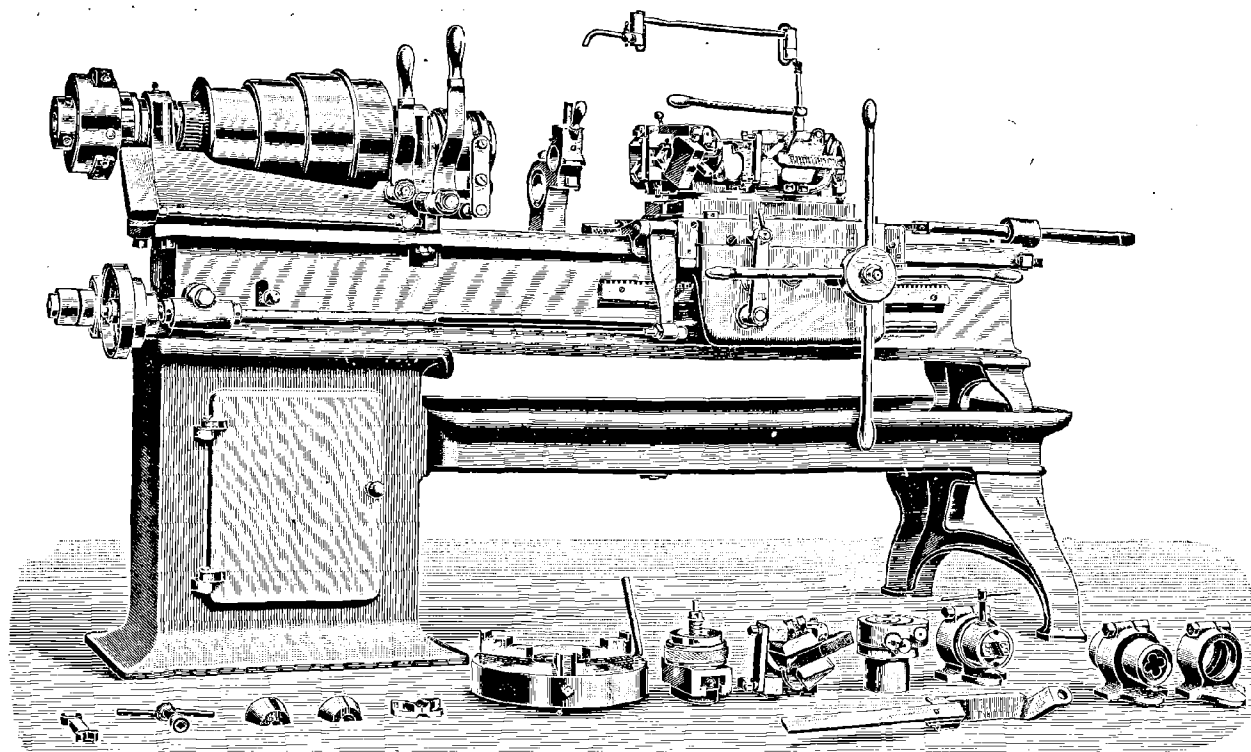


Fig. 499. — Nouveau tour américain à plateau-revolver des Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse.

Les tours à plateau-revolver sont, d'une manière générale, destinés à produire, avec précision et rapidité, un travail de tour déterminé. Depuis 1820 le tour ordinaire à peu varié : il est, naturellement, mieux proportionné et construit avec plus de précision, mais il est toujours établi de façon à pouvoir se prêter à l'exécution de travaux très variés tout en étant de formes bien proportionnées et de prix raisonnable. Cependant, il devient chaque jour de plus en plus évident qu'un semblable tour universel n'a aucune raison d'être dans les ateliers de construction où l'on peut opérer la division du travail et que, dans ce cas, le tour doit être construit spécialement pour le genre de travail déterminé qu'il doit fournir exclusivement.

Le tour à plateau-revolver des ateliers de constructions mécaniques de Mulhouse dérive, précisément, de machines étudiées suivant cet ordre d'idées ; il reçut d'abord des perfectionnements très importants comme par exemple : l'embrayage par friction de l'engrenage double de la poupée, l'avance automatique du plateau-revolver, le serrage et l'avance automatique de la barre à travailler ; chacun de ces perfectionnements a été étudié de très près de façon à les rendre aussi efficaces et durables que possible. Cependant, le plateau-revolver et les outils n'avaient pas encore été,

jusqu'à ce jour, perfectionnés au même degré. On avait bien songé à donner au plateau une forme hexagonale permettant d'y fixer plus solidement les outils, mais ce perfectionnement était insuffisant pour que, ajouté à ceux existants déjà dans le tour à plateau-revolver, ce dernier fût en état de remplacer avantageusement le tour universel ordinaire. La forme même du plateau nécessitait l'emploi d'outils plus ou moins avantageux qui, se trouvant toujours placés en porte-à-faux, n'étaient, naturellement, jamais rigides. Les outils de tournage ne pouvaient être logés convenablement et affectaient souvent des formes si délicates qu'il était impossible de prendre de fortes passes ; on s'est donc attaché à rendre plus facile le fixage et la mise en place exacte des outils qui, de plus, ont reçu une forme plus pratique permettant de mieux les utiliser. Ces perfectionnements ont entraîné de nombreuses modifications dans la construction du plateau, modifications qui ont eu pour résultat de doter l'appareil d'avantages multiples.

L'avantage essentiel que présente la nouvelle méthode consiste dans une augmentation considérable de la longueur pouvant être travaillée ; cet avantage résulte de l'emploi de porte-outils de tournage spéciaux qui, pouvant s'ouvrir et se fermer à un moment quelconque, permettent, par cela même, de commencer le travail à n'importe quelle extrémité de la barre à tourner ; tandis que, avec les anciens porte-outils qui ne s'ouvraient pas, il fallait toujours commencer le travail vers l'extrémité libre et, dans aucun cas, vers le mandrin de la poupée. A première vue, ce perfectionnement ne paraît pas d'une grande importance, mais un examen plus approfondi permet de se rendre compte que l'adoption de ce dispositif a permis de surmonter l'un des principaux obstacles qui, jusqu'à ce jour, s'étaient opposés à l'augmentation indéfinie de la longueur des pièces pouvant être travaillées sur le tour à plateau-revolver.

Ce tour ne possédant pas de poupée mobile, la partie libre de la barre en travail est obligée de résister par sa propre rigidité à la pression de l'outil, à moins qu'on ne la soutienne à l'aide d'une lunette de support ; mais cette dernière — en supposant une barre brute — ne peut que suivre l'outil, on est donc toujours obligé de commencer le tournage sans son aide, ce qui, sur l'ancien modèle de tour devient impossible lorsque la barre est trop longue.

Tel est le motif qui obligeait les anciennes machines, à ne pas donner à la barre une longueur supérieure à 4 ou 5 fois son diamètre, si l'on désirait obtenir un travail précis et sans excentrage. La possibilité de pouvoir, dans ces tours à plateau-revolver, déplacer l'outil et la lunette permet de commencer le tournage vers le mandrin, c'est-à-dire à l'endroit même où la pièce est le plus solidement fixée. Grâce à cette disposition, on peut, après avoir pratiqué, tout d'abord, une incision sur la barre près du mandrin à l'aide d'un outil assez large (disposé dans le support transversal), ajuster sur la partie cylindrique ainsi produite, l'outil du tour et la lunette du support, ce qui permet dès lors de tourner une longueur quelconque de barre, quelque faible que soit le diamètre de cette dernière, car la lunette se déplace avec l'outil et le suit de très près. Le travail obtenu est parfaitement cylindrique même si la barre était primitivement courbe, car l'avancement de l'outil produit sur elle une traction. Dans l'ancienne méthode de travail, au contraire, où l'outil travaille en avançant vers la poupée, on produit une compression qui, à l'inverse de la traction, tend à exagérer la courbure primitive de la pièce en tournage.

Dans les tours ordinaires, la fixation des outils est une chose fort simple, car on n'emploie jamais qu'un seul outil à la fois. Mais, dans un tour à plateau-revolver, on se sert d'un grand nombre d'outils qui doivent être disposés de telle façon que chacun d'eux puisse, à un moment quelconque, être amené dans la position rigoureuse où il doit travailler et, cette opération terminée, être éloigné de nouveau sans modifier sa position relative. Il est donc certain que, dans ce cas, la

précision du travail que l'on peut obtenir d'un tour à plateau-revolver, dépend surtout de la bonne fixation des outils ; à ce point de vue, le nouveau tour à plateau-revolver diffère essentiellement des anciens types à plateau-revolver surélevé.

Dans le nouveau tour à plateau-revolver, le plateau (fig. 500) a un grand diamètre ce qui lui donne une large assiette ; il est maintenu à la circonférence par un anneau circulaire qui l'empêche d'être soulevé. Dans les anciens plateaux (surélevés), la base a un faible diamètre, et, au lieu d'être guidés sur leur circonférence extérieure, ils sont maintenus par un faible pivot central qui doit être serré et desserré pour chaque nouvelle position du plateau, ce qui fait 13 opérations

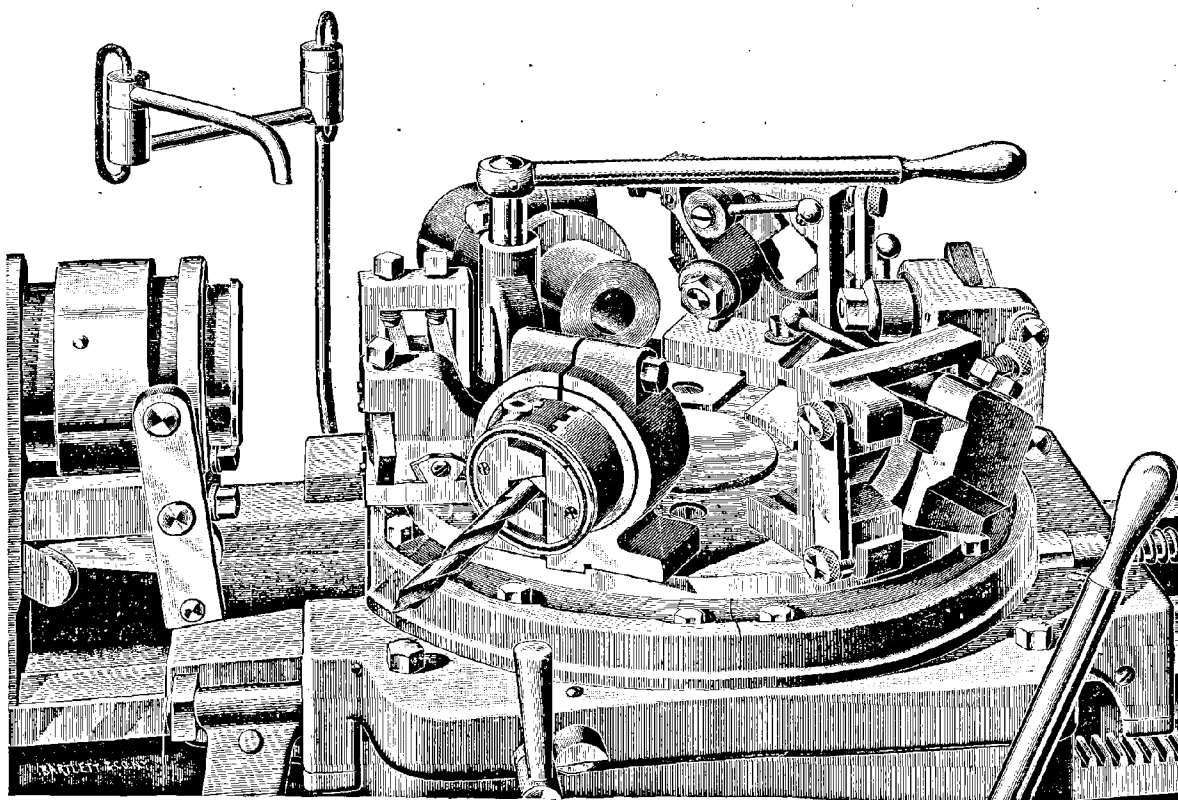


Fig. 500. — Plateau-revolver garni de ses outils.

pour une révolution complète de six outils. Pour chaque outil, on serre plus ou moins le pivot qui se trouve rapidement disloqué, ce qui fausse l'assiette du plateau et nuit à la précision du travail.

Une des conditions les plus importantes, en dehors de la bonne assiette du plateau, est la façon dont est obtenu le blocage de ce dernier ; car, pour obtenir un travail soigné il est indispensable de pouvoir amener chaque outil dans une position bien déterminée. Pour cette raison, le verrou servant à fixer le plateau devrait se trouver à une distance du centre de ce dernier au moins égale à celle de l'outil d'attaque ; de plus, ce verrou devrait se trouver exactement au dessous de ce dernier, de façon que cet outil ne soit pas influencé par le jeu éventuel que peut prendre le pivot central du plateau qui, de cette façon, n'a pas à supporter l'effort de l'outil engagé. Dans les tours à plateau-revolver ordinaires (plateau surélevé) le verrou se trouve généralement placé derrière le pivot central, qui, de ce fait, doit supporter un grand effort qui



produit une déviation relativement considérable de l'outil d'attaque dès que le pivot central a pris un peu de jeu. Dans le nouveau tour à plateau-revolver, le verrou se trouve en dessous de l'outil d'attaque.

Après avoir étudié les différents modes de montage des plateaux sur leurs chariots, voyons maintenant la façon dont les outils sont fixés sur le plateau. Dans le tour à plateau-revolver ordinaire (à plateau surélevé) les outils sont fixés à l'aide de cônes soigneusement ajustés dans des trous « ad hoc » ménagés dans le plateau; souvent ce dernier affecte une forme hexagonale, les outils sont alors boulonnés sur les faces du six-pans. Mais, dans les deux cas, les outils se trouvent forcément en porte-à-faux d'une quantité égale à leur longueur.

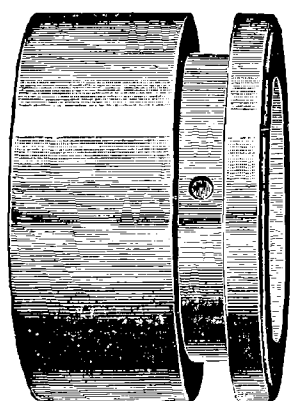


Fig. 501.  
Manchon extérieur du mandrin.

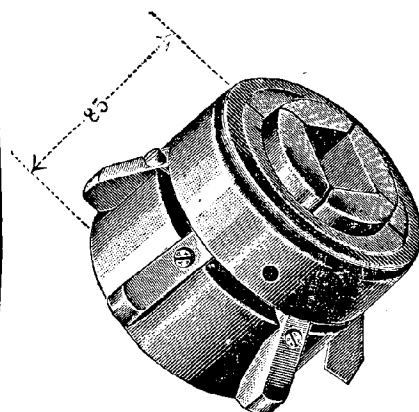


Fig. 502.  
Corps du mandrin.

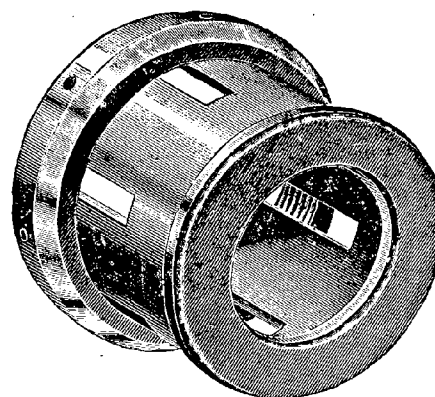


Fig. 503.  
Manchon intérieur et collier d'ajustage.

On a, dans certains cas, soutenu la partie extérieure de l'outil au moyen d'un support fixé sur le chariot transversal; mais cette disposition présente, elle aussi, des inconvénients, car les copeaux et déchets provenant de la pièce en travail tombent sur les parties frottantes de ce support et le détériorent rapidement, aussi ce dispositif n'est-il toujours qu'une demi-solution.

Dans le nouveau tour à plateau-revolver les outils ne se trouvent plus en porte-à-faux et sont boulonnés sur le haut du plateau; ils sont, de plus, boulonnés également dans le sens transversal sur une face plane perpendiculaire elle-même à l'effort de l'outil. De cette façon il n'y a pas de bras de levier pouvant fatiguer les boulons de fixation des porte-outils. Tous les outils se trouvent à l'intérieur du guidage du plateau, lequel tourne sans aucun jeu. Lorsque, au contraire, les outils sont placés à l'extérieur du guidage du plateau, le moindre jeu de ce guidage entraîne une déviation considérable de l'outil.

Le mandrin automatique peut être serré et desserré pendant la marche du tour; il se trouve placé à l'extrémité de l'arbre creux dans lequel passe la barre à travailler; c'est, après le plateau-revolver, la pièce la plus importante du tour. Ce mandrin s'est perfectionné peu à peu, comme le plateau-revolver, en partant de dispositions primitives moins parfaites. Les mandrins construits jusqu'à ce jour peuvent se diviser en trois groupes: les premiers furent les mandrins avec manchon à ressort; puis vinrent les mandrins à coins à serrage direct; enfin, le mandrin actuel (fig. 501 à 506), appelé mandrin à manchon avec serrage parallèle. Le mandrin avec manchon à ressort était disposé pour utiliser des barres métalliques étirées à la filière, avec de semblables tiges il donnait de très bons résultats, mais, avec des barres brutes, il fonctionnait mal, car alors, par suite des

inégalité de diamètre, il arrivait que le mandrin ne mordait que sur un des côtés de la tige, ce qui entraînait souvent des ruptures de ce mandrin et, dans tous les cas, un serrage incertain de la barre en travail; enfin, on devait employer des manchons différents suivant que la barre était ronde hexagonale ou rectangulaire. Avec le second type de mandrin, appelé mandrin à coins à serrage direct, on pouvait bien serrer les barres de différents diamètres, mais on ne pouvait serrer indifféremment des barres hexagonales ou carrées, car il comportait, soit trois, soit quatre coins de serrage, ce qui dans le premier cas, l'empêchait de saisir les pièces carrées et, dans le second, les pièces hexagonales. La pratique fit en outre reconnaître un autre inconvénient : les coins de serrage, au lieu d'être logés dans le corps même du mandrin, se trouvaient placés dans un anneau ajouté sur l'arbre creux du tour, de sorte qu'il existait bien une certaine solidarité entre l'anneau et la barre à travailler, mais qu'entre cette dernière et l'axe creux, la solidarité était insuffisante.

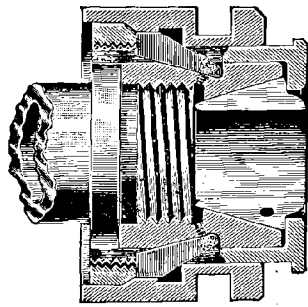


Fig. 504.  
Coude du mandrin fermé.

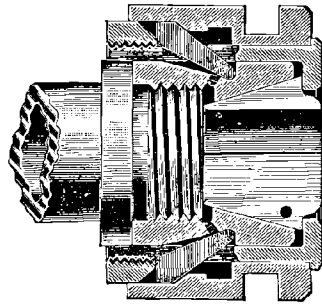


Fig. 505.  
Coupe du mandrin ouvert.

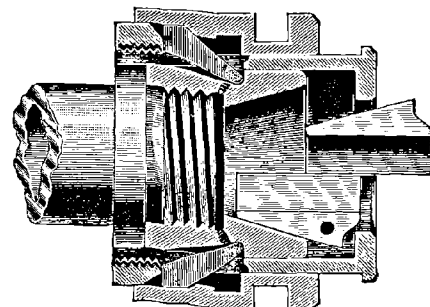


Fig. 506.  
Position pour retirer les griffes.

Le type actuel, appelé mandrin à manchon avec serrage parallèle évite tous ces inconvénients, les mêmes coins de serrage peuvent être utilisés pour serrer des barres rondes, carrées ou hexagonales et, de plus, il est solidement réuni avec l'axe creux.

Il manquait aux premiers mandrins automatiques, un dispositif permettant de faire avancer mécaniquement la barre; on n'employait, vers cette époque, que du fer doux étiré et l'ouvrier parvenait facilement à faire avancer la barre à la main sans arrêter la machine. Il était évident, cependant qu'une avance automatique de la barre devait permettre de réaliser une économie de temps et, lorsque l'on construisit ces mêmes tours pour de gros travaux, cette disposition devint une nécessité. Dans les premières dispositions on produisit l'avance mécanique de la barre en opérant sur elle une traction à l'aide d'un contrepoids; en desserrant le mandrin la barre avançait d'elle-même jusqu'à la butée du plateau. Ce dispositif fournissait de bons résultats pour les barres dont le diamètre ne dépassait pas 16 millimètres, mais, dans les barres d'un diamètre supérieur, le mouvement de la barre était beaucoup trop brusque; nous négligerons enfin de mentionner d'autres inconvénients inhérents à ce système et de moindre importance. On songea alors à remplacer cette disposition par une autre, consistant à employer un cliquet actionné par le levier de serrage du mandrin; aujourd'hui encore, cette solution est excellente pour certains travaux, mais son principal défaut réside en ce que l'on se trouve obligé d'employer un tube traversant l'alésage de l'arbre creux et réduisant, par suite, dans une forte proportion, le diamètre maximum des barres à travailler; de plus, la course restreinte du levier ne permet pas de dépasser une certaine longueur pour les pièces en travail. L'avance automatique par galets tournants disposés ainsi que l'indique la figure 507, constitue la solution la plus récente de ce problème; ce perfectionnement est, à l'heure actuelle, le plus satisfaisant. Ce dispositif est constitué par des engrenages qui font tourner deux

galets pressés contre la barre au moyen de ressorts plats et fonctionnant seulement lorsque le mandrin est desserré; à l'arrêt, c'est-à-dire lorsque le mandrin est serré, les galets soutiennent simplement la barre; de plus, ces mêmes galets faisant avancer la barre par leur rotation on peut donner à cette barre une forme absolument quelconque. Parmi les autres avantages que présente cette disposition nous mentionnerons simplement les suivants: fonctionnement facile, une fois la barre mise en place il n'est plus besoin d'aucune surveillance, on peut employer des barres de tout diamètre jusqu'à celui de l'arbre creux, le travail est rapide et sans variations de vitesse, enfin, la commande de la barre se faisant par le mécanisme du tour lui-même, on obtient aussi facilement l'avance d'une barre lourde que celle d'une barre légère.

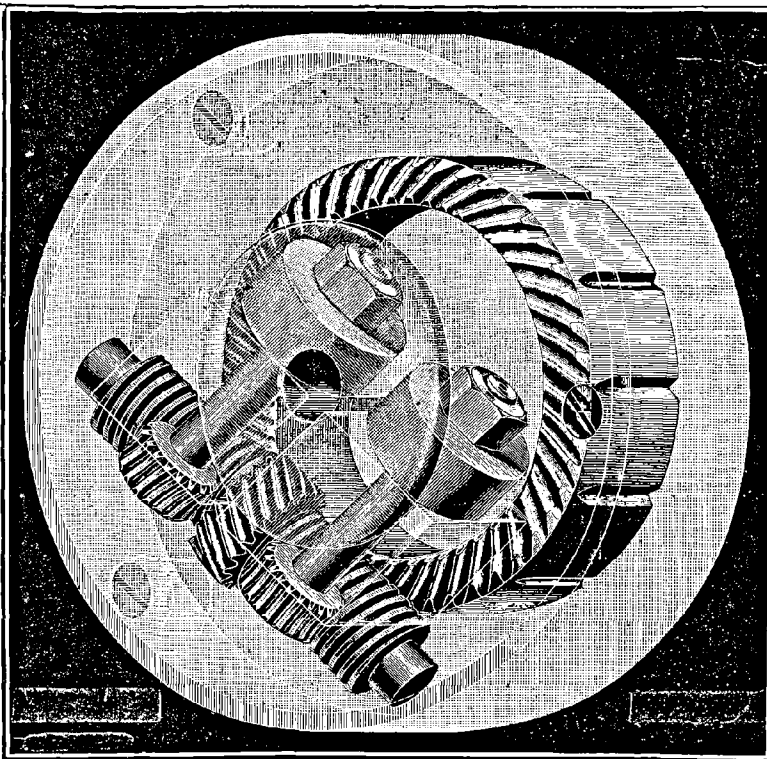


Fig. 507. — Mécanisme d'avancement automatique de la barre.

Maintenant que nous avons signalé les différentes particularités du nouveau tour américain à plateau-revolver nous allons rapidement décrire les principales pièces spéciales qui le composent.

L'arbre creux du tour a 54 mm. de diamètre intérieur ce qui permet d'y introduire des barres droites ayant 52 mm. Un manchon spécial permet de réduire l'alésage à 25 mm.; étant placé à l'intérieur de l'arbre creux il permet de travailler des barres de faible diamètre. Lorsqu'on introduit une nouvelle barre à l'intérieur du manchon, elle pousse la précédente sans que l'on ait à craindre que les deux extrémités viennent en contact.

L'engrenage double est logé en dessous de la poupée, il est embrayé pendant la marche du tour. Le cône et la grande roue dentée sont montés fous sur l'arbre creux qui se trouve entraîné par le cône au moyen d'un embrayage à friction. L'engrenage double est embrayé au moyen d'un accouplement denté qui permet de le mettre en marche ou de l'arrêter sans le moindre choc et, comme l'accouplement des roues est denté, on peut les embrayer instantanément sans craindre de les voir patiner. Les deux accouplements sont actionnés par le plus petit des deux leviers verticaux de la poupée. Une armature en tôle protège les engrenages contre la poussière et assure, en même temps, contre les chances d'accident. Un troisième jeu d'engrenage supplémentaire permet le filetage des barres ayant jusqu'à 50 mm. de diamètre.

Le mandrin automatique (fig. 501 à 506) maintient la barre engagée dans l'arbre creux; il est en acier forgé et possède une série complète de griffes permettant de serrer des barres de tout diamètre; ces griffes sont aplaties de façon à pouvoir saisir indifféremment des barres carrées ou

hexagonales. Lorsqu'on désire serrer une barre hexagonale, on doit enlever une des griffes et placer les trois autres de façon qu'elles viennent s'appliquer sur trois des faces de la barre. Ce mandrin permet d'obtenir un serrage très puissant et permet de maintenir la barre d'une façon absolument rigide.

Le mécanisme d'avancement automatique de la barre (fig. 507) décrit plus haut sert à pousser la barre au travers de l'arbre creux à l'instant même où le mandrin se trouve desserré, ce qui permet d'obtenir sans perte de temps la nouvelle longueur de barre à travailler. Les galets sont actionnés par le tour lui-même et ils agissent indifféremment sur toutes les barres de dimensions quelconques.

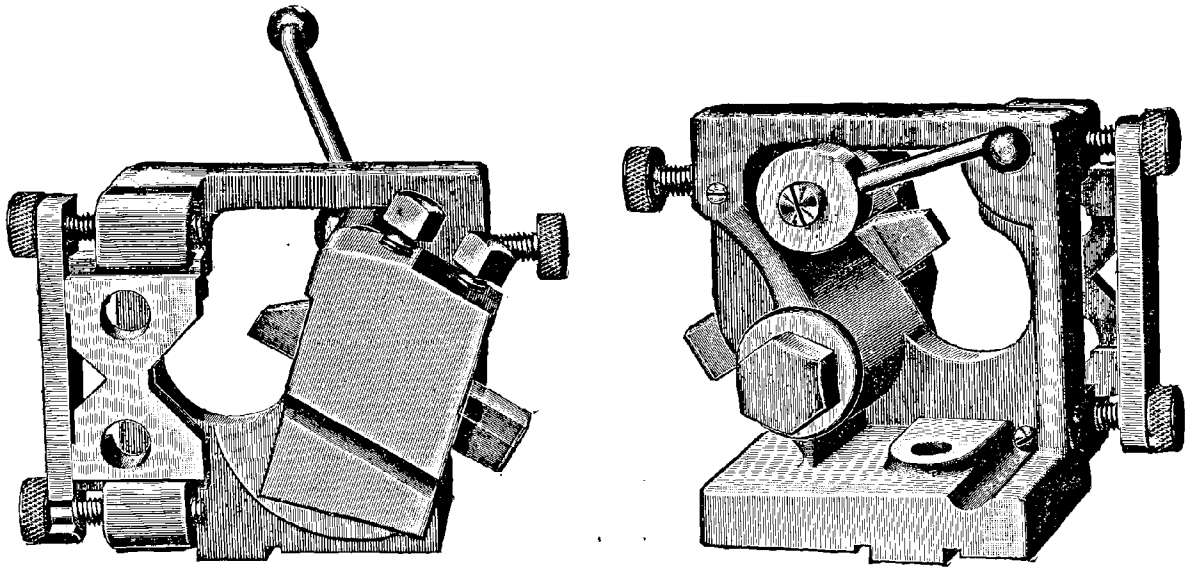



Fig. 508 et 509. — Porte-outil de tournage, vue devant et derrière.

Le plateau-revolver (fig. 500) est constitué par un plateau de très grand diamètre maintenu sur son siège par un anneau appuyant sur sa circonférence extérieure. Sa légèreté alliée à une grande solidité permet d'obtenir une rapidité de mouvement plus grande que celle obtenue avec les plateaux surélevés ordinaires. Le mécanisme de rotation est disposé de telle sorte que le plateau puisse s'arrêter, pour chaque révolution complète, en 3, 4, 5 ou 6 endroits suivant le nombre des outils, franchissant sans s'arrêter les points où peuvent se trouver des outils inutilisés. Un solide verrou se trouve placé exactement en dessous de l'outil d'attaque à une distance du centre du plateau égale à celle de l'outil, de telle sorte que l'effort qu'il a à supporter n'est pas supérieur à celui exercé par l'outil en travail lui-même. Il résulte de cette disposition que le pivot central se trouve complètement déchargé et que l'on peut régler l'orientation du plateau avec une précision impossible à obtenir avec les anciens dispositifs.

Le chariot repose sur les flasques en forme de  par l'intermédiaire de quatre patins en acier et on en empêche le soulèvement au moyen de 4 guides placés en dessous du banc, ce qui fournit la meilleure et la plus durable des connexions. On s'est attaché à diminuer le plus possible le nombre des pièces séparées servant à assurer la connexion entre le plateau portant l'outil et l'arbre creux dans lequel se trouve fixée la barre à travailler; de plus, toutes les pièces n'ont à supporter que des efforts directs agissant sans aucun bras de levier. Ces dispositions spéciales assurent à la machine une rigidité et une précision que ne possèdent pas de nombreuses machines similaires.

L'avance automatique du chariot se fait au moyen d'une courroie animée d'une grande vitesse pour toutes les vitesses du chariot; ce dispositif permet d'obtenir une grande puissance d'entraînement tout en conservant les avantages multiples de la commande par courroie.

Le déclenchement automatique de l'avance peut s'obtenir pour 6 positions différentes correspondant aux 6 positions du plateau. Ce déclenchement est réglé séparément pour chacun des outils, ces derniers ne parcourent donc exactement que la course nécessitée par leur travail. Tous les outils se trouvant placés à la même distance du pivot central du plateau, ce dernier peut tourner aussitôt que l'outil a quitté la pièce en tournage. La course totale du chariot se trouve ainsi notablement diminuée.

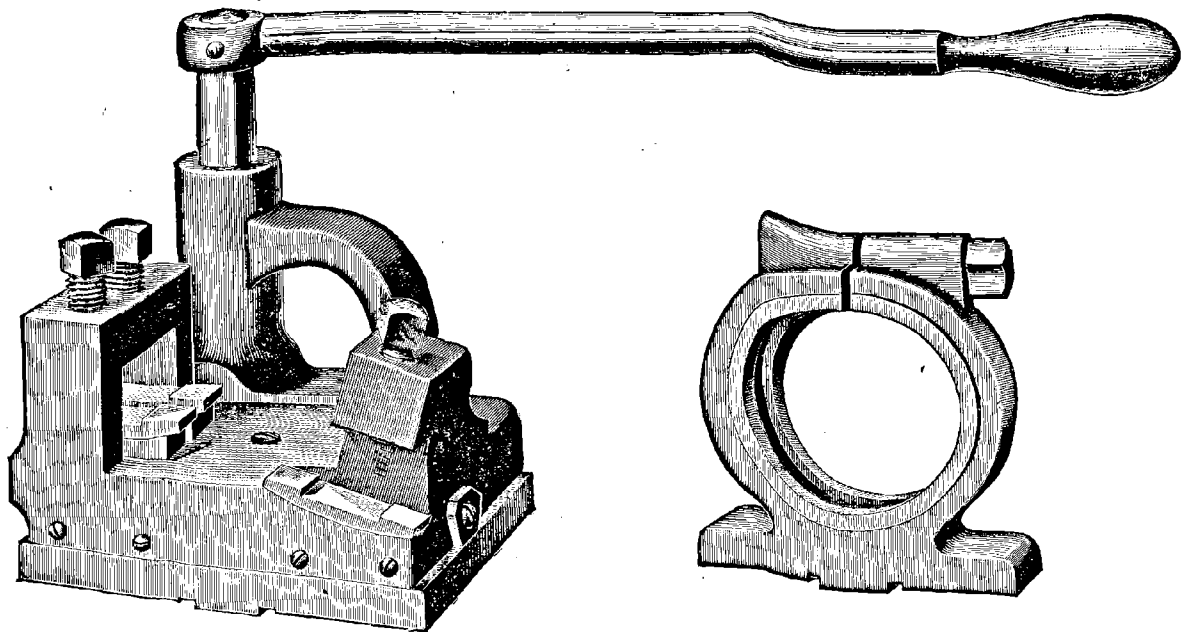


Fig. 511. — Chariot transversal.

Fig. 510. — Porte-outil.

Le levier de filetage est monté sur un arbre très solide disposé longitudinalement à l'arrière du banc, sa course peut être réglée d'après la longueur à fileter au moyen de deux leviers. Il n'y a pas de vis de commande. Le déplacement de ce levier exige moins de force que celui du charriot et il est facilement entraîné par la filière sans que le filet produit ait à en souffrir. Ce même levier porte en outre un outil de tournage qui sert ordinairement à chanfreiner la pièce avant de procéder au filetage. Il peut y avoir avantage, pour un travail déterminé, à actionner le levier au moyen d'une vis spéciale fournie sur demande.

Le banc est soutenu en trois points dont deux sont situés sous le nez du mandrin vers les pieds du bâti et le troisième à la partie supérieure du petit pied qui est fixé dans le réservoir d'huile. Ce dispositif de support est flexible ce qui empêche toute déformation du banc.

Le porte-outil (fig. 508 et 509) est monté sur la plate-forme du plateau-révoluer. La fourniture ordinaire de la machine comprend quatre de ces porte-outils, dont trois servent pour le tournage de droite à gauche et un pour le tournage de gauche à droite; chacun d'eux se compose d'un châssis, d'un dispositif pour maintenir l'outil et d'une lunette. Le dispositif de serrage de l'outil est réuni au cadre par l'intermédiaire d'un pivot. Les outils employés affectent une forme très simple;

s'affûtent facilement et se mettent rapidement en place. Une came excentrée permet de dégager l'outil dès que la coupe est terminée ce qui évite de laisser la pièce en contact avec l'outil pendant le retour de ce dernier. La même came sert également à faire avancer l'outil lorsqu'on désire pratiquer une incision dans la pièce. Le porte-outil servant à tourner de gauche à droite est semblable aux autres mais, lorsqu'on s'en sert, on doit faire marcher le tour en sens inverse et commencer la coupe sur la partie la plus rapprochée du mandrin.

Le porte-outil spécial représenté par la figure 510 est établi spécialement pour recevoir des mandrins pour taraudage, alésage, etc., ou bien des filières ou autres outils à collier cylindrique. L'alésage ordinaire des porte-outils est de 88 mm.

Le chariot transversal (fig. 511) est monté sur le plateau-revolver, il est disposé pour recevoir sur l'avant un outil à tronçonner et, sur l'arrière, deux outils ordinaires ou un outil très large; il est actionné par un levier commandant un pignon qui agit sur une crémaillère. Le pignon est très petit ce qui augmente la puissance du levier. Des arrêts spéciaux servent à limiter très exactement la profondeur de la coupe tant à l'avant qu'à l'arrière. Pour améliorer le travail dans les pièces longues on peut intercaler une goupille qui permet de fixer le levier dans sa position moyenne.

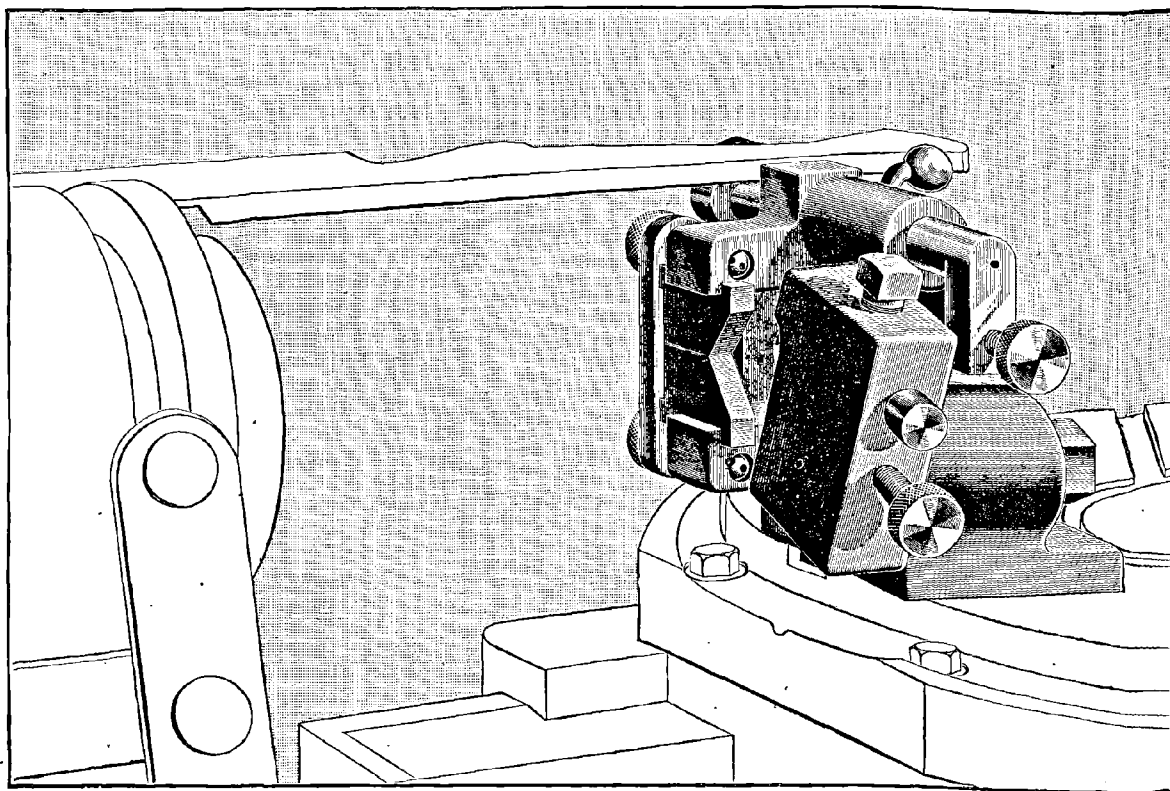


Fig. 512. — Appareil pour tourner coniquement ou suivant un gabarit donné.

Un appareil spécial (fig. 512) se fixant sur le plateau-revolver permet de tourner coniquement ou de réaliser des pièces suivant un gabarit donné.

Une pompe rotative fournit constamment un fort jet d'huile qui circule dans un tuyau dont l'extrémité est montée sur le chariot lui-même, en sorte que le jet arrose constamment l'outil sans

qu'aucune surveillance soit nécessaire. Après avoir servi, l'huile retourne dans le réservoir spécial placé au-dessous du banc.

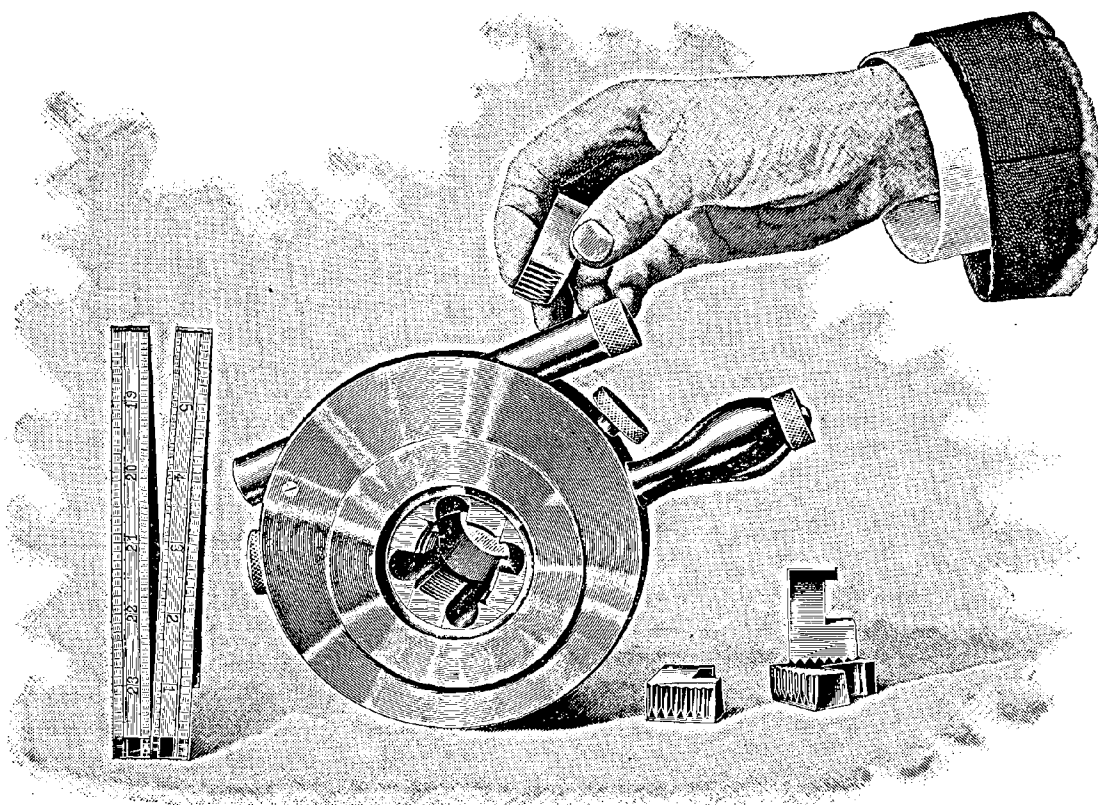


Fig. 513. — Filière automatique.

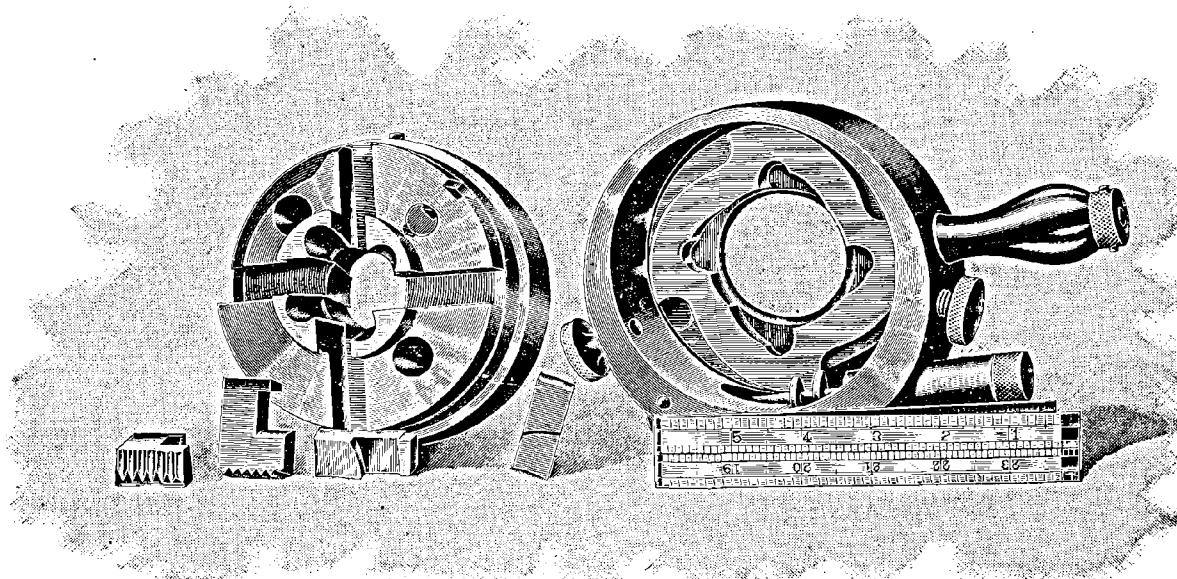


Fig. 514. — Pièces détachées de la filière automatique.

La filière automatique, représentée par les figures 513 et 514, permet de fileter des pièces ayant

J.-L. BRETON. — 21



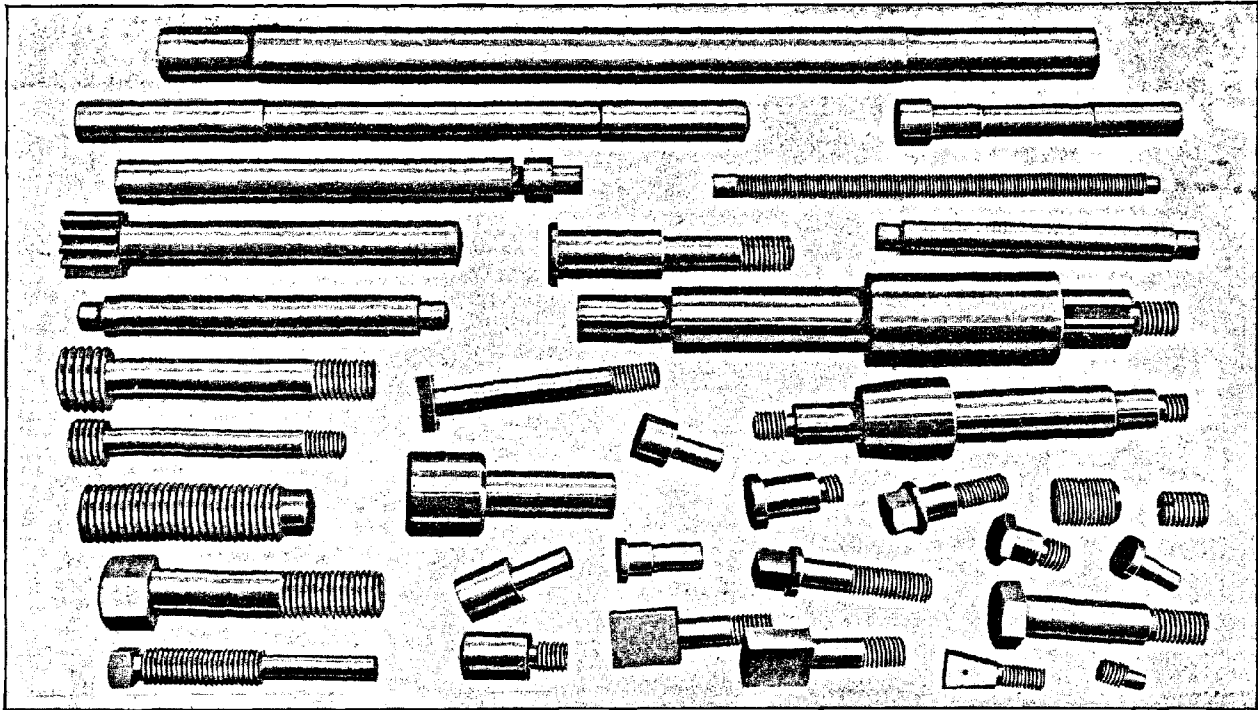


Fig. 515. — Pièces obtenues avec le nouveau tour américain à plateau-revolver.

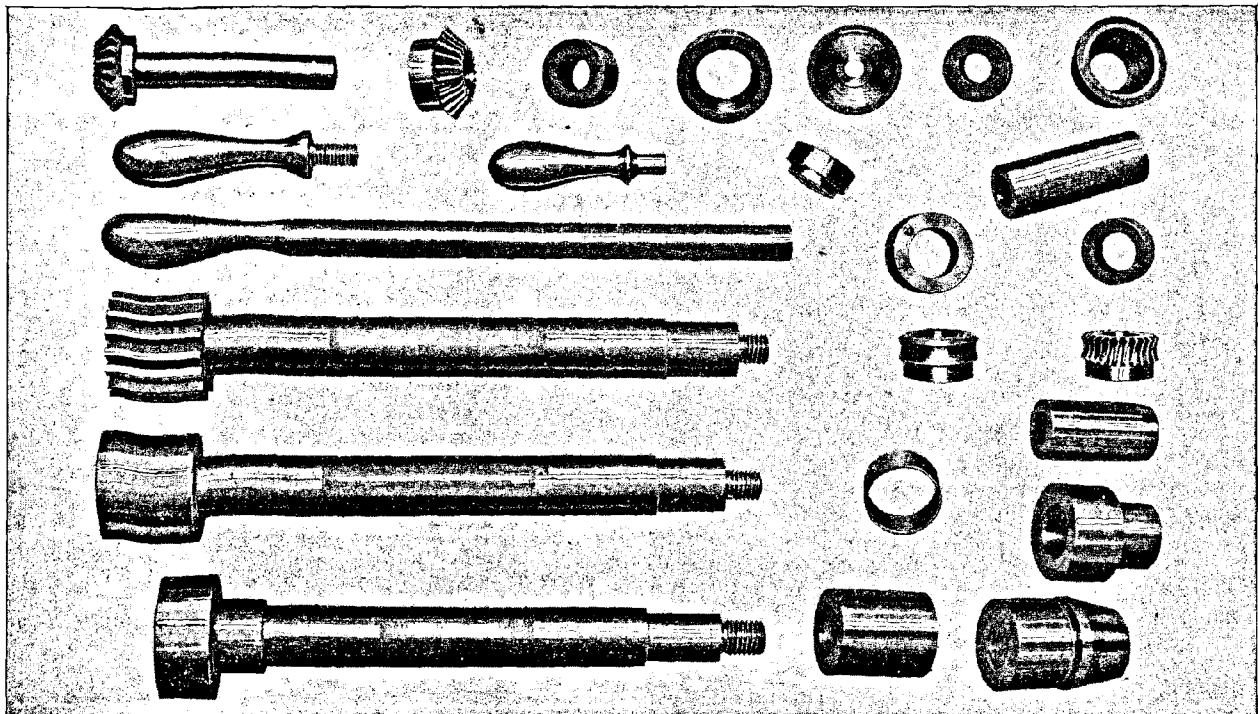


Fig. 516. — Pièces obtenues avec le nouveau tour américain à plateau-revolver.



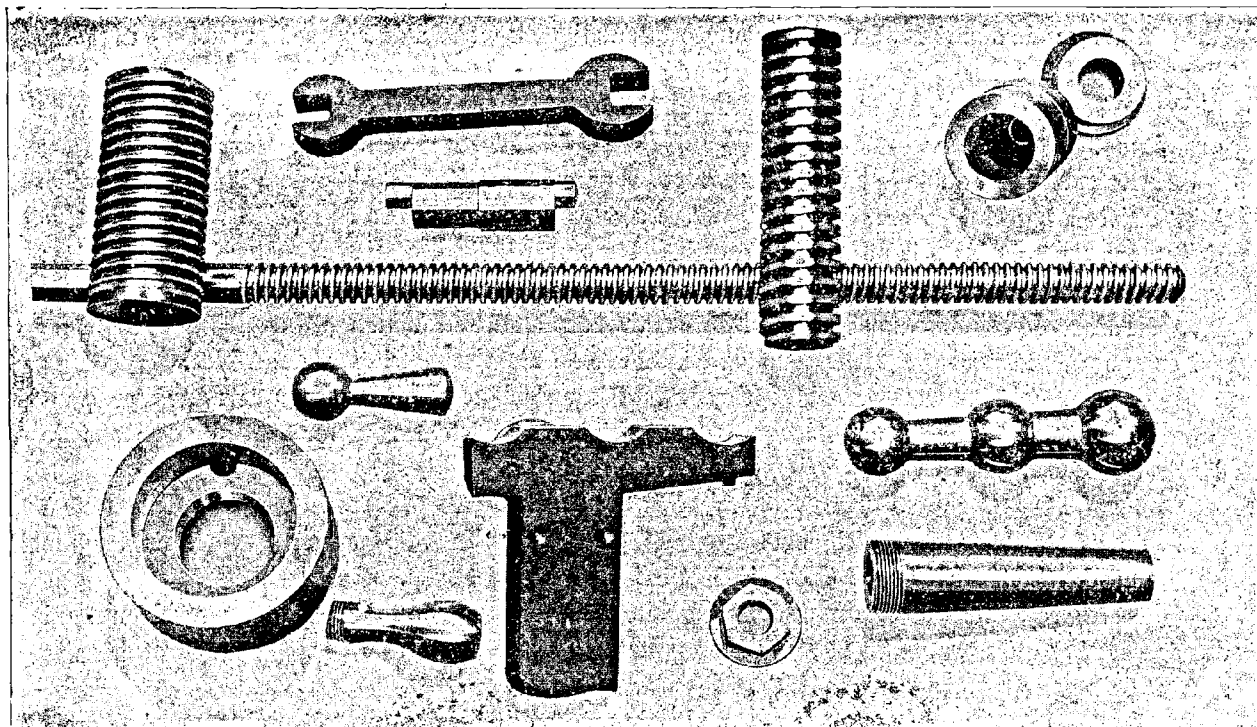


Fig. 517. — Pièces obtenues avec le nouveau tour américain à plateau-revolver.

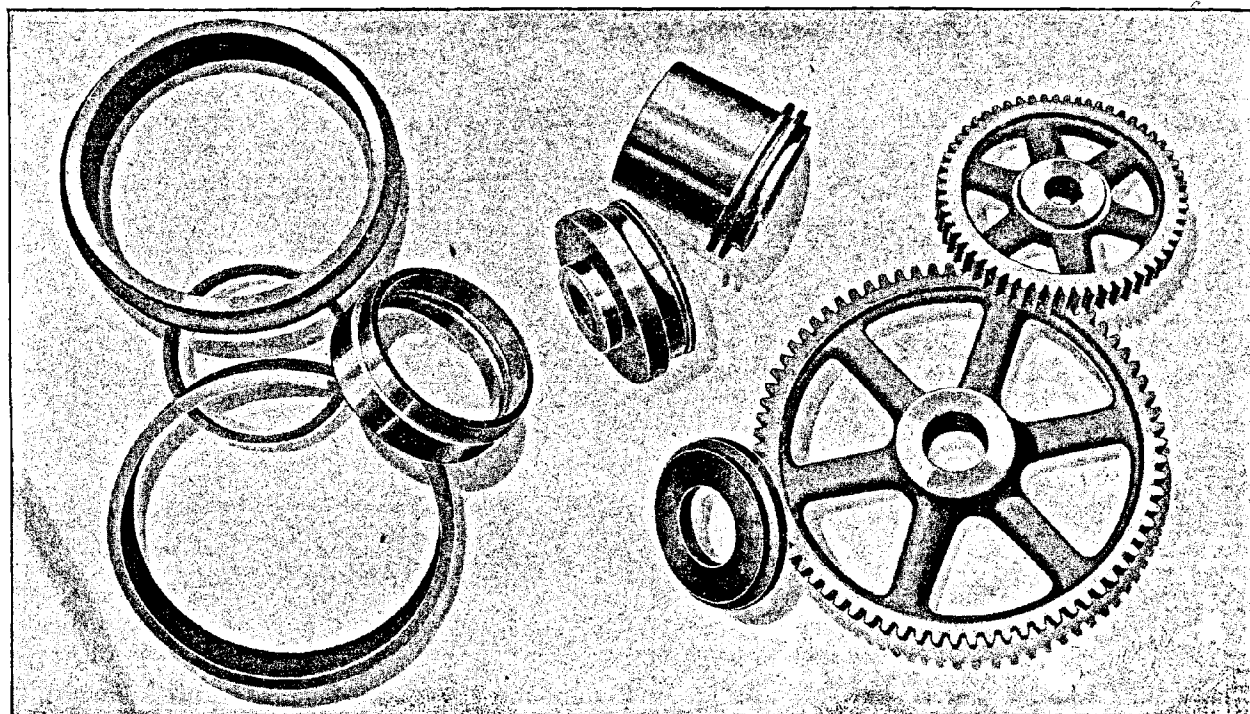


Fig. 518. — Pièces obtenues avec le nouveau tour américain à plateau-revolver.

jusqu'à 32 mm. de diamètre. La filière s'ouvre automatiquement à fin de course. La partie antérieure des peignes des coussinets possède seule un dégagement; par suite, la partie arrière, qui n'en possède pas, sert de lunette au filet produit. Cette méthode permet d'obtenir des filets d'une grande exactitude.

La connexion entre le collet de fixation et le corps de la filière est obtenue à l'aide d'un double joint universel qui lui permet de fléchir dans tous les sens pendant le travail de filetage. La tige maintenant la came dans la position de travail, est pourvue de deux parties méplates formant arrêts: l'un de ces plats correspond à la coupe d'ébauchage, l'autre à la coupe de finissage. On passe de l'une à l'autre de ces deux positions en faisant faire un demi-tour à la tige. Les différentes pièces qui composent la filière automatique et les coussinets de filetage sont interchangeables.

Pour terminer nous allons rapidement indiquer quelques genres de travaux que l'on peut commodément effectuer avec l'intéressant tour américain à plateau-revolver que nous venons de décrire en détail.

Les différents genres de travaux représentés par la figure 515 sont obtenus sur le tour à plateau-revolver avec le dispositif comportant la filière automatique. Ce dispositif permet d'allier une grande production avec une grande variété dans les travaux produits.

La figure 516 représente une série de pièces obtenues sur le tour à plateau-revolver muni des accessoires qui constituent la disposition pour ateliers de chemin de fer. Des forets et alésoirs sont utilisés pour le perçage des pièces.

La figure 517 montre quelques exemples de pièces difficiles pouvant être obtenues économiquement sur le tour à plateau-revolver. L'outillage nécessaire pour ce genre de travaux est toujours fort simple. La grande vis a un diamètre de 48 mm; l'outil pour gabarit a une largeur de coupe de 133 mm et sert à fabriquer la poignée équilibrée représentée sur la droite.

Pour les pièces comportant des parties excentrées, comme par exemple celle dessinée au-dessous de la clef, on remplace les griffes ordinaires du mandrin de serrage par des griffes excentrées. Même la clef représentée sur ce tableau peut être obtenue par le tournage d'une barre à section circulaire ou méplate.

La série de pièces représentées par la figure 518 peut être tournée sur le tour à plateau-revolver au moyen du mandrin à trois ou quatre griffes et de quelques outils spéciaux que l'on peut monter sur le plateau.

On voit par ces quelques exemples que la forme des objets que l'on peut fabriquer rapidement et économiquement avec ce genre de machines-outils est variée à l'infini.

\*  
\*\*

Pour terminer cette étude des tours à revolver, nous allons donner la description du tour revolver universel du « Progrès Industriel » représenté par notre figure 519. Notre figure 520 montre une vue de profil du côté gauche de cette intéressante machine; la figure 521 en montre une coupe longitudinale et la figure 522 une coupe transversale suivant la droite *ab* de la gravure précédente.

Cette machine, de construction toute récente, permet d'exécuter dans les meilleures conditions de précision et de production tous les travaux les plus compliqués que l'on soit amené à faire sur un tour revolver. Elle s'applique aussi avantageusement pour le travail de la robinetterie et de la fabrication d'une grande quantité de pièces semblables que pour celui de pièces diverses de plus grande importance.

Il est reconnu que le montage des outils, dans l'emploi de certains tours revolver dont on s'est servi jusqu'ici, fait perdre beaucoup de temps et qu'il faut, en outre, pour ce travail, des ouvriers très expérimentés; ceci n'est pas le cas pour le tour du « Progrès Industriel » et un simple aperçu des figures et de la description qui suivent, suffira pour en faire comprendre les grands avantages. Un des points les plus caractéristiques est qu'il sert, non seulement de tour revolver, mais, que pour beaucoup de travaux il remplace avantageusement les tours ordinaires.

Cette machine, d'une construction très robuste est très résistante; quoique la hauteur des pointes soit petite en proportion de sa force, elle peut travailler avec grande facilité les pièces les plus grandes qui peuvent être montées.

Le banc de la machine est avec ajustement prismatique et est évidé à sa partie inférieure de manière à pouvoir y loger la vis mère et son écrou; il est entouré d'un chariot cylindrique qui peut être déplacé sur le banc.

La tourelle revolver est disposée dans un plan vertical et tourne autour d'un axe horizontal; elle est ajustée sur le chariot cylindrique et peut tourner autour du chariot du banc; sa circonférence extérieure est percée de seize trous dans lesquels sont encastrés des coins trempés et rectifiés qui permettent de la fixer en place au moyen d'une cale qui peut être enfoncée ou retirée par un levier excentré. Il existe pour chaque coin un second trou percé parallèlement à l'axe de l'arbre de la poupée; tous les trous sont percés alternativement à 20 et 30 millimètres de diamètre et servent pour le montage des seize outils. A côté de chaque trou porte-outil est placé un trou fileté, destiné spécialement à recevoir les vis de butée qui servent à limiter le déplacement de la tête revolver sur le banc, qu'on la déplace à la main ou automatiquement.

La tourelle revolver est taillée sur son périmètre en roue à vis sans fin qui peut être embrayée ou débrayée avec une vis sans fin qui est calée dans une boîte excentrique; elle peut ainsi être tournée ou automatiquement ou à la main au moyen d'un volant. Le dispositif rend le support transversal inutile et permet de planer beaucoup plus proprement qu'avec les machines qui reçoivent leur mouvement par vis et avec lesquelles le filet reste toujours marqué sur le travail.

Le mouvement circulaire de la tourelle autour du banc est employé comme mouvement

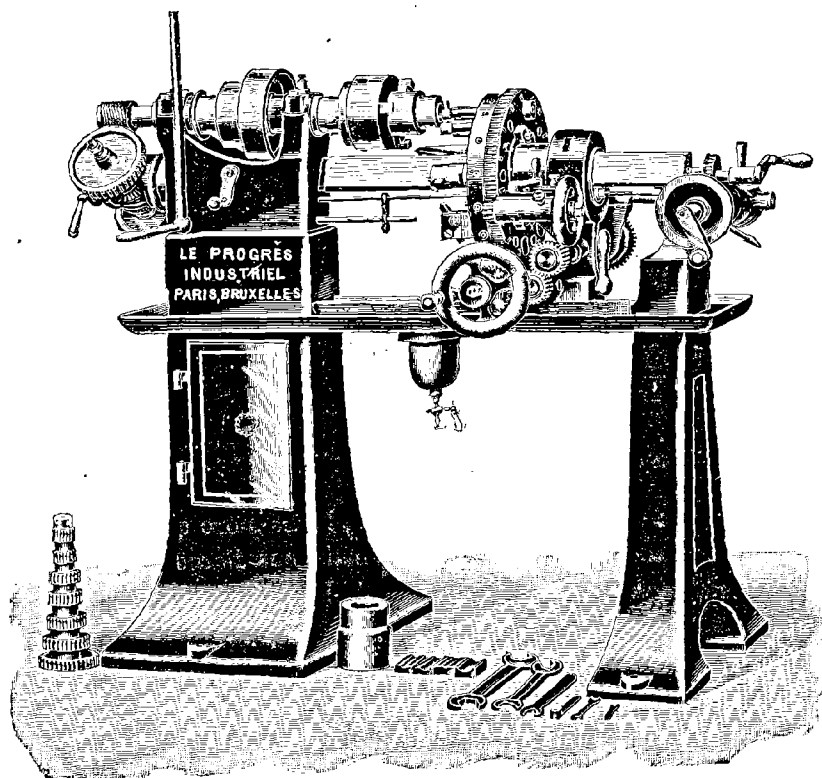


Fig. 519. — Tour revolver universel du « Progrès Industriel ».

transversal et, soit qu'il serve à planer ou à fileter intérieurement ou extérieurement, il peut être limité en plus des coins de fixage, par des vis de butée qui peuvent être réglées pour chaque outil et qui sont encastrées dans une rainure circulaire de forme prismatique tournée dans la tourelle revolver

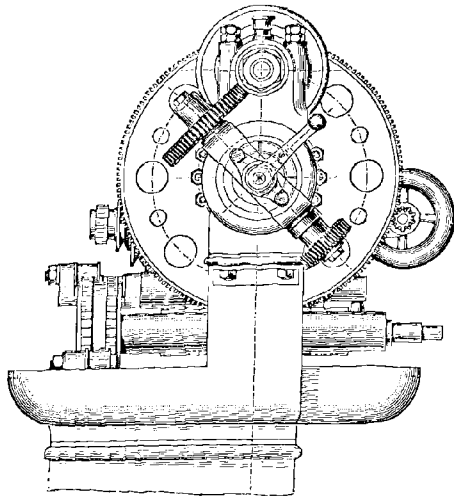


Fig. 520. — Vue de profil du côté gauche.

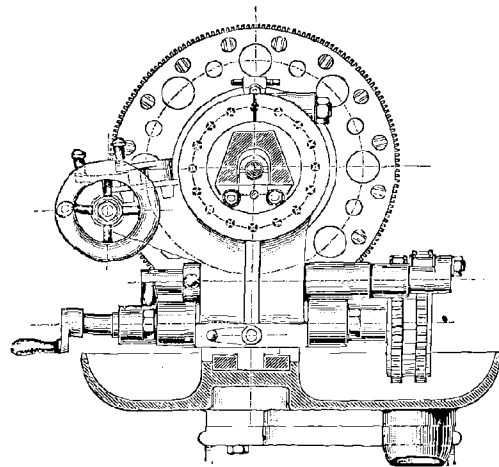


Fig. 522. — Coupe transversale suivant *ab*.

Pour le mouvement automatique, la vis mère qui est en deux pièces est munie, à la partie qui se trouve sous la poupée fixe, de manchons d'accouplement; elle peut être débrayée à la main ou automatiquement au moyen de vis de butée qui se placent tantôt en avant et tantôt en arrière.

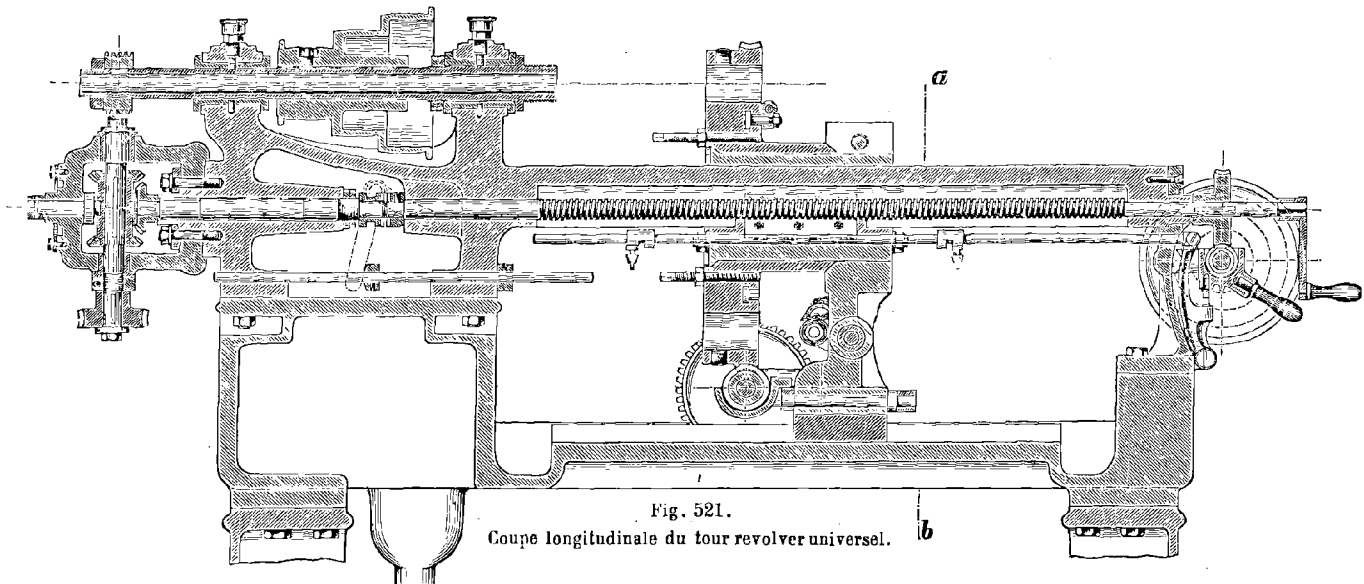


Fig. 521.  
Coupe longitudinale du tour revolver universel.

A l'extrémité gauche de la vis mère est fixé un pignon d'angle. La boîte d'engrenages, dans laquelle est logé un arbre, peut être tournée autour de l'axe de la vis mère et fixée dans différentes positions. Sur l'arbre logé dans la boîte d'engrenages sont montés deux pignons d'angle qui

peuvent être déplacés au moyen d'un levier à main. Par le déplacement du levier on embraye l'un ou l'autre des pignons et on obtient ainsi la marche à droite ou à gauche de la vis mère.

Le changement de marche et le débrayage peuvent ainsi être obtenus même pendant la plus grande vitesse de rotation de l'arbre de la poupée. A une vitesse de 3.000 tours, il se produit moins de bruit qu'à une marche ordinaire avec les dispositifs employés jusqu'ici.

Dans le cas où l'on a besoin de deux différents pas de filetage, ou bien d'un pas de filetage et d'un pas de chariotage, on fixe à chaque extrémité de l'arbre de la boîte d'engrenages une roue à vis sans fin et, en tournant la boîte, on embraye tantôt l'une et tantôt l'autre roue avec la vis sans fin calée sur l'arbre de la poupée.

La machine filete les vis : soit Whitworth de 5 à 40 pas par 1" anglais ; soit métrique de 1/2 à 6 millimètres. Dans l'un ou l'autre cas, la machine est munie d'une série de roues d'engrenages divisées et fraisées à la machine. Le calcul des pas en est si simple que tout ouvrier peut monter de suite, sans tableau de filetage, le pas désiré. La justesse du pas provient de ce qu'il n'y a que deux roues qui engrènent, au lieu de 5 à 8 comme cela a lieu avec d'autres machines.

En dehors du mouvement automatique donné par la vis sans fin, il y en a encore un second. A l'extrémité droite de la vis-mère est calée une roue à vis sans fin qui peut être embrayée ou débrayée avec une vis sans fin montée dans une boîte excentrique. Sur l'arbre de cette vis sans fin est fixée une poulie ainsi qu'un pignon cône qui transmet le mouvement à une tringle maintenue à cette extrémité par une boîte d'engrenages au moyen de deux pignons fixés sur celle-ci. A son extrémité gauche, la tringle est munie d'une vis sans fin qui peut être mise en contact avec la couronne dentée de la tourelle revolver et la faire ainsi tourner automatiquement autour du banc, soit à droite, soit à gauche, selon que l'un ou l'autre des deux pignons de la tringle de commande est embrayé.

Les avantages les plus importants de ce nouveau tour revolver sont les suivants : Une grande facilité et rapidité pour monter les outils servant pour les différentes opérations. Une marche automatique de chaque outil pour des travaux de longue durée, pour charioter, planer et copier, ce qui permet à un ouvrier de conduire en même temps plusieurs machines. Une grande distance des outils entre eux, malgré leur grand nombre : par ce fait que les outils tournent autour du banc du tour et se retirent de la place de travail, on évite qu'ils viennent toucher à la pièce en travail. De plus tous les outils ont pour le chariotage et le planage des butées qui tournent avec la tête revolver et peuvent être facilement réglées, ce qui permet de tenir les outils très courts. Enfin, sans changer les roues d'engrenages, on obtient deux pas de vis différents, selon les besoins, et en outre le chariotage et le planage qui tous deux peuvent être, au moment désiré, embrayé et débrayé.

\*  
\* \*

Nous nous sommes étendus assez longuement sur les tours revolver par ce qu'ils présentent, comme on a pu s'en rendre compte par les descriptions précédentes, des dispositions mécaniques très variées et très intéressantes.

Ils constituent de plus un des genres de machines-outils, dont l'application relativement récente a permis de faciliter et d'activer considérablement la production moderne.

**Tours divers.** — On construit également un assez grand nombre de systèmes de tours spécialement destinés à des usages particuliers; nous ne pouvons certes pas décrire ici tous ces

systèmes et nous nous contenterons d'en citer quelques-uns. Tels sont les trois modèles de tours spéciaux construits par la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, et que représentent nos figures 523, 524 et 525.

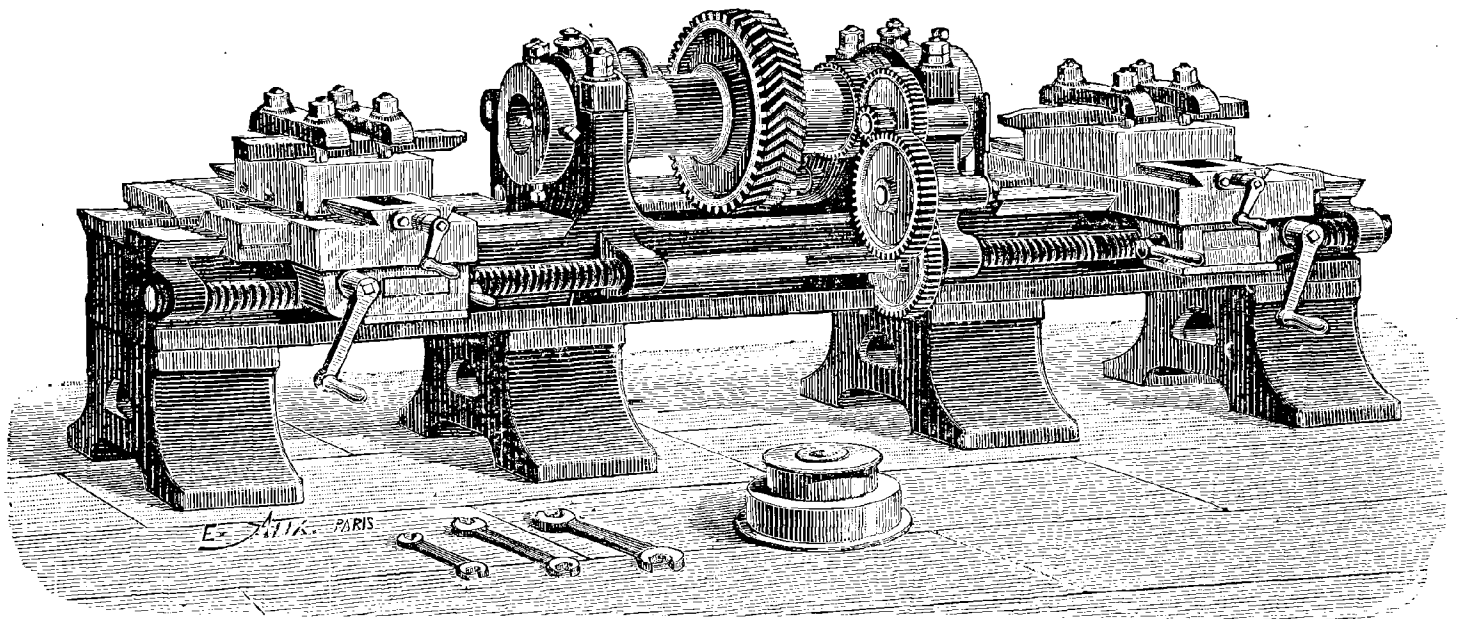


Fig. 523. — Tour à deux chariots et arbre creux pour le façonnage des projectiles.

Le premier de ces appareils est destiné au façonnage des projectiles et autres pièces similaires. Il se compose d'une très forte poupée à arbre creux fondue avec le banc; cette poupée porte une combinaison d'engrenages pour fileter et charioter. Le banc est monté et boulonné sur quatre pieds très rustiques; à ses deux extrémités sont disposés deux forts supports à chariot très robustes, commandés par la vis mère et fonctionnant ensemble ou séparément. Ces tours se cons-

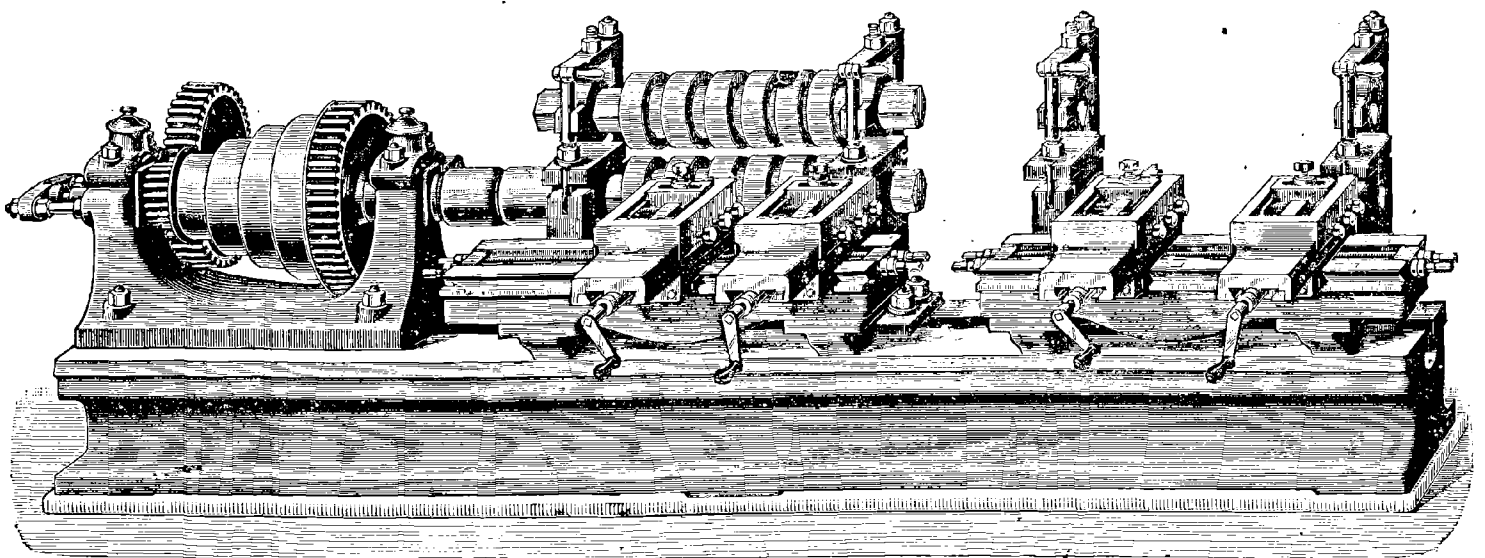


Fig. 524. — Tour spécial pour tourner les cylindres de laminoirs de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

truisent généralement avec des bancs de 4<sup>m</sup>,500 de longueur totale, sur 30 à 40 centimètres de hauteur de centre.

\*  
\*  
\*

Le tour que représente la figure 524 est tout spécialement construit pour la fabrication des cylindres de laminoirs. Il possède une poupée fixe à double harnais d'engrenages et cône à quatre diamètres; deux tables à coulisses sur pieds, recevant chacune deux chariots; enfin, deux supports avec lunettes-guides pour les cylindres supérieurs. La poupée est munie d'un mandrin d'entraînement particulier. Ce tour, de 5 mètres de longueur et 50 centimètres de hauteur de centre au-dessus du banc, permet de tourner des cylindres de laminoirs de 1<sup>m</sup>,50 de longueur sur 26 centimètres de diamètre.

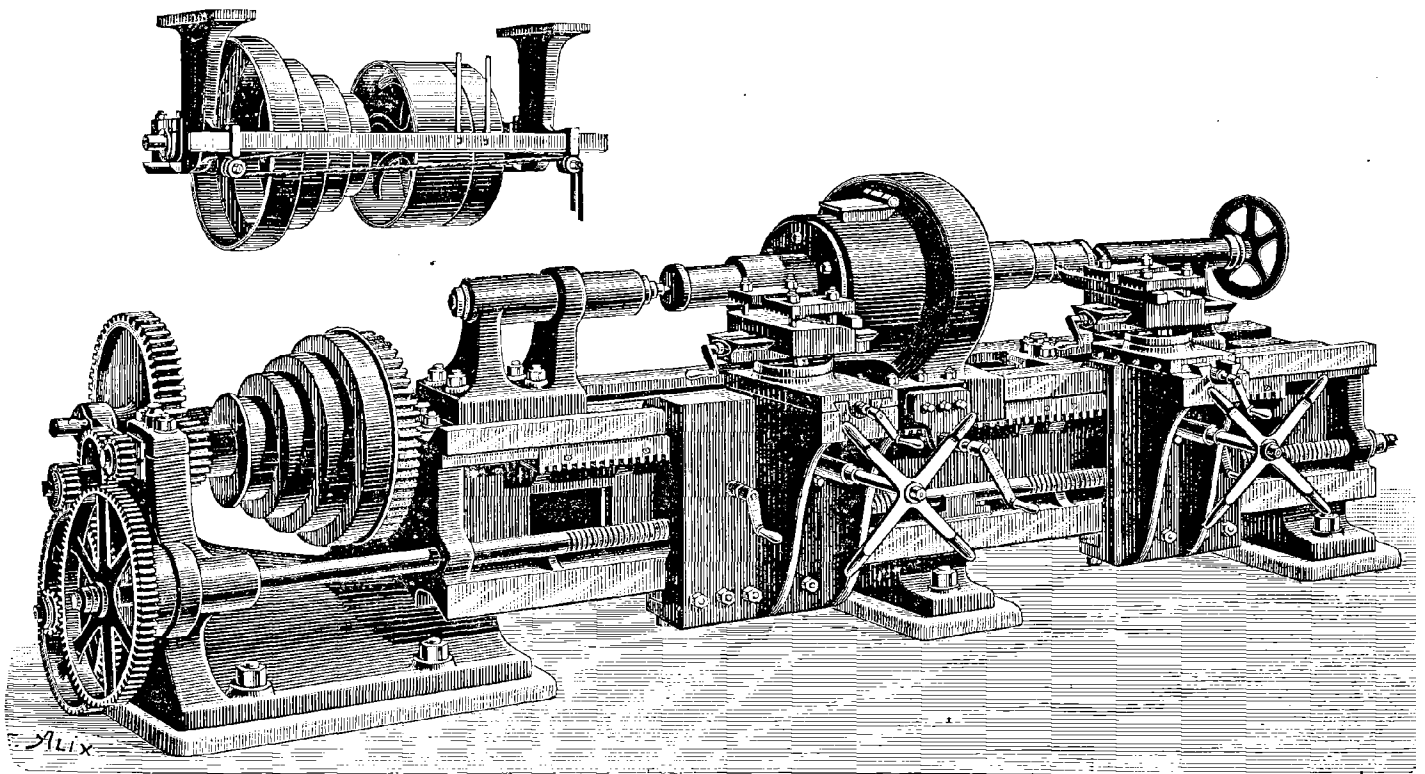


Fig. 525. — Tour parallèle à deux chariots spécialement disposé pour tourner les fusées d'essieux.

\*  
\*  
\*

Le tour de la figure 525 est spécialement disposé pour tourner les fusées d'essieux; la poupée fixe est placée au centre du banc; l'essieu à tourner est maintenu dans un gros mandrin central commandé par un pignon fixé sur le prolongement de l'arbre du cône de commande et engrenant avec une couronne dentée; l'essieu est supporté de chaque côté par deux contre-pointes. Deux chariots, commandés automatiquement par une série d'engrenages et une vis mère, permettent d'attaquer en même temps les deux fusées.

\*  
\*  
\*

La figure 526 représente un tour Niles de MM. Glaenzer et Perreaud, également destiné au tournage des essieux des wagons et locomotives et d'une disposition analogue au précédent. Les essieux, solidement fixés entre deux contre-pointes, sont entraînés par un mandrin central; ce mandrin est commandé, à l'aide d'un pignon et d'une couronne dentée, par un arbre placé longitudinalement dans le milieu du banc; cet arbre est lui-même actionné par un cône à trois étages au moyen d'un train d'engrenages droits.

Les deux chariots, pouvant attaquer simultanément les deux fusées de l'essieu placé sur le tour, sont commandés automatiquement par une vis mère; cette vis mère est elle-même actionnée, au moyen d'une série d'engrenages, par l'extrémité de l'arbre longitudinal commandant le mandrin central. Une pompe permet d'arroser constamment par deux tubés à genouillère les outils des chariots; le banc forme réservoir d'huile.

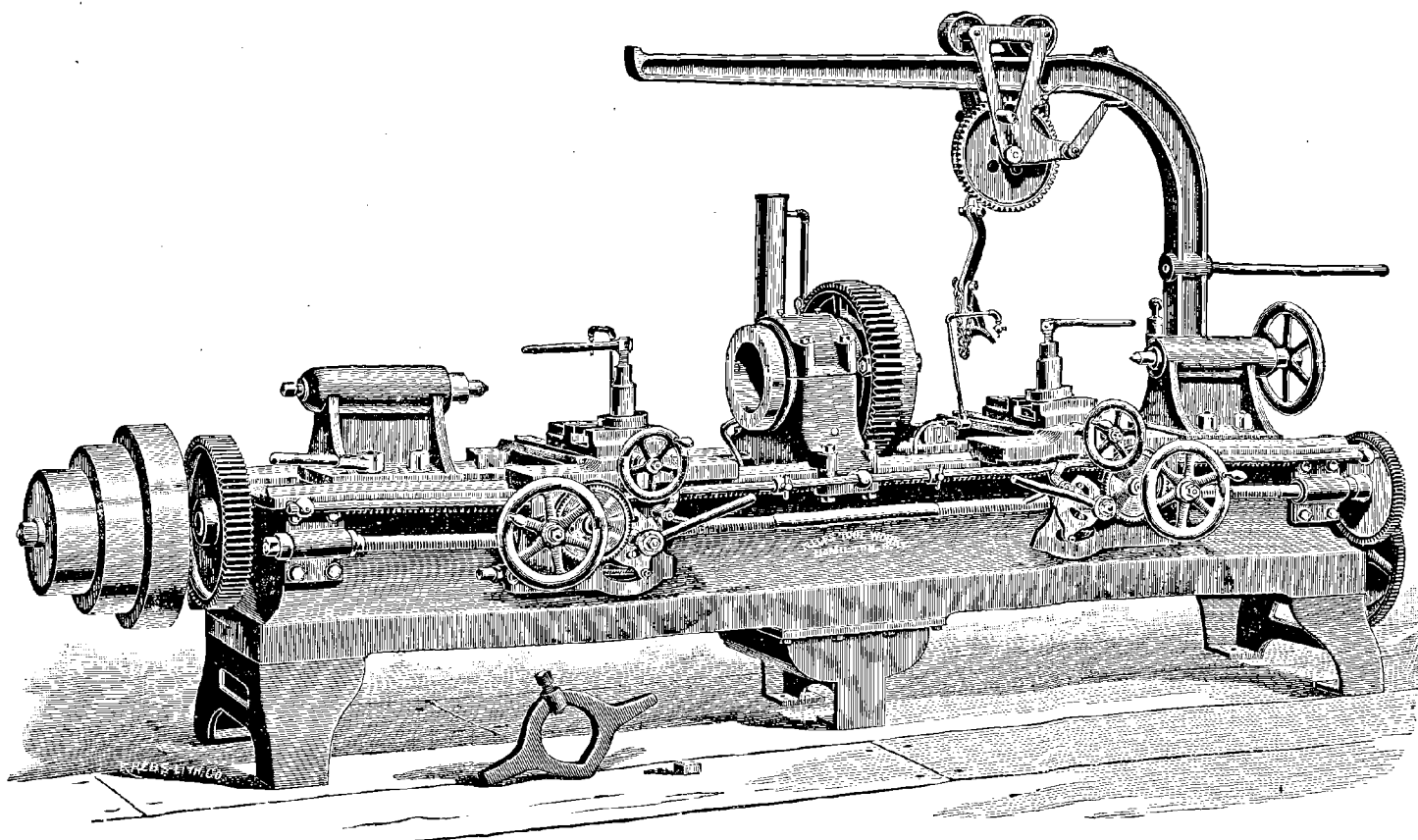


Fig. 526. — Tour double Niles pour tourner les fusées d'essieux de wagons et de locomotives.

Cette machine donne une production double de celle réalisée par un tour ordinaire ne permettant que le tournage d'une seule fusée à la fois. Une petite grue, placée sur le bâti même du tour, permet à un seul homme de manœuvrer avec grande facilité les essieux à placer sur le tour ou à retirer après le tournage.



\*  
\*\*

Le tour spécial à tourner les poulies de M. Lucas, représenté par la figure 527, est très commode pour tourner les poulies plates ou à gorge, à 4 ou 6 bras, de 25 à 80 centimètres de diamètre.

Il se compose d'un banc robuste portant sur le devant une console à deux rainures en T sur laquelle peut se déplacer un support recevant le chariot porte-outil; ce chariot peut recevoir un mouvement automatique au moyen d'une roue à rochet et d'un cliquet commandé par une série de leviers.

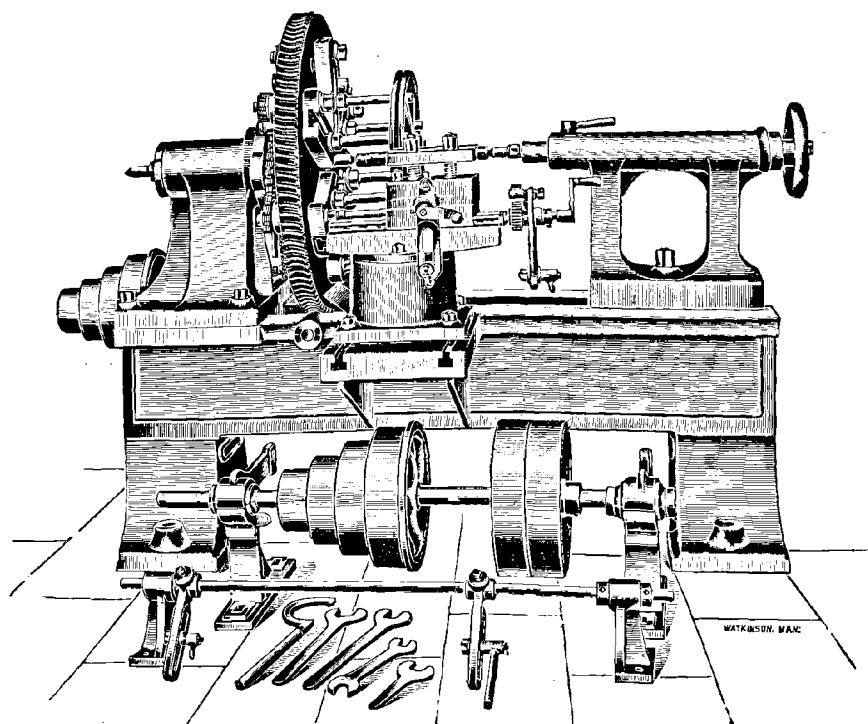


Fig. 527. — Tour spécial pour tourner les poulies de M. Lucas.

La poupée fixe supporte une grande roue sur laquelle sont fixées des griffes mobiles et ajustables; sur l'arrière de cette roue se trouve un mouvement d'avancement, par chaîne sans fin, commandant simultanément les griffes qui sous son action viennent s'appliquer et exercer une pression sur les extrémités des bras de la poulie à tourner.

La grande roue porte-poulie présente un pourtour convenablement denté pour engrener avec une vis sans fin elle-même commandée, au moyen d'engrenages d'angle, par un cône à quatre étages.

\*  
\*\*

Le tour Niles de MM. Glaenzler et Perreaud de la figure 528 est encore spécialement construit pour tourner avec le maximum de facilité les poulies jusqu'à 1<sup>m</sup>,52 de diamètre et 61 centimètres de largeur de jante.

Ce tour est réduit aux dimensions minima pour le travail à effectuer; l'entraînement de la poulie se fait par un toc équilibré système Clément qui a pour but d'obtenir un effort d'entraînement égal sur deux bras quelles que soient leurs positions relatives.

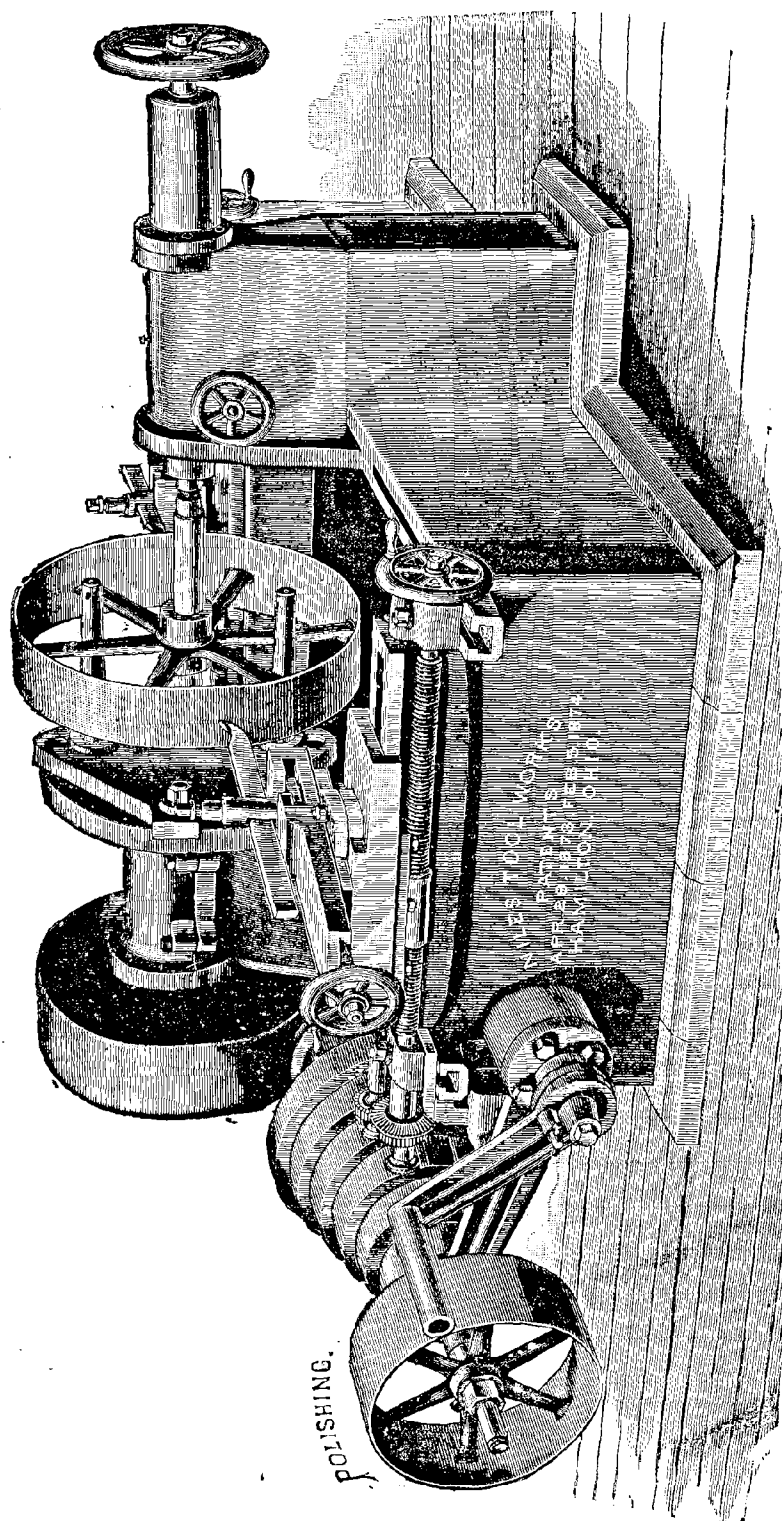


Fig. 528. — Tour Niles spécialement construit pour tourner la jante des poulies.

De chaque côté du tour sont placés les chariots porte-outils avec avancement automatique. Le plateau reçoit son mouvement d'un cône à 5 ou 6 étages par l'intermédiaire d'un engrenage hélicoïdal, ce qui assure une grande régularité pour le mouvement de rotation.

Ces tours se complètent par l'emploi d'une aléreuse spéciale (fig. 529) et cet ensemble permet d'arriver à une fabrication de poulies très économique. Les poulies sont d'abord percées et alésées puis mises sur broches et tournées; en général une aléreuse peut alimenter deux tours.

L'aléreuse se compose d'une barre d'alésage maintenue par le bâti au-dessus du centre d'un plateau horizontal tournant sur un pivot vertical. La barre d'alésage est animée d'un mouvement d'avancement automatique et est disposée de façon à recevoir soit un foret pour le perçage, soit un outil pour l'alésage.

Cette aléreuse sert également pour aléser ou percer tout manchon, galet ou autres pièces analogues.

Avec un tour et une aléreuse conduits par un homme, on arrive couramment à aléser et tourner en 10 heures, 40 poulies de 40 centimètres de diamètre

sur 10 centimètres de largeur de limbe, ou 8 poulies de 1<sup>m</sup>,20 de diamètre sur 20 centimètres de largeur de limbe.

**Renvois de mouvement pour la commande des tours.** — Pour commander les tours, comme d'ailleurs la plupart des machines-outils que nous allons décrire, on emploie des renvois de mouvement spéciaux constitués par un arbre de faible longueur tournant entre deux papiers supportés par des chaises ordinairement suspendues au plafond ou appliquées contre le mur; cet arbre reçoit le cône de changement de vitesse, analogue à celui placé sur la poupée fixe du tour mais disposé naturellement en sens inverse. Il est actionné par une courroie passant sur une poulie fixe, accolée à une poulie folle; un débrayage, manœuvré par levier (fig. 530) ou par cordes (fig. 531), permet de faire passer tour à tour la courroie de la poulie fixe à la poulie folle et, par suite, de mettre en marche ou d'arrêter le tour.

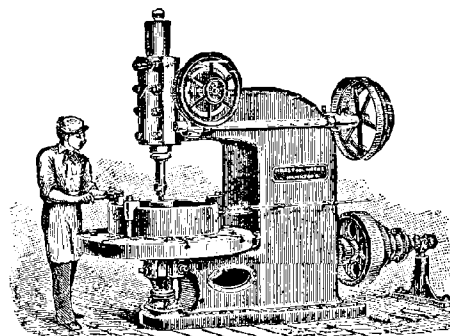


Fig. 529. — Aléuse pour poulies.

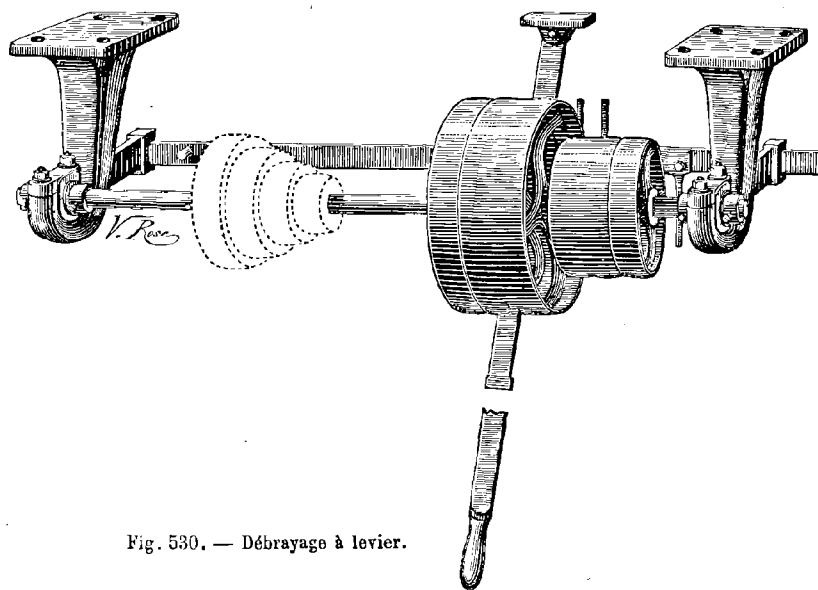


Fig. 530. — Débrayage à levier.

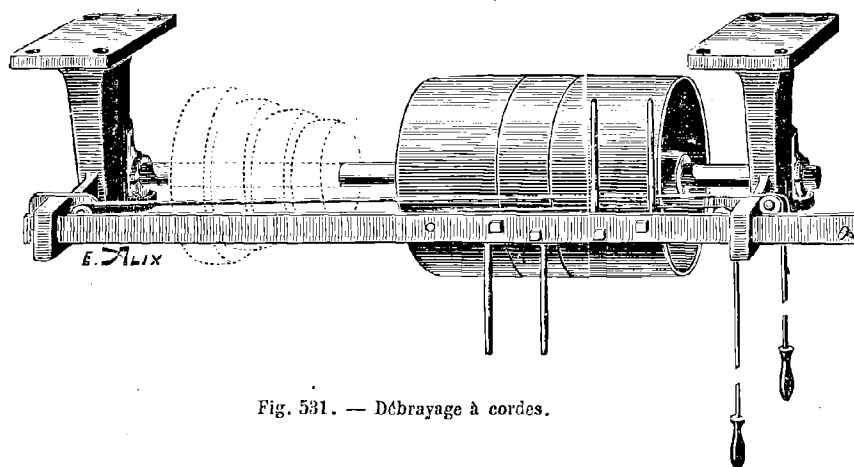


Fig. 531. — Débrayage à cordes.

On utilise parfois avec avantage un renvoi à changement de vitesse à double courroie permettant, par un simple mouvement du débrayage, d'obtenir l'une ou l'autre vitesse. Nos figures 532, 533 et 534 font facilement comprendre le mécanisme de ce changement de vitesse; l'arbre de transmission possède un tambour cylindrique de grande longueur et l'arbre intermédiaire, comme l'indique la figure 530, quatre poulies : deux poulies folles, l'une grande, l'autre petite, entourées de deux poulies fixes de diamètres correspondants. La largeur des poulies folles est double de celle des poulies fixes.

Lorsque les deux courroies se trouvent, comme l'indique la figure 532, sur les deux poulies folles l'appareil est au repos. Suivant qu'on pousse le débrayage d'un côté ou d'un autre, on fait passer l'une des courroies sur la grande poulie fixe (fig. 533) ou sur la petite poulie fixe (fig. 534) et on obtient, par conséquent, l'une ou l'autre vitesse.

Ce renvoi de mouvement à double vitesse est très commode mais présente l'inconvénient d'absorber une assez grande somme d'énergie, par suite des multiples frottements que provoque l'emploi de deux courroies et de deux poulies folles.

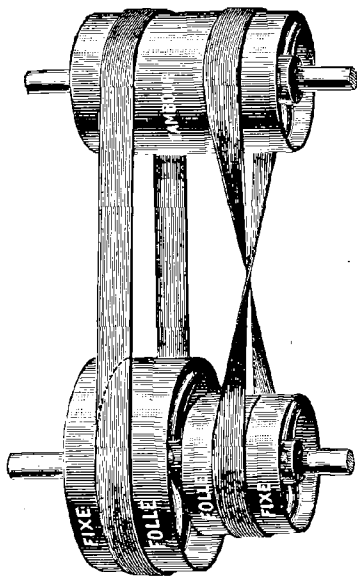


Fig. 532.  
Position des courroies au repos.

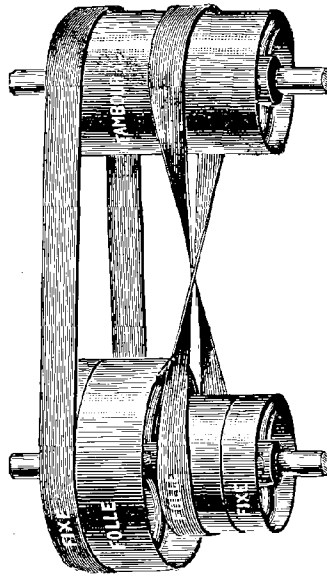


Fig. 533.  
Position des courroies en petite vitesse.

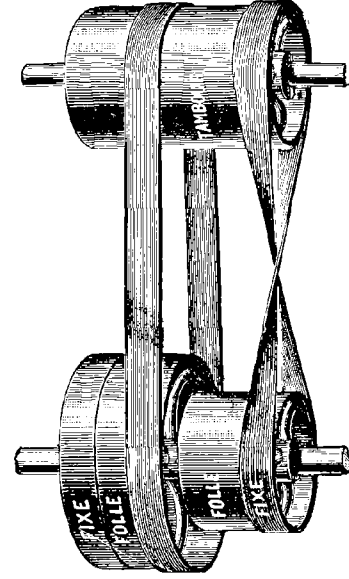


Fig. 534.  
Position des courroies en grande vitesse.

Dans nos figures 532, 533 et 534 l'une des courroies est droite et l'autre croisée; dans ce cas, il est bien évident que lorsqu'on emploie l'une ou l'autre on change, non seulement la vitesse, mais encore le sens de rotation; au contraire, si l'on fait usage de deux courroies droites ou de deux courroies croisées, on change simplement la vitesse et non le sens de la rotation.

On peut également changer uniquement le sens de la rotation sans changer la vitesse en utilisant, comme le montre la figure 534, trois poulies de même diamètre, l'une fixe comprise entre deux folles d'une largeur double, et deux courroies, l'une droite et l'autre croisée.

Comme nous l'avons dit plus haut, ces renvois de mouvement peuvent être utilisés pour toutes les machines-outils; nous n'y reviendrons donc pas dans l'étude des autres machines.

Rappelons que les tours et toutes les machines-outils reçoivent avec beaucoup d'avantage la commande directe par moteur électrique et que ce nouveau mode de commande tend heureusement à se répandre de plus en plus; mais nous n'insisterons pas ici sur cette intéressante question déjà traitée plus haut dans une partie spéciale.

**Appareils accessoires de tours.** — Comme nous l'avons déjà dit, le tour pourrait au besoin, dans bien des cas, remplacer la plupart des autres machines, entre autres les machines à percer et à fraiser, à raboter, à aléser, etc.

On se sert fréquemment du tour pour percer des trous dans des pièces quelconques, soit

en fixant la mèche dans le mandrin du tour et la pièce à percer sur le support à chariot qui en provoque l'avancement; soit inversement en plaçant la pièce à perforer sur le plateau du tour et la mèche sur le support à chariot ou sur la contre-pointe.

Pour des pièces de petites dimensions, les tours peuvent remplacer les étaux-limeurs et les machines à raboter pour dresser des surfaces planes; il suffit pour cela de disposer l'objet à dresser sur le plateau du tour et à attaquer sa surface, à l'aide d'un outil placé sur le chariot, en utilisant le mouvement d'avancement transversal de ce chariot.

Nous verrons plus loin, dans notre chapitre concernant les machines à aléser, qu'on peut utiliser, et qu'on utilise d'ailleurs fréquemment dans les petits ateliers, les tours pour effectuer des alésages; il suffit de disposer entre pointes la barre porte-lame et de placer sur le chariot la pièce à aléser; l'avancement de cette pièce se fait automatiquement par la vis mère comme pour le chariotage.

En disposant entre pointes un arbre porte-scie ou porte-fraise, on peut facilement employer le tour pour scier ou fraiser des objets placés sur le chariot; on provoque dans ce cas l'avancement de l'objet contre la scie ou la fraise à l'aide du mouvement transversal du chariot.

Pour fraiser les pièces disposées sur le tour entre pointes on construit divers systèmes d'appareils accessoires qui se placent sur le chariot. La figure 535 représente l'appareil universel pour fraiser ou percer sur le tour sur le tour de MM. Bariquant et Marre.

Cet appareil se monte à la place des chariots sur le coulisseau du tablier des tours de précision. Avec la combinaison des chariots, des coulisses pivotantes horizontales et verticales et des réglages convenablement disposés, l'arbre porte-outil peut prendre, par rapport à l'axe du tour, une direction quelconque, de fraisage et de perçage les plus variées. L'arbre porte-fraise est à collets trempés

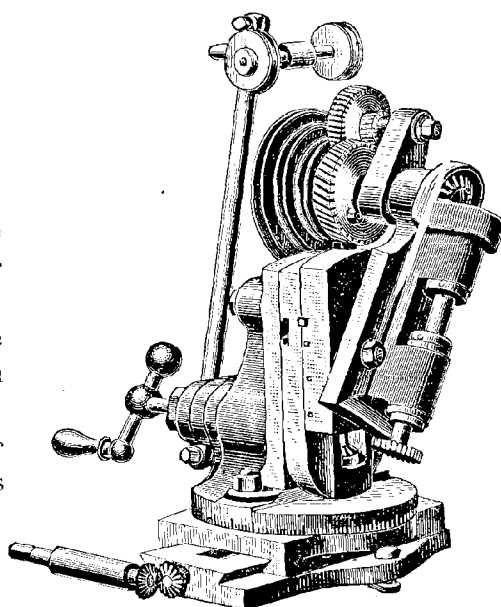


Fig. 535.

Appareil universel pour fraiser ou percer sur le tour.

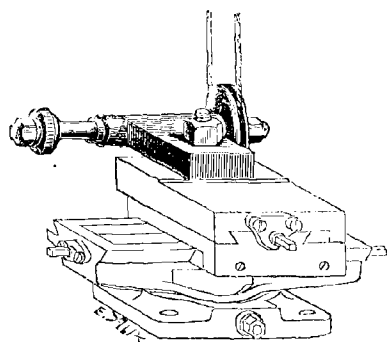


Fig. 536. — Appareil à fraiser horizontal pour tour.

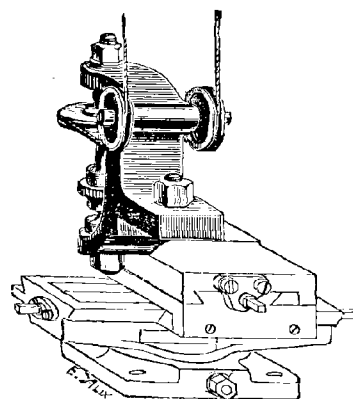


Fig. 537. — Appareil à fraiser vertical pour tour.

et rectifiés. Il reçoit son mouvement d'un cône à trois gorges avec engrenages taillés en hélice.

Cet appareil sert avantageusement pour tailler les roues dentées, droites, coniques, hélicoïdales, pour faire des fraises, des tarauds, des forets hélicoïdaux, des plateaux diviseurs et toutes sortes de pièces fraisées et percées.

Les figures 536 et 537 représentent deux petits appareils à fraiser sur le tour de MM. Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Le premier est un appareil horizontal, constitué simplement par un arbre porte-fraise, actionné par une corde passant sur une poulie à gorge, et tournant dans un palier fixé sur le chariot à la place de la plaque destinée à maintenir les outils. Le second est un appareil vertical ; l'arbre porte-fraise, tournant entre deux pointes, reçoit son mouvement par une corde passant sur deux poulies à gorge.

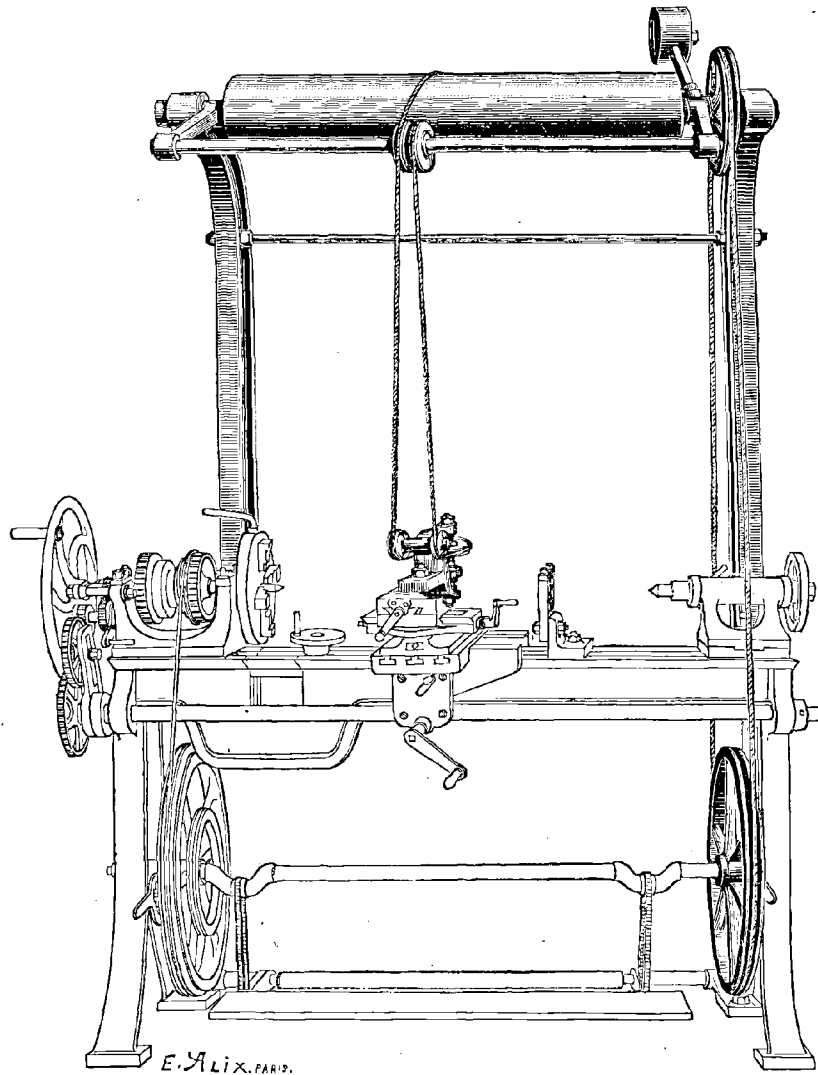


Fig. 538. — Transmission pour fraiser au pied sur un tour parallèle à pédale.

La figure 538 montre, d'ailleurs, le mode d'installation de ces appareils sur un tour à pédale ; la commande se fait par un tambour supérieur actionné à l'aide de la pédale par une roue supplémentaire.

Pour diviser et tailler des engrenages sur le tour on utilise des plateaux diviseurs particuliers dont la figure 539 représente le modèle Bariquant et Marre. Les divisions sont portées par une

couronne indépendante que l'on peut changer à volonté. L'alidade porte un piston réglable à ressort et son ajustement sur la douille centrale du plateau est muni d'un blocage pour assurer la rigidité de tout le système pendant le travail à chaque division.

Dans l'exécution des pièces divisées à taille hélicoïdale, le plateau, étant placé sur l'arbre du tour, suit son mouvement. Dans tous les autres cas, on assure son immobilité, et par suite celle de la pièce, au moyen d'un piston

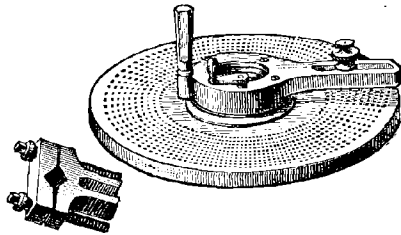


Fig. 539. — Plateau diviseur à trous.

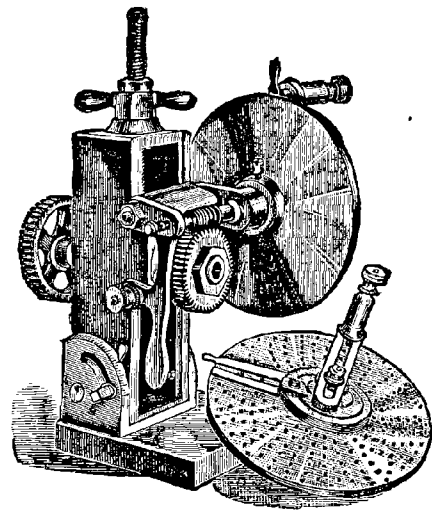


Fig. 540. — Appareil diviseur pour tailler les engrenages sur le tour.

encastré dans la base de la poupée et dont l'extrémité pénètre dans un trou ménagé au dos du plateau.

La figure 540 représente également un appareil diviseur à tailler les engrenages sur le tour, de la Société Franco-Américaine d'outillage. Cet appareil s'adapte à n'importe quel tour. Il n'est pas destiné à remplacer la machine à tailler les engrenages, mais il permet à ceux qui n'en ont pas de faire le travail sans beaucoup de dépense.

L'engrenage à tailler est placé sur un mandrin s'adaptant à un collet conique dans l'arbre de la tête à glissière. Son mouvement de rotation est obtenu au moyen d'une vis sans fin en acier, attachée au plateau diviseur et qui fait mouvoir un engrenage en fonte. La fraise est maintenue sur un arbre entre les pointes du tour, la vis de l'amenage transversal du tour étant employée pour l'avancement. L'arbre est muni d'un mouvement vertical de 100 millimètres; le diamètre de l'engrenage à tailler dépend de la hauteur de pointes du tour. Deux plateaux diviseurs sont fournis en même temps que chaque machine, ce qui permet de diviser tous les numéros jusqu'à 50 et tous les numéros pairs jusqu'à 100. Cet appareil peut au besoin être employé pour la fabrication des tarauds, fraises, etc.

On voit, par ces quelques exemples, les services considérables et variés que peut rendre le tour dans l'industrie mécanique.

\*  
\*  
\*

On construit d'ailleurs des tours spécialement disposés pour être utilisés à une multitude d'usages différents et remplacer ainsi plusieurs machines-outils.

Ceci est d'autant plus nécessaire que les nouvelles inventions qui, chaque année, enrichissent la mécanique, exigent des outils de plus en plus pratiques, permettant de produire dans les meilleures conditions d'exactitude et d'économie, aussi bien les pièces les plus simples que les plus compliquées.

Les perfectionnements apportés aux machines et appareils existants, machines à vapeur, électriques, armes, etc., nécessitent l'emploi, soit de nouvelles machines, soit de nouveaux montages destinés à simplifier la fabrication. Ces modifications, ces changements continus d'outillage procu-

rent aux Etats comme aux industriels, d'énormes frais, qu'ils doivent nécessairement répartir sur les pièces en fabrication.

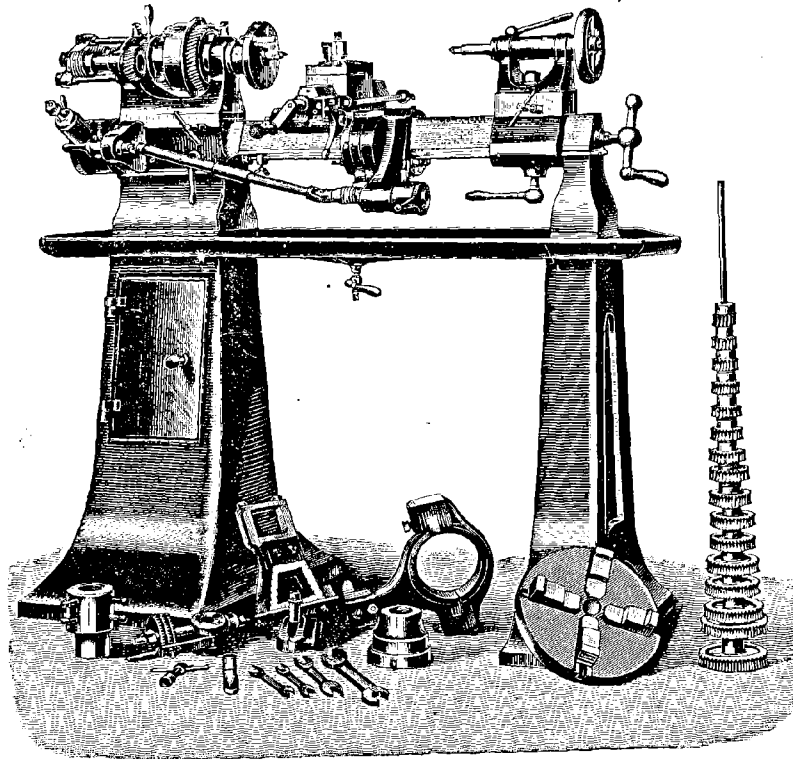


Fig. 541. — Tour universel à travailler les métaux du « Progrès industriel ».

Une machine disposée de telle manière qu'elle puisse s'adapter avec autant d'avantages aux pièces les plus diverses et les produire dans d'aussi bonnes conditions que les machines spéciales employées jusqu'ici, présente donc un grand intérêt.

Grâce à sa construction spéciale, la machine universelle à travailler les métaux du « Progrès Industriel », représentée par la figure 541, remplit en partie ce but.

Comme cette machine est un véritable tour ayant simplement reçu une série d'adjonctions qui étendent

ses usages, nous allons terminer par sa description notre chapitre sur les tours.

Afin de permettre de comprendre plus facilement les nombreuses manières de se servir de ce tour universel, nous allons donner une description détaillée de sa construction ainsi que de celle de ses appareils, qui, par leurs combinaisons, permettent d'obtenir avec facilité une multitude d'opérations, qui avec l'emploi d'autres machines, nécessitent d'ordinaire des montages très coûteux et quelquefois ne peuvent être exécutés.

Notre figure 542 donne une coupe dans le sens de la longueur d'un des modèles de cette machine et la figure 543 une coupe transversale suivant A-B.

Le tour universel est construit exclusivement en forme de tour à cylindrer dont la particularité consiste : 1° dans son support ; 2° dans la transmission du mouvement de l'arbre de la poupée à la vis-mère.

Le banc  $n$  (fig. 542 et 543) a une coupe prismatique et est évidé à sa partie inférieure de manière à pouvoir y loger la vis-mère avec son écrou. Il est entouré d'un chariot cylindrique  $l$ . La plaque de serrage qui supporte l'écrou de la vis-mère est pressée contre le banc au moyen de la clavette conique  $m$ , munie de vis à ses deux extrémités et pouvant être serrée au moyen d'écrous. Par ce moyen, le chariot  $l$  et la plaque de serrage sont fixés ensemble, les écrous agissent sur la clavette cône permettant de limiter le jeu.

Autour du chariot cylindrique  $l$  est fixée la bague de serrage  $d$  percée perpendiculairement au banc d'un trou destiné à recevoir le support transversal et formant la douille de la bague. Le support transversal  $a, b, c$  est introduit par son bras cylindrique  $c$  dans la douille de la bague  $d$  et peut y être fixé dans chaque position désirable. Le guide  $b$  du support transversal a également une



coupe prismatique avec son côté large à la base, afin que la pression de l'outil presse l'une contre l'autre les faces dressées et que la vis soit garantie contre la poussière et les copeaux de tournage.

Il est facile de comprendre qu'au moyen de ce dispositif, il est très simple de mettre le support de l'outil dans toutes les dispositions les plus différentes par rapport à la pièce à travailler, aussi bien horizontalement que verticalement.

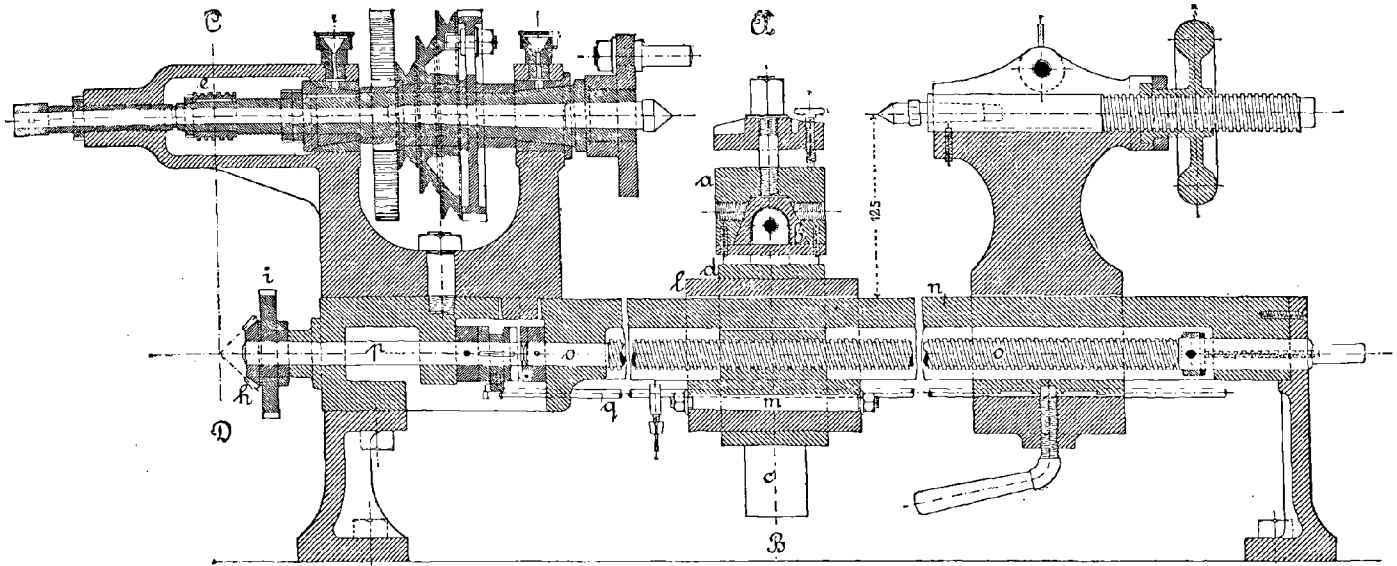


Fig. 542. — Coupe longitudinale du tour universel à travailler les métaux.

La vis-mère *o* est pourvue d'un manchon d'embrayage à griffes qui peut être débrayé avec le manchon se trouvant sur l'arbre prolongé *p*, soit à la main, soit automatiquement par la tringle *q* qui est mise en mouvement par le chariot du banc. A l'autre extrémité de l'arbre *p* est fixée une roue d'engrenage conique. Une boîte d'engrenage, dans laquelle est logé un arbre intermédiaire, peut tourner autour de l'axe *p* et être fixée dans différentes positions, de telle sorte que les roues d'engrenages à vis sans fin, pour le chariotage ou le filetage, qui se fixent sur l'arbre intermédiaire, peuvent toujours s'engrener avec la vis sans fin *e* qui est fixée sur l'arbre de la poupée.

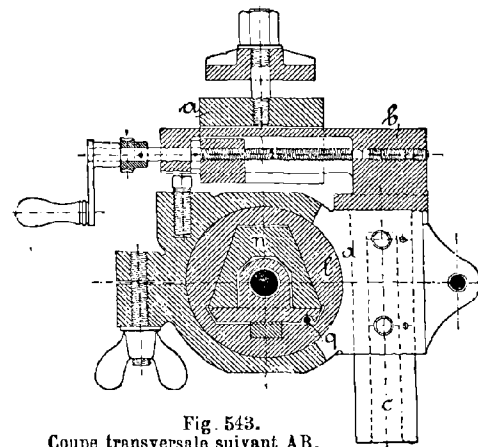


Fig. 543. Coupe transversale suivant AB.

L'arbre intermédiaire porte une couple de pignons cônes disposés de façon à tourner avec lui et déplaçables au moyen d'un levier. Par le déplacement du levier on embraye soit l'un, soit l'autre des pignons d'angle et on obtient ainsi la marche à droite ou à gauche de la vis-mère. Ce changement de marche peut être obtenu même pendant la marche la plus rapide de l'arbre du tour. Le calcul des roues d'engrenages à vis sans fin est si simple que chacun peut de suite, sans tableau de filetage, trouver le pas à obtenir.

Les avantages de cette machine universelle employée comme tour sur les tours ordinaires sont : Le peu d'emplacement nécessité par le support malgré sa grande résistance ; le centrage

rapide de l'outil par la rotation de la bague  $d$  sur le chariot  $l$ ; la transmission du mouvement à la vis-mère par vis sans fin et engrenages au moyen desquels on obtient une coupe et un avancement très réguliers; le changement rapide de pas de filetage, il ne faut en effet changer qu'une seule roue d'engrenage; le logement de la vis-mère et de la vis du support transversal à l'abri des copeaux et de la poussière; l'entraînement central du chariot par la vis-mère évitant le coïncement qui peut se produire avec les autres tours; le débrayage automatique de la vis-mère à chaque endroit que l'on désire;

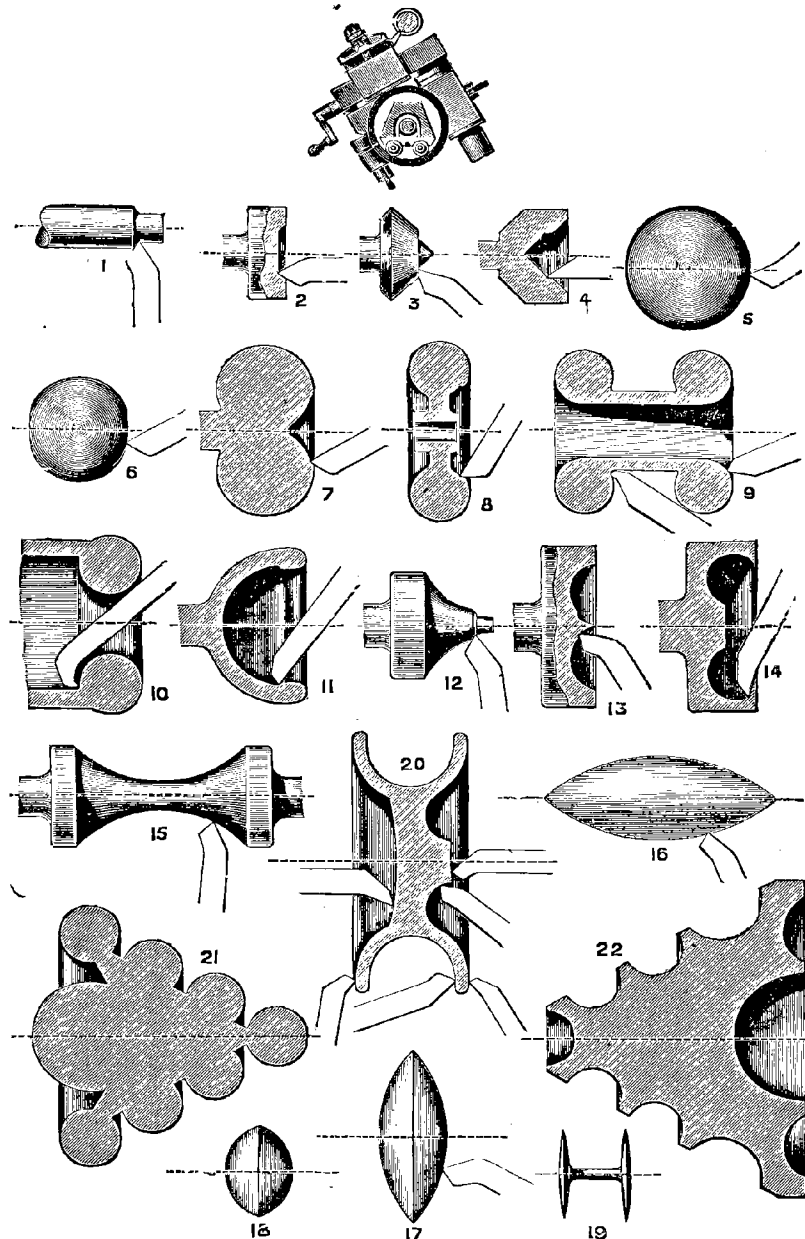


Fig. 544. — Opérations de tournage pouvant être exécutées avec la machine universelle à travailler les métaux.  
 1. Chariotage. — 2. Tournage d'une surface plane. — 3. Cône extérieur. — 4. Cône intérieur. — 5. Sphère. — 6 à 9. Boudins. — 10. Boudins intérieurs. — 11. Sphère concave. — 12. Gorge. — 13 et 14. Tournage concave sur surface plane. — 15. Ovoïde concave. — 16. Ovoïde. — 17 à 19. Lentilles. — 20. Tournage concave sur surfaces planes et de profils. — 21. Boudins et sphères. — 22. Tournage concave et sphérique.

la surface des portées triples par rapport à celle des autres tours ; et enfin la facilité de l'employer comme machine spéciale.

La disposition particulière de ce tour permet en effet, en dehors des travaux ordinaires de chariotage et de filetage, d'exécuter, sans autres appareils ou montages spéciaux et avec grande précision, une quantité de travaux compliqués dont nous donnons quelques vues dans la planche 544.

Ces différentes opérations se font par le simple déplacement du support, comme le démontre les différents exemples indiqués dans la planche 545, exemples que nous allons examiner les uns après les autres :

1. Pour charioter et fileter un arbre cylindrique, la hauteur de l'outil se donne par l'inclinaison du support transversal en tournant la bague autour du chariot du banc. L'outil une fois réglé, l'avancement se donne en embrayant au moyen du levier d'embrayage la vis-mère avec le système de pignons transmettant le mouvement de rotation de l'arbre de la poupée ; la tringle de débrayage une fois réglée, on peut déclancher le tour au moment voulu.

2. Pour le tournage ordinaire en se servant du support à main.

3. Pour tourner une surface plane, la hauteur de l'outil se donne également par la rotation du support transversal autour du banc, l'avance est donnée par la vis du support.

4 et 5. Pour tourner des cônes extérieurs, les opérations peuvent être faites de deux manières différentes :

a) En inclinant le chariot, en le tournant dans la douille de la bague, ainsi que l'indiquent ces figures. Dans ce cas le degré du cône est donné par l'inclinaison du support ; celui-ci étant gradué on obtient immédiatement l'inclinaison voulue.

b) En inclinant la poupée du tour ; cette poupée peut tourner autour de son centre, le système de transmission de l'arbre de la poupée à la vis-mère étant donné par vis sans fin, la poupée étant inclinée l'engrènement se produit quand même. La poupée étant divisée, on peut immédiatement trouver le cône désiré. Cette disposition permet, sans se servir de la contre-pointe, de tourner et fileter des cônes très accentués sur des pièces fixées sur le plateau du tour, l'avancement est donné au chariot par la vis-mère. Cette opération ne peut être obtenue sur les tours ordinaires.

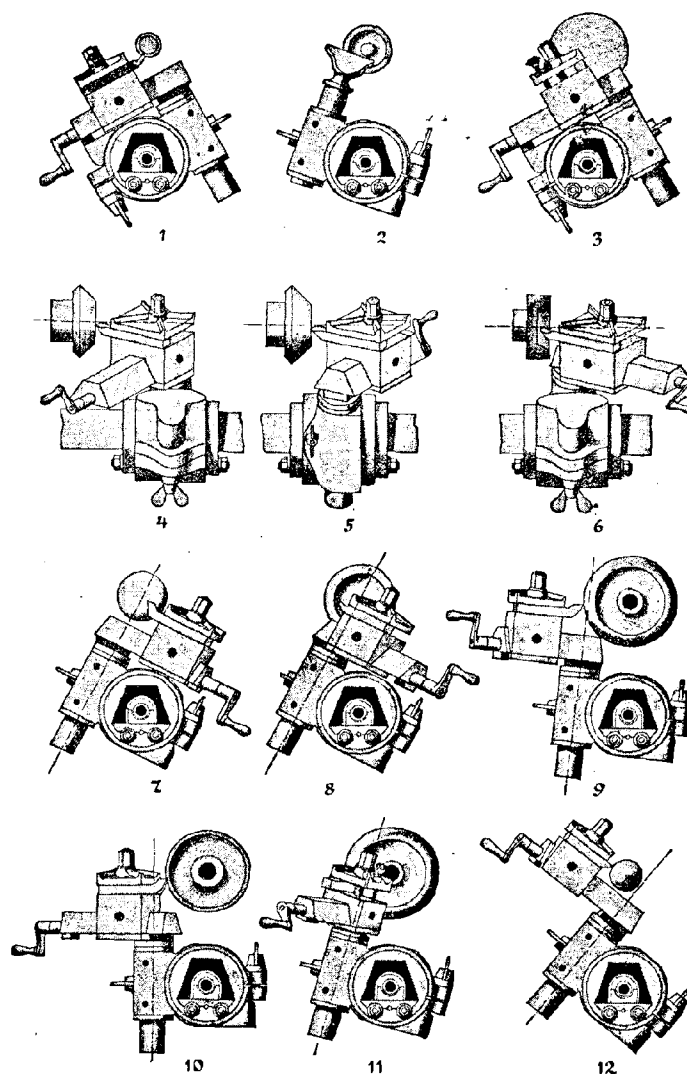


Fig. 545.

Quelques positions du support de la machine universelle à travailler les métaux.

6. La disposition pour tourner des cônes intérieurs est analogue. On peut également tourner des cônes intérieurs en déplaçant la poupée du tour.

7. Tournage d'une sphère. Pour cette opération, après avoir enlevé le support transversal, on fait tourner la bague d'un demi-tour autour du chariot du banc et on emmanche la tige *c* du support dans l'autre entrée de la douille ; on fait tourner la bague de façon à ce que l'axe de rotation du support transversal passe exactement par celui des pointes. Le rayon de la sphère se donne en avançant ou en reculant l'outil au moyen de la vis du support transversal, la pointe de l'outil restant en deçà de l'axe de rotation du support. En faisant tourner le support transversal autour de son axe, la pointe de l'outil décrit un cercle, on peut alors tourner des sphères de toutes dimensions dans les limites de la machine.

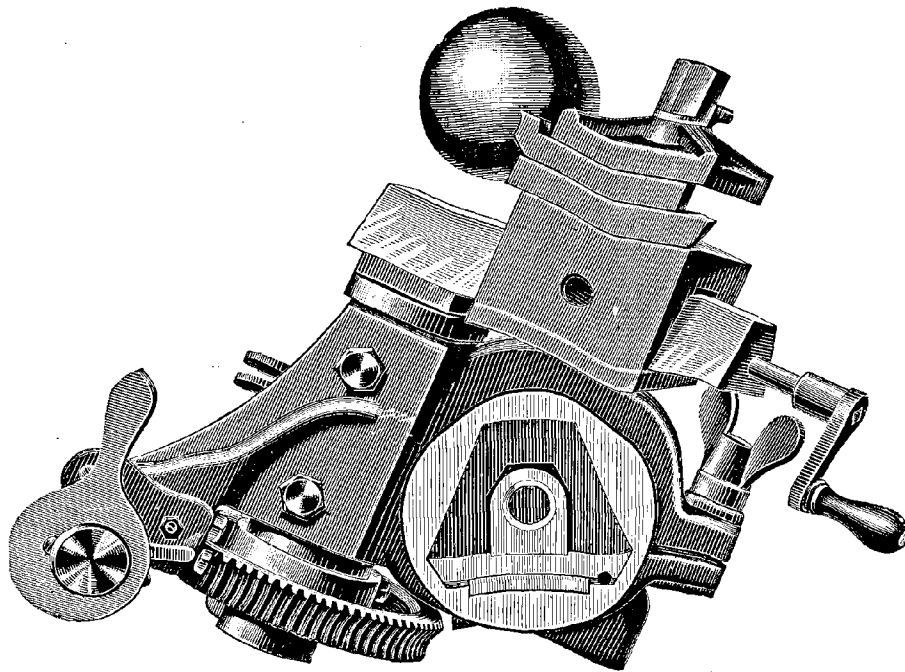


Fig. 546. — Appareil automatique pour tourner des sphères et boudins.

8. Tournage sphérique concave. En faisant passer la pointe de l'outil au delà de l'axe de rotation du support, on obtient des sphères creuses de toutes dimensions dans les limites de la machine.

9. Tournage d'un boudin. L'axe de rotation du support transversal ne passe plus par l'axe des pointes et la distance de l'axe de rotation du support à l'axe des pointes donne le diamètre du volant. Le diamètre du boudin s'obtient par l'écart de la pointe de l'outil à l'axe de rotation, en deçà de cet axe.

10. Tournage d'une gorge sur un volant. En faisant passer la pointe de l'outil au delà de l'axe de rotation du support, on obtient une gorge.

11. La position 11 montré un tournage concave sur une surface plane.

12. Tournage d'un ovoïde. L'axe de rotation du support transversal passe au delà de l'axe des pointes. Le rayon de l'ovoïde se donne par l'écartement de la pointe de l'outil à l'axe de rotation et l'épaisseur, par la distance de cet axe à l'axe des pointes. On peut également tourner un ovoïde concave.

On peut adjoindre au tour universel un appareil automatique pour le mouvement du support

transversal. Cet appareil se compose d'une boîte en fonte, venant se fixer à l'extrémité du chariot inférieur *b* (fig. 543) du support transversal ; dans cette boîte est logé un arbre excentrique auquel est fixée une vis sans fin donnant le mouvement à une roue à vis sans fin fixée sur la vis-mère du support transversal. Une butée agissant sur un ressort au moyen d'un levier fait débrayer, au moment voulu, la vis sans fin de la roue à vis sans fin et arrête par conséquent le mouvement d'avance du chariot supérieur du support transversal.

L'appareil automatique transversal permet de tourner et fileter automatiquement des surfaces planes ou coniques, avec déclenchement automatique. Le mouvement de rotation est transmis à la vis sans fin de l'appareil automatique transversal au moyen d'une articulation universelle.

Cet appareil se compose : 1° d'une boîte d'engrenages fixée sur le côté de la machine ; 2° d'un joint à genouillère destiné à transmettre le mouvement.

Un pignon logé dans la boîte d'engrenages sur l'arbre du joint à genouillère, permet ainsi de transmettre le mouvement dans toute position désirable. L'extrémité du joint à genouillère vient se visser sur l'arbre de la vis sans fin de l'appareil automatique transversal, ou avec tout autre appareil. Le changement des vitesses s'obtient également avec les roues d'engrenages de rechange. Au moyen de l'embrayage de l'un ou de l'autre des pignons d'angle le chariot du support transversal peut avancer soit dans un sens, soit dans l'autre, avec des vitesses différentes, selon le nombre de dents de la roue à vis sans fin employée. En embrayant au moyen du manchon d'embrayage à griffes l'arbre *p* avec la vis-mère, on peut obtenir, en même temps que le mouvement à droite ou à gauche de l'articulation universelle, l'avance automatique du chariot.

L'articulation universelle peut transmettre également le mouvement à un appareil automatique pour tourner des boudins, sphères, etc. (fig. 546 et 547).

Cet appareil se compose d'une boîte en fonte venant se fixer contre la douille de la bague de serrage *d* ; dans cette boîte est logé un arbre excentrique auquel est fixée une vis sans fin donnant le mouvement à une roue à vis sans fin *s* (fig. 547) venant se caler au moyen d'une clavette sur la tige *c* du support transversal. Un anneau réglable sur la roue à vis sans fin *s* permet, en agissant sur un ressort au moyen d'un levier, de déclencher automatiquement au moment voulu.

Les différents mouvements donnés à l'articulation universelle permettent d'obtenir des avances de marche à droite ou à gauche, plus ou moins rapides, on peut donc tourner et fileter sur des sphères, ovoïdes, boudins, gorges, etc., à pas à droite ou à gauche avec arrêt automatique.

Les nombreuses positions qui peuvent être données au support transversal, permettent de se servir du tour universel comme fraiseuse. Dans son emploi comme tour, le support transversal permet de travailler dans tous les sens : longitudinalement, transversalement, circulairement et inclinable sous tous les angles ; comme fraiseuse, on peut l'employer pour le mouvement vertical. Pour obtenir la position du support permettant ce mouvement, il suffit de mettre dans un plan horizontal la douille de la bague *d* dans laquelle est logée la tige *c* du support transversal et de faire tourner

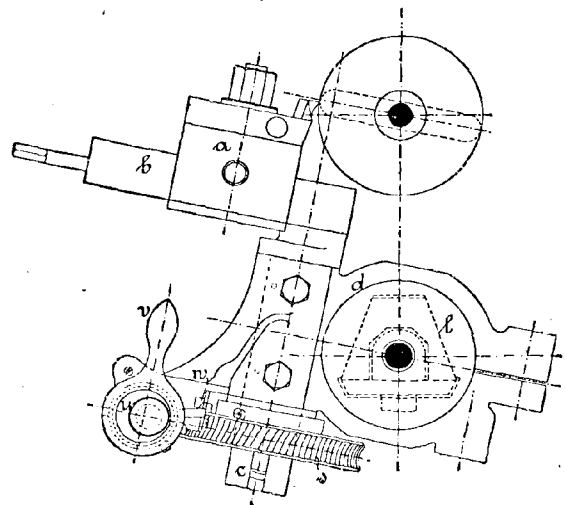


Fig. 547.  
Tournage automatique d'un boudin.

celle-ci jusqu'à ce que le support se place dans un plan vertical (fig. 548), on obtiendra ainsi la course dans le sens vertical. Le réglage de l'outil dans le sens transversal s'obtient en faisant tourner la bague *d* autour du chariot *l* du banc.

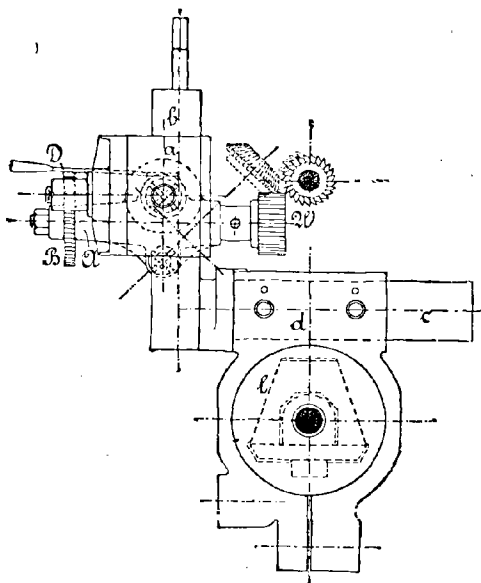


Fig. 548. — Fraisage d'une fraise.

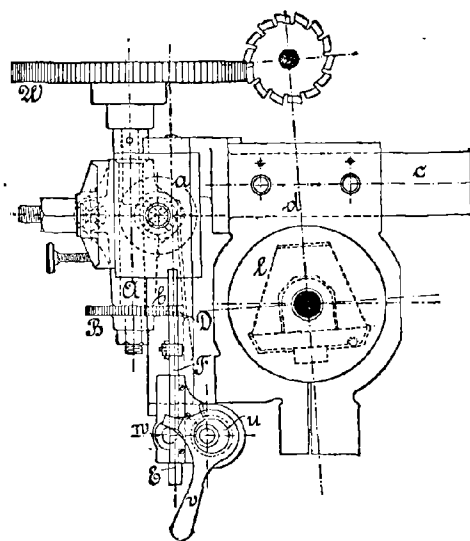


Fig. 549. — Fraisage d'une roue d'engrenage.

La figure 549 montre le mouvement dans le sens vertical, le support transversal se trouvant au-dessous de son axe de rotation. On peut obtenir dans un sens ou dans l'autre, toutes les positions intermédiaires et par conséquent un mouvement dans toutes les inclinaisons.

Comme fraiseuse, la machine universelle peut être employée de deux manières différentes : 1° La fraise marche entre-pointes ou est fixée sur un mandrin et le mouvement lui est transmis par l'arbre de la poupée. 2° La pièce est entre-pointes.

La fraise étant entre-pointes, on peut fraiser en fixant des petites pièces sur le chariot transversal. En général, on se sert de l'appareil à diviser, fraiser et percer servant de diviseur et destiné à fixer la pièce lorsque la fraise est entre-pointes et servant d'appareil à fraiser lorsque c'est la pièce qui est entre-pointes sur la poupée du tour.

Cet appareil se compose d'un support en fonte percé, dans le sens de sa longueur, d'un alésage destiné à recevoir l'arbre de l'appareil ; un autre alésage perpendiculaire au premier est destiné à recevoir un arbre fixant l'appareil à fraiser au chariot *a* du support transversal. Une des extrémités de l'arbre de l'appareil reçoit un mandrin destiné à fixer soit la pièce à travailler, soit la fraise ; l'autre extrémité reçoit tantôt un diviseur à trois plateaux à divisions, dans ce cas un ressort fixé à l'appareil permet d'immobiliser la pièce à travailler et de lui donner les divisions voulues ; et tantôt une petite poulie transmettant le mouvement à la fraise. L'appareil peut tourner autour de l'axe qui le fixe au chariot supérieur du support transversal et être fixé dans toutes les positions. Il peut de même être emmanché sur le chariot à la place de la plaque serre-outil et y être également fixé dans toutes les positions.

On peut donc, par rapport au support transversal, donner à l'appareil à diviser, fraiser et percer toutes les positions dans le plan du support et dans le plan perpendiculaire à celui-ci ; il est donc aisé de comprendre que, combiné à toutes les différentes positions qui peuvent être données au

support transversal, on peut donner à la pièce à travailler ou à la fraise, toutes les positions de l'espace et par conséquent arriver à faire les pièces les plus compliquées. La manipulation est très simple et tout ouvrier pourra de suite trouver la position désirée.

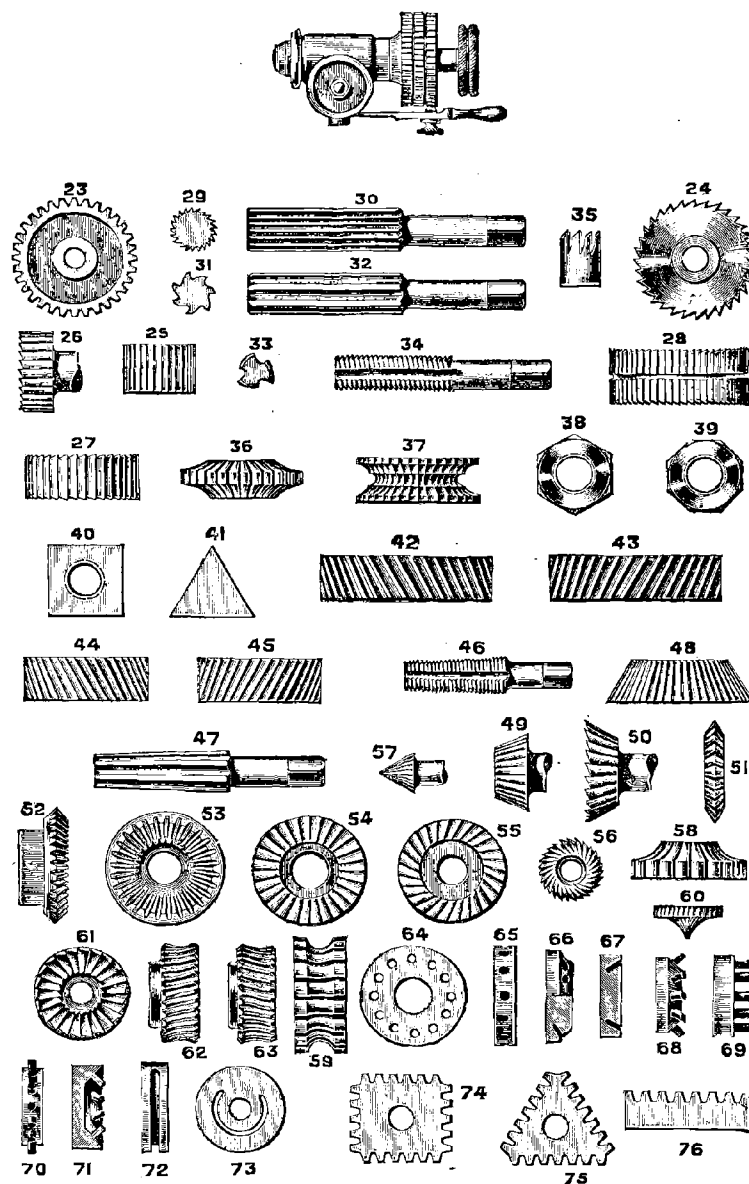


Fig. 550. — Quelques opérations de fraisage pouvant être exécutées avec la machine universelle à travailler les métaux.  
 23. Denture droite. — 24. Denture à rochet. — 25 à 28. Dents droites et de profil. — 29 à 32. Alésoirs. — 33 et 34. Rainures de taraud. — 35. Fraise à denture droite. — 36 et 37. Fraises de forme. — 38 à 41. Octogone, hexagone, carré et triangle. — 42 et 43. Engrenages à denture inclinée. — 44 et 45. Fraises à denture inclinée. — 46. Rainure d'un taraud cône. — 47. Alésoir conique. — 48 à 51. Fraises coniques. — 52. Pignon d'angle. — 53. Denture conique intérieure. — 54 à 56. Fraises planes à denture droite ou inclinée. — 57. Fraise cône. — 58 à 60. Fraises de forme. — 61. Fraise concave. — 62 et 63. Engrenages à vis sans fin. — 64 et 65. Trous sur profils et plans. — 66. Trous inclinés. — 67. Trous inclinés sur plans. — 68 à 71. Goujons fraisés sur profils, plans et cônes intérieur et extérieur. — 72 et 73. Rainure sur profil et plan. — 74 à 76. Carré, triangle et barre dentés.

Les figures 548 et 549 nous montrent quelques applications : ainsi dans la figure 548, le support transversal permet de donner la course dans le sens vertical, l'appareil à fraiser se trouve fixé

horizontalement, ce qui permet de diviser et fraiser une fraise à bouchon. Inclinant l'appareil à diviser et fraiser à  $45^\circ$ , on obtient le pignon d'angle à  $45^\circ$ , etc.

La figure 549 montre le taillage d'engrenages à dents droites, la grandeur de l'engrenage se donnant par l'écartement de l'axe de l'appareil à fraiser à la circonférence de la fraise; pour faire un engrenage plus grand ou plus petit on tourne le support transversal autour du chariot du banc.

Nous donnons dans la planche 550, des vues de quelques travaux de fraisage pouvant être exécutés avec la machine universelle, et dans nos figures 551 à 562 les positions du support disposé pour la fabrication de quelques-unes de ces pièces.

La figure 551 montre le fraisage de roues d'engrenages à dents droites (même opération que dans la figure 549).

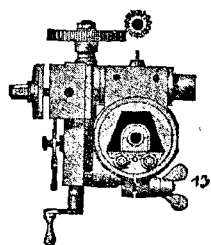


Fig. 551.  
Engrenage à dents droites.

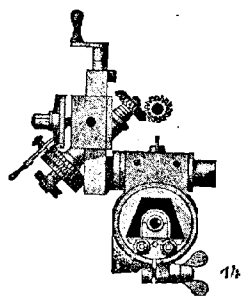


Fig. 552.  
Pignon d'angle.

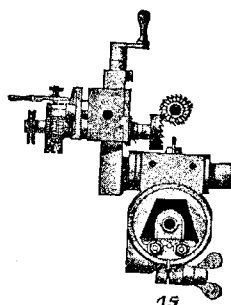


Fig. 553.  
Fraise pour le fraisage des plans.

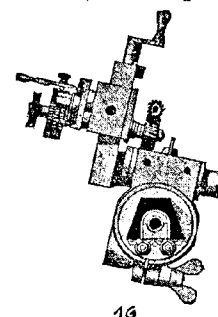


Fig. 554.  
Engrenage à vis sans fin.

La figure 552 indique le fraisage d'un pignon d'angle à  $45^\circ$  (même opération que dans la figure 548).

La figure 553 montre le fraisage d'une fraise à bouchon (même opération que dans la figure 548).

La figure 554 montre le fraisage d'une roue d'engrenages à vis sans fin. On incline le support transversal autour du chariot du banc, jusqu'à ce que la pièce se présente bien par rapport à la fraise.

La figure 555 indique le fraisage d'une fraise de forme.

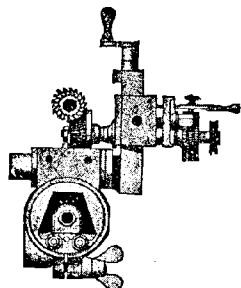


Fig. 555.  
Fraise de forme.

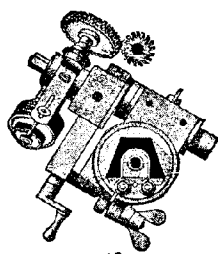


Fig. 556.  
Engrenage à dents à  $45^\circ$ .

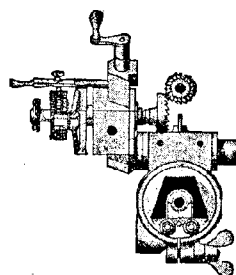


Fig. 557.  
Fraise pour surfacer à dents inclinées.

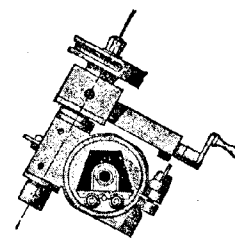


Fig. 558.  
Rainure sur profil.

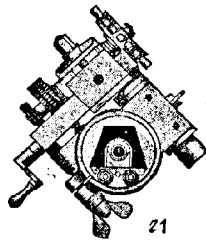
La figure 556 représente le fraisage d'une roue d'engrenage à denture inclinée. L'appareil à fraiser se met à la place de la plaque serre-outil. En inclinant l'appareil du degré d'inclinaison de la denture dans le plan parallèle à celui du support transversal, on donne à la denture l'inclinaison voulue. Inclinant dans l'un ou l'autre sens, on donne l'inclinaison soit à droite, soit à gauche.

La figure 557 montre le fraisage de profil à denture inclinée. Même disposition que pour l'opération figure 553, fraisage d'une fraise à bouchon; on incline toutefois le support de l'angle de la denture dans le plan vertical.

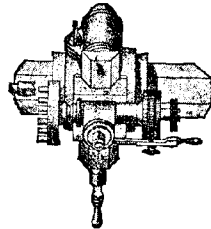


La figure 558 indique le fraisage d'une rainure circulaire. La pièce se fixe à la place de la plaque serre-outil. Pour une rainure circulaire, on fait passer l'axe de rotation du support transversal par le centre du rayon de la pièce et le prolongement de cet axe par l'axe des pointes du tour. On peut également, en déplaçant l'axe de rotation, fraiser des rainures dans des pièces ovales, etc.

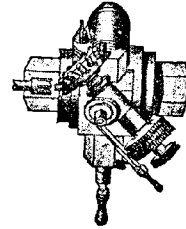
Les figures 559, 560 et 561, montrent le fraisage de goujons sur des pièces de profil de face ou sous un angle voulu.



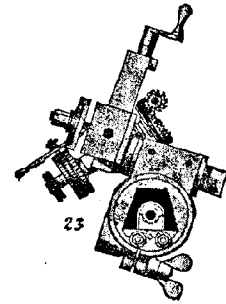
21  
Fig. 559.  
Goujons sur profil.



22  
Fig. 560.  
Goujons sur plan.



24  
Fig. 561.  
Goujons sur cône.



23  
Fig. 562.  
Denture conique intérieure.

Enfin la figure 562 montre le fraisage circulaire intérieur.

On peut également, en mettant la fraise sur l'appareil à fraiser, fraiser des rainures sur des sphères ovoïdes, etc.

L'appareil automatique pour le mouvement du support transversal sert pour le fraisage automatique avec déclenchement automatique de petites pièces fixées sur le support transversal.

Avec l'appareil à diviser, fraiser et percer, on peut fraiser automatiquement des roues d'engrenages à dents droites, le mouvement d'avance est donné au support transversal par l'appareil automatique, la butée réglable permet de déclencher automatiquement lorsque la dent est terminée.

On peut également employer l'appareil automatique circulaire pour fraiser automatiquement une rainure circulaire avec déclenchement automatique, etc.

Le tour universel peut également être employé comme fraiseuse universelle. Cette application permet d'obtenir toutes les spirales et pas rapides, ainsi que tous les travaux dans lesquels l'arbre de la poupée du tour a un mouvement très lent ou bien est complètement arrêté et sert à fixer la pièce et en même temps à donner la division.

Pour la fabrication de spirales, les roues d'engrenages ordinaires servant pour le filetage suffisent. Dans ce cas, on fixe l'une ou l'autre de ces roues sur l'arbre de la poupée et la vis sans fin sur la vis de rechange de la boîte d'engrenages.

Afin de permettre également de diviser les spirales, on utilise pour la boîte d'engrenages un arbre de rechange sur lequel est fixé un plateau ayant par exemple 100 divisions. Il suffit de retirer l'arbre de rechange servant pour le filetage et de le remplacer par l'appareil que nous venons de décrire et composant l'appareil à diviser à vis sans fin.

En faisant engrener la vis sans fin avec l'une ou l'autre des roues d'engrenages fixées sur l'arbre de la poupée et engrenant l'un ou l'autre des pignons coniques de l'arbre intermédiaire avec la roue conique fixée sur le prolongement de la vis-mère, on obtient une spirale à pas à droite ou à gauche. (Dans ce cas la commande se donne par la vis sans fin.) Si après avoir fraisé on veut obtenir une division, on tourne autour du plateau diviseur l'index fixé à la vis sans fin et on le fixe au cran du diviseur donnant ainsi la division désirée. On peut par ce moyen obtenir un nombre infini de

divisions. L'index étant arrêté au cran désiré du plateau diviseur, la vis sans fin, l'index et le plateau tournent ensemble et donnent le pas.

Comme pour le filetage, on peut également fraiser des spirales sur des cônes intérieurs, il suffit de déplacer la poupée du tour qui peut tourner autour de son axe. Dans toutes ces positions, la vis sans fin engrène avec la roue d'engrenages et on peut fraiser des spirales à pas à droite ou à gauche, des lignes droites, etc. et donner toutes les divisions.

Le pas de la spirale dépend du nombre de dents de la roue d'engrenages fixé sur l'arbre de la machine. Dans le cas où la pièce est fixée entre-pointes, l'appareil à diviser, fraiser et percer sert de porte-fraise.

On pourra de cette manière diviser et fraiser les roues d'engrenages à denture droite ou hélicoïdale, fraises, alésoirs, forets américains, etc., etc. Fraiser des fraises à denture hélicoïdale, fraiser dans des arbres des rainures droites ou hélicoïdales, obtenir comme machine à diviser un grand nombre de divisions, etc.

On peut également combiner l'emploi de cet appareil avec les appareils automatiques, transversal et circulaire et obtenir des pièces très compliquées.

Toutes les opérations que nous venons d'énumérer plus haut peuvent être faites entièrement automatiquement avec l'emploi du pied automatique avec déclenchement automatique.

Cet appareil consiste en une boîte en fonte venant se fixer contre le pied droit du tour; dans cette boîte est logé un arbre excentrique sur lequel est fixée une vis sans fin donnant le mouvement à une roue à vis sans fin fixée sur la vis-mère du tour. Le chariot du banc en avançant, soit à droite, soit à gauche, vient pousser contre la butée de la tringle de débrayage qui débraye automatiquement la vis sans fin de la roue à vis sans fin et arrête ainsi la machine. Le mouvement est transmis par une poulie fixée à l'extrémité de l'arbre portant la vis sans fin.

La machine s'arrêtant d'elle-même après chaque opération, un ouvrier pourra servir en même temps plusieurs de ces machines.

On peut encore employer le tour universel comme machine à percer et aléser. On peut s'en servir comme perceuse de deux manières différentes :

1° Le foret est monté sur l'arbre de la poupée du tour. La machine universelle sert alors de perceuse automatique. On fixe la pièce sur le support transversal dont le mouvement d'avance est donné par la vis-mère.

La tringle de débrayage permet de déclancher. On peut percer des pièces soit d'outre en outre, soit à la profondeur voulue. Son emploi est le même comme machine à aléser.

En se servant du plateau à percer que l'on fixe sur l'arbre de la contre-pointe, la machine devient une perceuse horizontale. Le perçage s'opère par l'avancement de la contre-poupée qui s'obtient en faisant tourner le volant placé sur cet arbre.

En se servant de l'appareil à diviser (fraisier) et percer, on peut diviser et percer des trous sur des pièces les plus diverses et dans toutes les positions, inclinées, droites, sur des pièces coniques, sphériques, etc.

2° La pièce est montée sur l'arbre du tour. La pièce tourne et le foret est fixé soit sur le support, soit sur l'appareil à diviser (fraisier) et percer. Le mouvement est donné au chariot par la vis-mère. Le foret peut également se fixer sur l'arbre de la contre-pointe.

En se servant du diviseur à vis sans fin, on peut également diviser et percer des trous dans des pièces de toutes formes, etc., etc.

Le tour universel peut être utilisé comme machine spéciale; en effet un de ses grands avan-

tages consiste en ce que le chariot longitudinal est cylindrique et que l'on peut retirer le support transversal et le remplacer par des appareils spéciaux qui peuvent, ainsi que le support transversal, se placer dans les positions les plus différentes. Le tour universel devient ainsi une véritable machine spéciale. Notre figure 563 représente par exemple la vue d'un appareil automatique pour le fraisage de roues à dentures hélicoïdales qui se met à la place du support transversal.

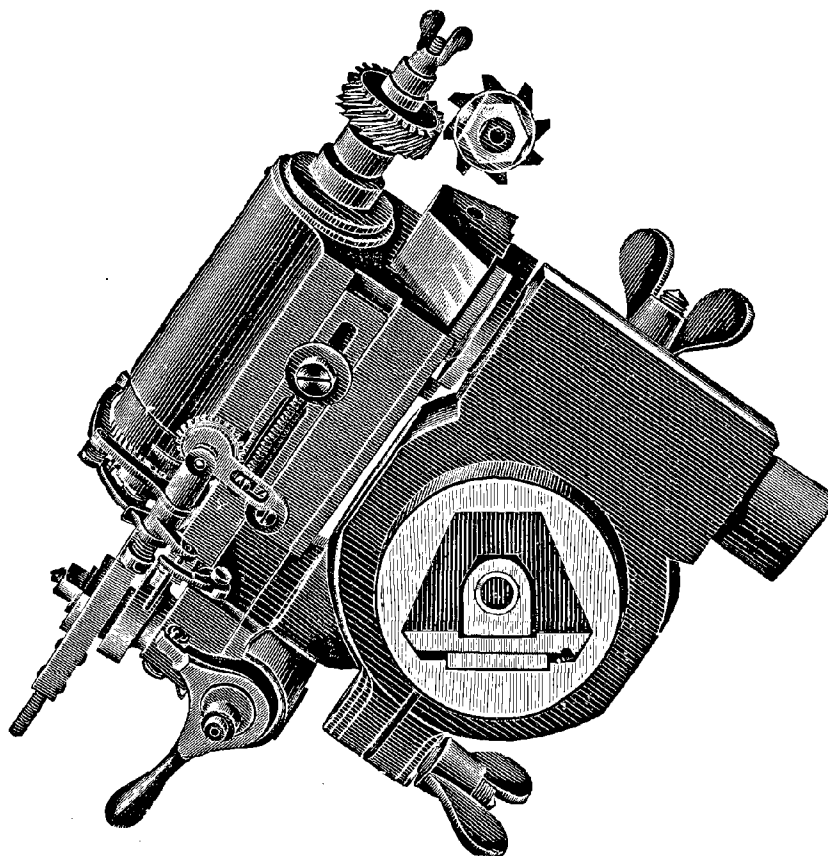


Fig. 563. — Appareil automatique pour diviser et fraiser les engrenages à dentures hélicoïdales.

Les quelques applications du tour universel que nous venons d'indiquer pourront donner une idée de l'infinité des pièces que peut produire cette machine et mettre sur la voie d'autres applications que les besoins spéciaux pourraient demander.

Nous avons voulu décrire en détail cette intéressante machine parce qu'elle montre combien les tours se prêtent facilement, grâce à de légères adjonctions, aux opérations les plus diverses et qu'elle démontre qu'ils peuvent dans bien des cas remplacer presque toutes les autres machines-outils.

Certes ces machines-outils facilitent considérablement le travail, activent dans une grande mesure la production, elles sont indispensables dans tous les grands ateliers de constructions mécaniques, mais on peut au besoin se passer de certaines de ces machines dans les ateliers de peu d'importance tandis qu'on ne peut pas se passer du tour qui constitue la machine-outil la plus précieuse.

## CHAPITRE DEUXIÈME

**LES MACHINES A PERCER.** — Les machines à percer, comme leur nom l'indique suffisamment, sont destinées à perforer des trous, de diamètre et de profondeur variables, dans des objets de formes diverses. On a besoin à chaque instant, dans le travail des métaux et la construction des machines, de percer des trous dans de nombreux organes, aussi les machines à percer sont d'un usage courant. Nous l'avons dit plus haut les moindres ateliers de mécanique doivent forcément posséder, avec un tour, une machine à percer, ce sont les deux machines-outils de beaucoup les plus employées.

La forme et les dispositifs des machines à percer sont des plus variables et il nous est matériellement impossible de décrire ici, dans les quelques pages que nous voulons réserver à ce genre de machines-outils, tous les systèmes qui ont été créés par les différents constructeurs ; ce serait d'ailleurs parfaitement inutile car la plupart de ces modèles ne diffèrent entre eux que par quelques détails insignifiants de construction.

Nous nous contenterons donc de choisir, dans chacune des séries les plus courantes, le modèle de machine qui nous semble le plus intéressant et nous donnerons ainsi à nos lecteurs une vue d'ensemble générale et assez complète des différents systèmes de perceuses mécaniques actuellement utilisées dans l'industrie.

Il est certes assez difficile de faire rentrer dans une classification absolue les multiples types de machines à percer ; nous adopterons néanmoins la classification suivante qui n'est peut-être pas la plus rationnelle mais nous semble la plus commode.

Après avoir étudié les forets ou outils à percer qui sont communs à toutes les machines, nous étudierons successivement : les foreries ou petites machines à percer à vilebrequin fixes et portatives ; les machines à percer à manivelle devant être actionnées à la main ; les machines à percer à pédale destinées à être commandées par le pied ; les machines à percer munies de poulies ou de cônes pour la commande par moteur ; les machines à percer radiales ; les machines à percer multiples et enfin les machines spécialement construites pour un travail particulier et n'entrant dans aucune des séries précédentes.

Certes cette classification n'est pas parfaite ; par exemple certaine machine commandée par manivelle diffère beaucoup moins d'une machine actionnée par moteur que d'un autre système de machine à main classée pourtant dans la même catégorie ; il suffit, en effet, comme nous le verrons plus loin, de remplacer la manivelle par une poulie ou un cône pour transformer une machine à main en machine au moteur. Mais il était nécessaire d'adopter une classification particulière, pour mettre un peu d'ordre dans ce chapitre, et la classification la plus logique reposant sur le mode de commande de l'arbre porte-mèche, tout en étant incommode, aurait présenté des inconvénients identiques.

**Les Forets.**— On appelle forets les outils qui servent à entamer le métal pour le percement des



Fig. 564. — Foret à langue d'aspic.

trous. Les forets les plus généralement utilisés sont les forets à langue d'aspic, les forets à centre ou à têtou et les forets hélicoïdaux ou américains.

Les forets à langue d'aspic (fig. 564) se composent simplement d'une tige d'acier, qui peut

être ronde ou carrée, terminée par une partie plate dont l'extrémité est taillée suivant un angle plus ou moins aigu ; les deux côtés de cet angle sont affûtés en sens inverse de manière à présenter une partie coupante attaquant le métal lorsque l'outil est animé d'un mouvement de rotation.

L'angle de la pointe du foret varie entre 85 et 105 degrés suivant le diamètre des trous à percer ; l'affûtage des parties coupantes doit se faire suivant une inclinaison variant de 7 à 20 degrés suivant qu'il s'agit de percer de la fonte, de l'acier, du fer ou du bronze.

Ce genre de foret est le plus facile à forger et à affûter, c'est celui qui débite le plus et se brise le moins facilement. Aussi est-il généralement employé pour les travaux ordinaires.

Les forets à téton ou à centre (fig. 565) sont constitués par des tiges d'acier carrées ou rondes également terminées par une partie plate ; la partie coupante seule diffère des forets à langue d'aspic ; cette partie coupante est ici perpendiculaire à l'axe du foret et présente en son centre un petit téton constitué en somme par un petit foret à langue d'aspic ; les deux parties coupantes situées de chaque côté sont bien entendu affûtées en sens inverse pour mordre toutes deux le métal lorsque la mèche tourne le téton formant le centre de rotation.



Fig. 565. — Foret à centre ou à téton.

Ces deux parties coupantes perpendiculaires à l'axe de l'outil doivent être affûtées comme dans le foret précédent suivant une inclinaison de 7 à 20 degrés suivant la nature du métal à attaquer. L'axe du téton doit se confondre avec l'axe du foret ; ce téton comme inclinaison et coupe présente les mêmes proportions que le foret à langue d'aspic.

Le foret à téton est de fabrication plus délicate que le précédent et son affûtage demande naturellement plus de soin, son débit est d'ailleurs moins considérable, aussi n'est-il utilisé que dans certains cas spéciaux lorsque, par exemple, on doit percer des pièces minces ; ce foret travaillant par coupes parallèles permet, en effet, de terminer un trou avec une coupe nette.

L'extrémité des forets à langue d'aspic ou à téton doit naturellement être très soigneusement trempée et recuite.

Les forets à spires, hélicoïdaux ou américains, donnent les meilleurs résultats comme débit et précision aussi tendent-ils, malgré leur prix plus élevé et les difficultés de leur affûtage, à être de plus en plus utilisés dans les ateliers de constructions mécaniques. Ces forets (fig. 566) sont constitués par une tige d'acier cylindrique présentant une double gorge de forme hélicoïdale sur toute sa longueur.

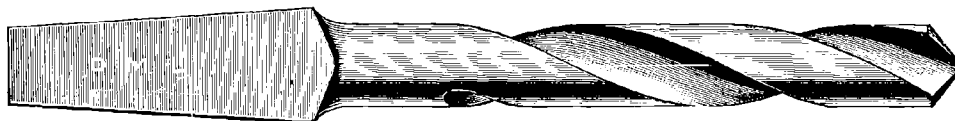


Fig. 566. — Foret américain hélicoïdal à queue carrée.

Les forets hélicoïdaux ne peuvent plus évidemment se forger dans tous les ateliers et leur fabrication nécessite des machines spéciales ; de même leur affûtage est particulièrement délicat et doit être fait pour être bien effectué à l'aide de machines particulières que nous décrirons plus loin ; leur prix de revient est également sensiblement plus élevé ; mais en revanche ils percent des trous parfaitement cylindriques et très rapidement ; aussi malgré les inconvénients précédemment indiqués ils sont de plus en plus appréciés.

Les forets hélicoïdaux doivent être trempés sur toute la longueur destinée à être affûtée

\*  
\* \*

Il existe encore de nombreuses autres variétés de forets, mais infiniment moins employés que les précédents et destinés à des applications toutes spéciales. Tels sont le foret à botte destiné à fouiller la partie intérieure des trous devant recevoir des scellements ; le foret demi-rond destiné à percer des trous dont le fond doit être uni ; le foret fraiseur qui fraise la partie supérieure des trous percés ; les forets à cuivre semblables aux forets hélicoïdaux mais dont les cannelures sont rectilignes au lieu d'être hélicoïdales, etc.

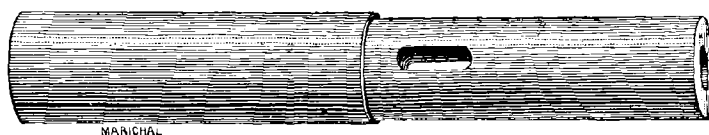


Fig. 567. — Mandrin pour forets à queue conique.

\*  
\* \*

Pour être fixée sur l'arbre des machines à percer, l'extrémité des forets opposée à la partie coupante doit être façonnée d'une façon spéciale qui diffère suivant la disposition du porte-mèche.

Parfois l'extrémité de l'arbre porte-foret est percée d'un trou carré dont la section va en décroissant ; les forets sont alors terminés par une queue en forme de pyramide à base carrée qui s'adapte dans le trou de l'arbre porte-foret. Nos figures 564, 565 et 566 représentent cette disposition.

D'autre fois le trou percé dans l'extrémité de l'arbre porte-foret est cylindrique ou légèrement conique au lieu d'être pyramidal ; une vis placée sur le côté permet alors de serrer la queue, également cylindrique ou conique des forets, pour rendre ceux-ci solidaires de l'arbre porte-foret.



Fig. 568. — Foret américain hélicoïdal à queue conique.

Quelquefois on fixe sur l'axe des machines à percer un mandrin spécial (fig. 567) percé d'une ouverture tronconique dans laquelle s'ajuste exactement la queue tronconique spécialement ajustée des forets (fig. 568) ; le coincement de la queue dans le mandrin et une partie méplate, terminant cette queue et se logeant dans une cavité de même forme maintiennent solidement le foret et empêchent tout glissement ; pour retirer l'outil du mandrin il suffit d'agir par un levier sur son extrémité supérieure accessible par une fenêtre allongée spécialement réservée dans le mandrin pour cet usage.

Mais la disposition de beaucoup la plus pratique consiste à fixer, à l'extrémité de l'arbre de la machine à percer, un mandrin universel porte-foret, dont nous allons décrire plusieurs systèmes, et qui est susceptible de recevoir toutes espèces de forets, quels que soient le diamètre et la forme de



Fig. 569. — Foret américain hélicoïdal à queue cylindrique.

leur queue ; les forets spécialement destinés aux machines munies de ces mandrins universels sont simplement à queue cylindrique comme l'indique la figure 569.

Lorsqu'on perce des objets en fer ou en acier avec un foret quelconque on baigne la partie coupante de l'outil dans l'huile ou l'eau de savon ; on peut encore augmenter le mordant de l'outil en utilisant de l'huile additionnée d'essence de térébenthine ; la fonte, le bronze et le cuivre se percent à sec.

La vitesse de rotation du foret doit varier entre 30 et 100 tours à la minute suivant le diamètre des trous à percer et la nature du métal.

**Les mandrins porte-forets.** — Comme nous venons de le dire les mandrins universels porte-forets sont extrêmement pratiques puisqu'ils permettent de fixer instantanément sur l'arbre de la machine à percer un foret de diamètre quelconque. Ces mandrins sont de formes très variées ; ils sont en général constitués par deux ou plusieurs mâchoires qui se rapprochent en même temps du centre et ensèrent solidement le foret à fixer.

Nos figures 570, 571 et 572 représentent des mandrins porte-forets construits par M. Vachette et dans lesquels le rapprochement et le serrage des trois mâchoires s'effectuent par la rotation de l'enveloppe munie de bagues molletées ; cette rotation provoque, par suite d'un pas de vis, le déplacement longitudinal de l'enveloppe dont la partie tronconique agit sur les mâchoires. Cette disposition n'est guère employée que pour les petites machines et les forets de faible diamètre.

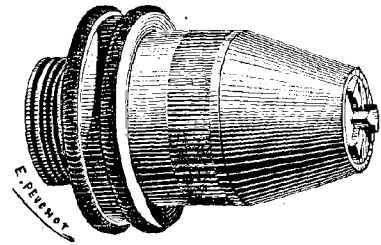


Fig. 570. — Mandrin porte-foret.

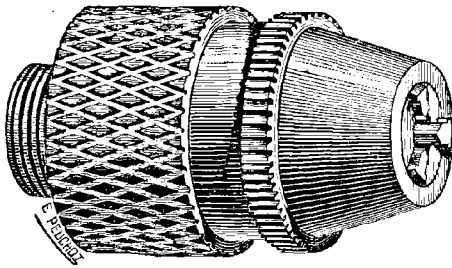


Fig. 571. — Mandrin porte-foret.

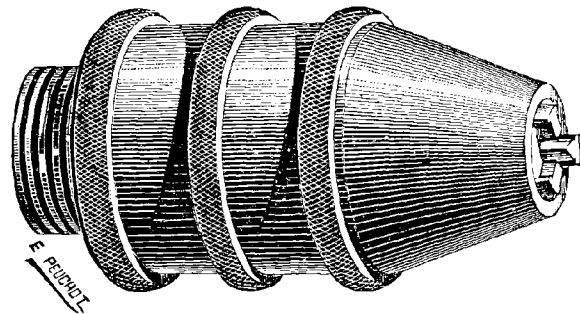


Fig. 572. — Mandrin porte-foret.

Dans les mandrins de plus grande dimension, le serrage des mâchoires est obtenu par des vis ou des spirales agissant

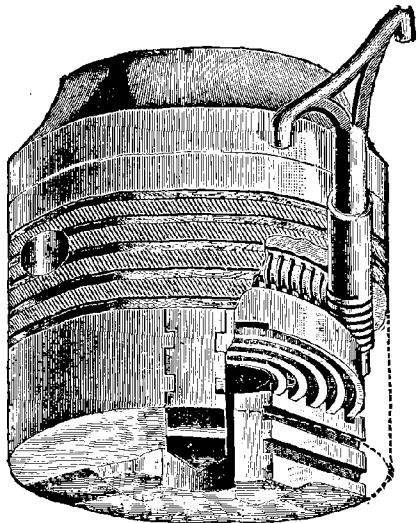


Fig. 573. — Porte-foret Hercule.

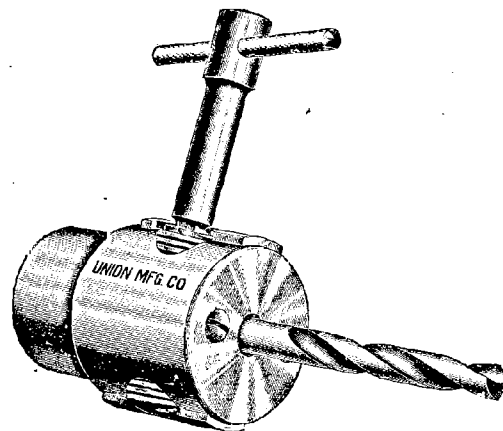


Fig. 574. — Porte-foret Union.

directement sur ces mâchoires. C'est ainsi que dans le modèle de la figure 573, construit par M. Besse,

les trois mâchoires sont munies à leur partie supérieure d'une sorte de crémaillère qui engrène avec les filets d'une spirale ; la rotation de cette spirale, obtenue à l'aide d'une vis sans fin mue par une clef latérale, provoque suivant le sens du mouvement le rapprochement ou l'écartement des mordaches. Notre gravure fait d'ailleurs parfaitement comprendre ce simple mécanisme.

Le porte-mèche Union de la Société Franco-Américaine d'outillage (fig. 574), ne possède que deux mâchoires ; ces mâchoires se rapprochent sous l'action de deux vis placées dans le prolongement l'une de l'autre sur un même arbre et dont les pas sont en sens inverse ; une clef permet de faire tourner ces vis, dans un sens ou dans l'autre, pour effectuer le serrage ou le desserrage des mâchoires.

Les forets puissamment serrés dans les mâchoires des mandrins sont ainsi très rapidement et très fortement fixés à l'arbre porte-foret.

**Appareils accessoires.** — Lorsque les trous percés ne sont pas d'un diamètre suffisant, ou bien lorsqu'il est nécessaire d'obtenir une précision parfaite, on peut utiliser pour agrandir et rectifier les trous des lames d'acier fixées dans un porte-lame spécial (fig. 575) ; ce porte-lame est formé par une tige d'acier qui se fixe comme un foret par une de ses extrémités à l'arbre porte-foret des machines à percer ; les lames de diamètre variable sont solidement fixées à l'aide d'une vis dans une fenêtre rectangulaire parfaitement ajustée. Pour plus de précision l'extrémité inférieure cylindrique du porte-lame peut être maintenue dans un guide spécial. Avec cet outil toutes les machines à percer peuvent ainsi être utilisées comme machines à aléser.

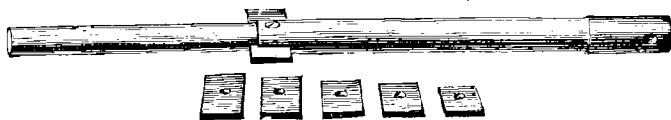


Fig. 575. — Porte-lame pour aléser.

On peut également utiliser les machines à percer comme machines à tarauder en fixant à l'arbre porte-foret un appareil spécial portant le taraud ; la figure 576 représente un de ces appareils, l'entraînement du taraud s'effectue par l'intermédiaire d'un verrou maintenu en place par un ressort à boudin dont la tension peut être réglée suivant le diamètre des trous à tarauder ; dès que le taraud est à fond, ou qu'il éprouve une résistance accidentelle, une surface inclinée, visible sur la figure, repousse le verrou et l'arbre porte-foret peut ainsi continuer à tourner malgré l'arrêt du taraud ; en renversant alors le sens de rotation le verrou rencontre une partie droite, l'entraînement en sens inverse a lieu et le taraud sort du taraudage qu'il vient d'effectuer.

On peut encore employer les machines à percer pour visser rapidement des goujons dans les trous taraudés ; il suffit, pour cette nouvelle application, de remplacer l'appareil à tarauder, que nous venons de décrire, par un appareil présentant d'ailleurs avec lui de grande analogie et dont la figure 577 représente un modèle assez courant de M. Besse. On peut avec cet appareil régler la puissance de serrage des goujons en agissant sur la tension d'un ressort à boudin.

Lorsqu'on utilise une grosse machine à percer pour perforer des trous de petit diamètre le rendement est très mauvais et la rapidité de travail relativement très lente, parce que la machine étant disposée pour les faibles vitesses de rotation, suffisantes pour les trous de grand diamètre, ne peut tourner assez rapidement pour percer dans les meilleures conditions voulues, les trous de petit diamètre. C'est pour remédier à cet inconvénient que l'on construit des multiplicateurs de vitesse (fig. 578) qui se placent à la place du foret des grosses machines et reçoivent dans un mandrin spécial les forets, de faible diamètre ; une série d'engrenages intérieurs multiplie la vitesse



de rotation dans la proportion voulue. On peut par suite avec cet appareil percer dans de bonnes conditions des petits trous avec de grosses machines.

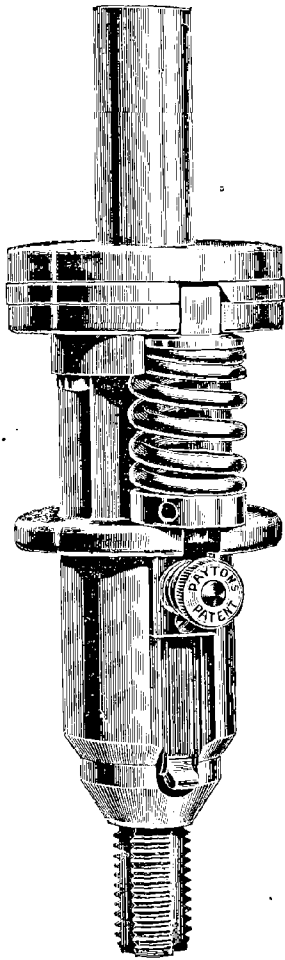


Fig. 576.  
Appareil à tarauder Payton.

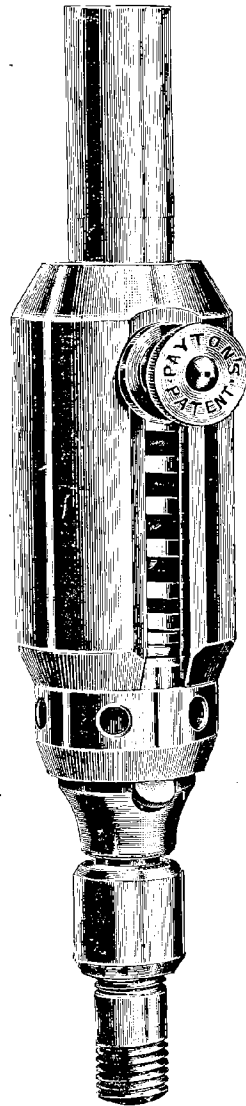


Fig. 577. — Appareil à goujoonner Payton.

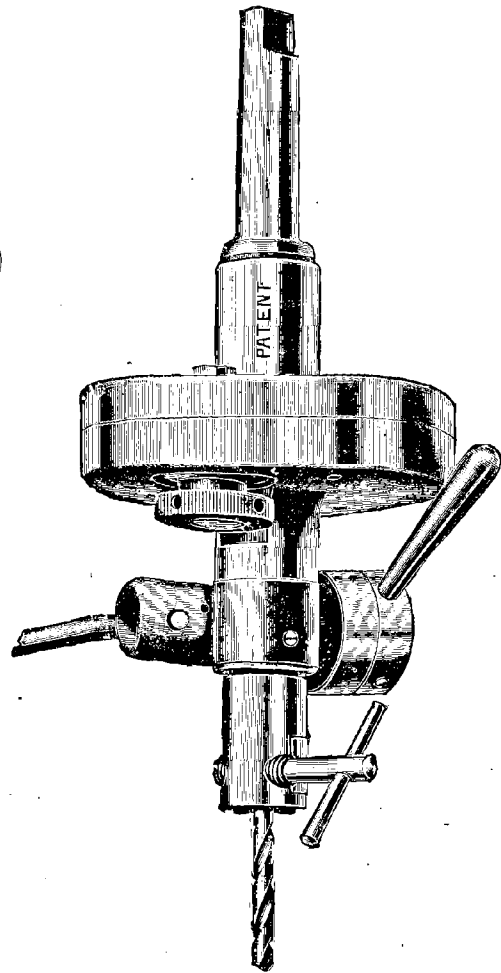


Fig. 578.  
Appareil à percer à grande vitesse.

Ces différents appareils accessoires que nous venons de signaler permettent donc d'étendre les applications des machines à percer qui peuvent d'ailleurs encore, dans certains cas, être utilisées comme machine à fraiser.

**Foreries à main.** — On appelle foreries des machines à percer élémentaires d'une très grande simplicité; elles sont simplement constituées par un support recevant une vis mue par un volant, la pointe de cette vis reçoit la partie supérieure d'un vilebrequin spécial qui porte un foret à sa partie inférieure et qui est mû à la main comme un vilebrequin ordinaire; au fur et à mesure que le trou se perce on fait descendre le foret en serrant la vis.

Le bâti supportant la vis et son volant peut prendre des dispositions très diverses.

Il peut être simplement constitué par un bâti en C (fig. 579) muni à sa partie inférieure d'un

petit étau qui permet de le fixer facilement à un établi ou à la pièce même à percer. Il peut encore être constitué (fig. 580) d'une tige horizontale fixée à une hauteur variable sur une colonne verticale à l'aide d'une double douille (fig. 581); la colonne verticale est elle-même fixée sur un établi ou directement sur la pièce à percer à l'aide d'un écrou ou de mâchoires comme dans le cas précédent; les figures 582 à 585 représentent différents modèles de ce genre construits par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

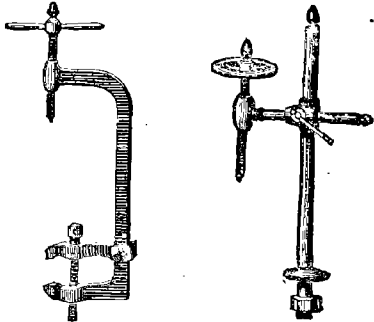


Fig. 579 et 580. — Foreries à main.



Fig. 581. Double douille pour forerie.

Ce bâti peut également consister en une console tournante fixée au mur comme l'indiquent les figures 586 et 587; la tige portant l'écrou de la vis d'avancement peut être dans ce cas plus ou moins déplacée et fixée dans la position voulue, à l'aide d'une vis de serrage, de manière à pouvoir percer des objets de grandeur variable.

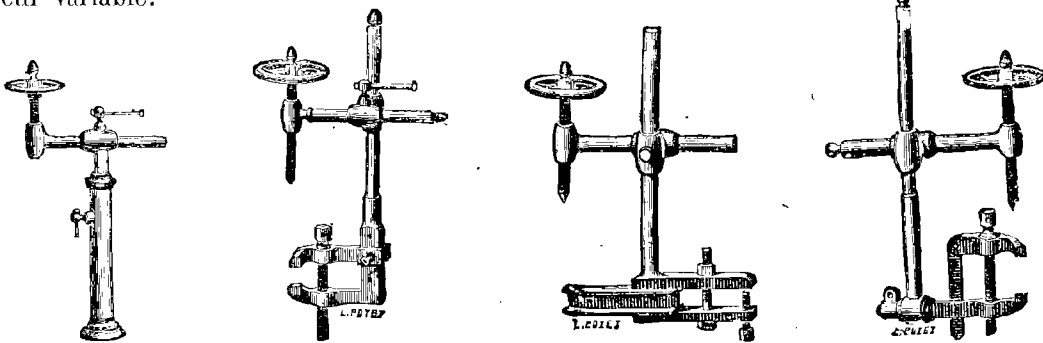


Fig. 582 à 585. — Différents modèles de foreries pour percer au vilebrequin ou au cliquet.

Le vilebrequin, ou fut, utilisé avec ces appareils (fig. 588) est simplement constitué par un arbre coudé en fer portant sur sa partie centrale une enveloppe folle, ou noix, qui évite le frottement de la main manœuvrant l'appareil sur la poignée tournante; l'extrémité de l'une des parties coudées porte un trou conique ou carré recevant le foret et l'extrémité de l'autre partie coudée reçoit un grain en acier trempé percé d'un petit trou destiné à recevoir l'extrémité de la vis de la forerie. La droite passant par l'axe de la vis de pression et par l'axe du foret doit être parallèle à la noix de commande.

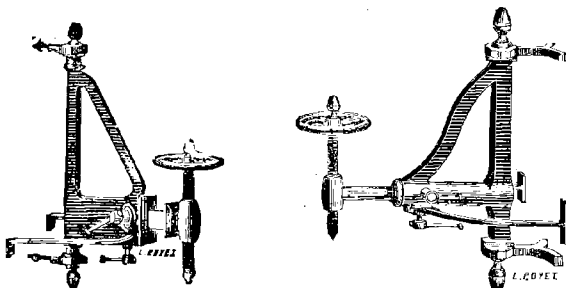


Fig. 583 et 587. — Foreries murales.



Fig. 588. Fut ou vilebrequin.

Dans certains cas le vilebrequin peut être remplacé avantageusement par un cliquet qui donne une plus grande puissance et permet d'effectuer des trous dans des coins où l'on ne pourrait opérer avec le vilebrequin.

Cet appareil primitif n'est plus d'ailleurs utilisé que dans les petits ateliers ou pour les travaux au dehors de l'atelier, travaux trop peu importants pour permettre le transport d'une machine plus puissante et plus perfectionnée. Dans ce dernier cas on utilise les foreries portatives qui se fixent instantanément sur un établi ou sur la pièce même à percer comme nous l'avons vu plus haut.

**Machines à percer à manivelle.**— Toute machine à percer est constituée par un arbre porte-foret, recevant un mouvement de rotation plus ou moins rapide d'une transmission quelconque, et se déplaçant, sous l'action d'un mécanisme spécial, dans le sens longitudinal au fur et à mesure de l'attaque de la pièce à perforet par le foret.

Les modèles les plus simples sont mus par la main agissant sur une manivelle ; mais le mouvement peut également être donné par le pied actionnant une pédale ou, ce qui est naturellement infiniment préférable et indispensable pour les fortes machines, par un moteur commandant la perceuse à l'aide d'une transmission mécanique convenable. Le dispositif de la machine à percer doit naturellement différer suivant le mode de commande adopté ; nous allons examiner ces différentes dispositions.

Notre figure 589 représente le modèle le plus simple de machine à percer à manivelle construit par la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. L'arbre porte-foret vertical tourne entre deux paliers venus de fonte avec le support de l'appareil destiné à être boulonné sur un établi ; cet arbre reçoit son mouvement de rotation par un pignon d'angle commandé par une roue dentée d'angle calée sur un arbre horizontal intermédiaire ; cet arbre intermédiaire est actionné à la main à l'aide d'un volant pourvu d'une manivelle ; ce volant est destiné à régulariser le mouvement et on le rencontre, disposé différemment, dans toutes les machines à main. L'avancement longitudinal de l'arbre porte-foret est obtenu à l'aide d'une vis, mue à la main à l'aide d'un petit volant supérieur, et se déplaçant dans un écrou fileté dans un bras spécial venu de fonte avec l'ensemble du bâti.

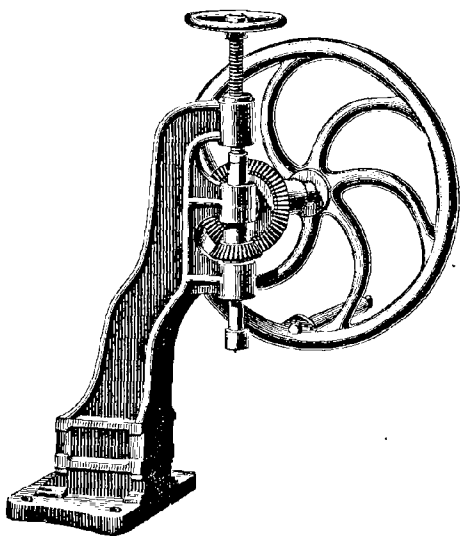


Fig. 589. — Petite machine à percer à manivelle.

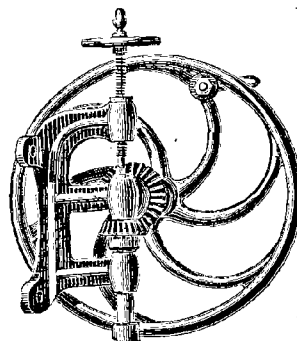


Fig. 590. — Machine à percer murale à manivelle.

La figure 590 représente un autre modèle ne différant du précédent que par la forme du bâti. Au lieu d'être fixée sur un établi, cette machine est en effet destinée à être boulonnée contre un mur ou sur une colonne ; cette destination lui procure le nom de machine à percer murale.

\*  
\* \*

L'objet à perforet doit être solidement maintenu pour qu'il ne se déplace pas sous l'action du foret, ce qui pourrait entraîner la rupture de ce dernier et en tout cas la déviation du trou à percer. On fixe ordinairement l'objet dans un étau quelconque formé de deux mâchoires de fonte ou d'acier se rapprochant sous l'action d'une vis.

Lorsque la machine à percer que nous venons de décrire est fixée sur le bord d'un établi, ou lorsqu'il s'agit d'une machine murale, on peut utiliser avec commodité un étau roulant (fig. 591)

pouvant être facilement déplacé et servir à tout autre usage ; cette disposition permet de percer des pièces de grande longueur, par exemple de

percer en bout des tiges prises sur le côté de l'étau.

Lorsque l'étau est boulonné dans le fond de l'établi on peut fixer sur celui-ci des étaux parallèles plats semblables à ceux des figures 592 et 593. Mais le plus souvent on emploie des étaux spécialement

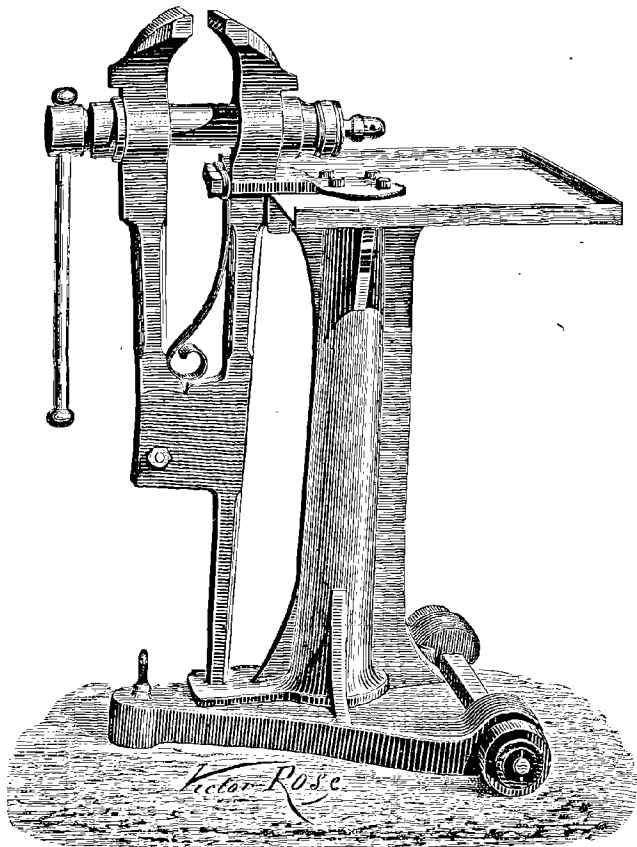


Fig. 591. — Etau à pied roulant.

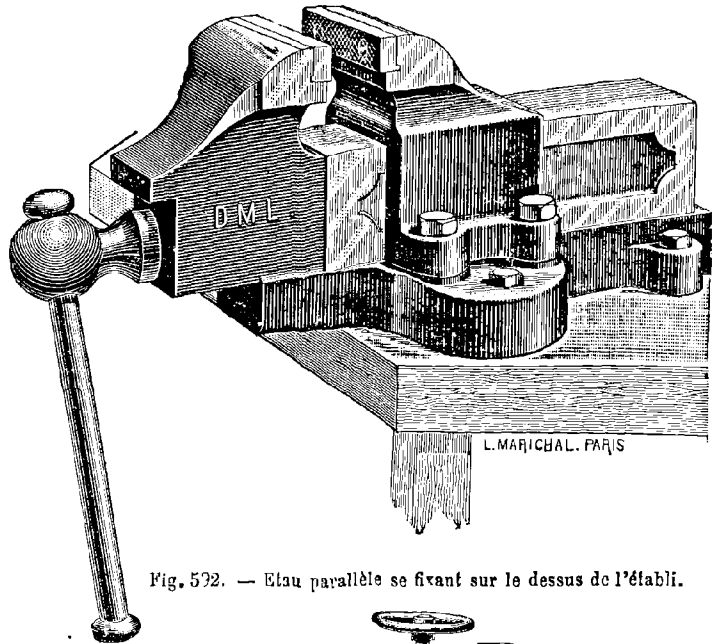


Fig. 592. — Etau parallèle se fixant sur le dessus de l'établi.

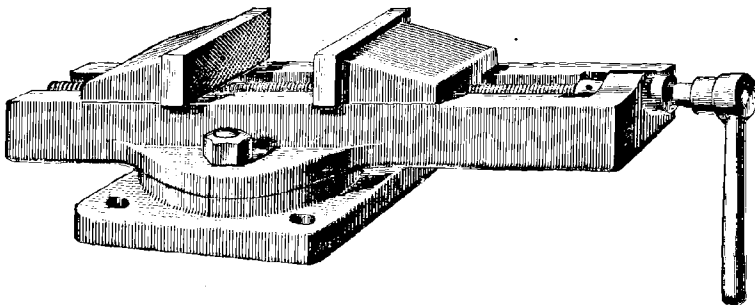


Fig. 593. — Etau parallèle plat à base tournante.

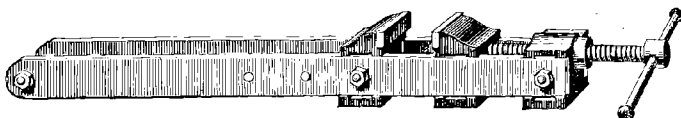


Fig. 594. — Etau parallèle pour machine à percer.

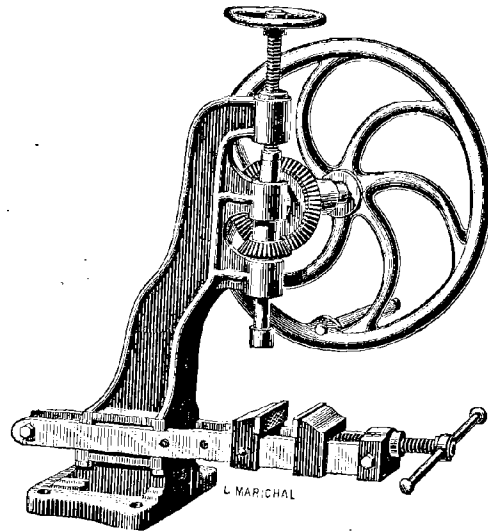


Fig. 595. — Machine à percer munie d'un étau parallèle.

construits pour les machines à percer, s'adaptant directement sur leur bâti et dont les figures 594 à 599 représentent quelques types de la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

L'étau de la figure 594 est à mâchoires parallèles en fonte garnies de plaques d'acier ; les

mâchoires se déplacent entre deux lames de fer; l'une des mâchoires se fixe à une distance variable à l'aide d'un boulon traversant les deux lames de fer, l'autre est manœuvrée par une vis qui opère le serrage. La figure 595 représente une machine à percer, semblable en tout point à celle que nous avons décrite plus haut, mais munie de l'étau que nous venons de signaler.

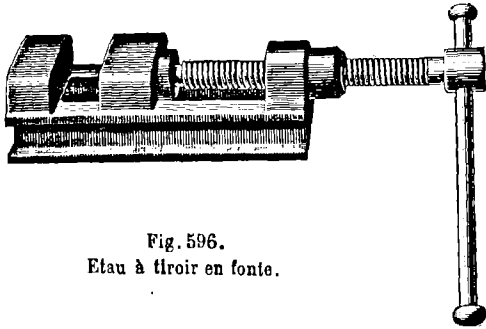


Fig. 596.  
Etau à tiroir en fonte.

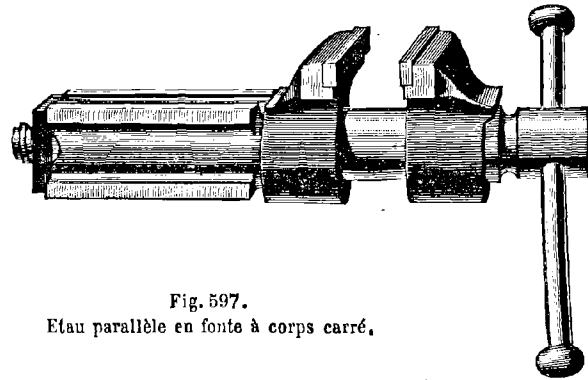


Fig. 597.  
Etau parallèle en fonte à corps carré.

L'étau de la figure 596 est tout en fonte, il est dit à tiroir, parce qu'il se place sur un support en fonte où il se meut à la façon d'un tiroir; on verra l'application de ce genre d'étau très usité dans plusieurs des machines décrites plus haut, notamment dans celles des figures 601, 615 et 617.

L'étau parallèle de la figure 597 est en fonte avec mordaches rapportées en acier; la tige carrée est dressée pour glisser dans une ouverture de même forme ménagée spécialement dans le bâti de la machine à percer comme l'indique la figure 602.

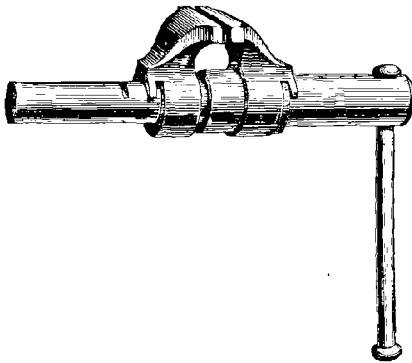


Fig. 598. — Etau parallèle en fer forgé.

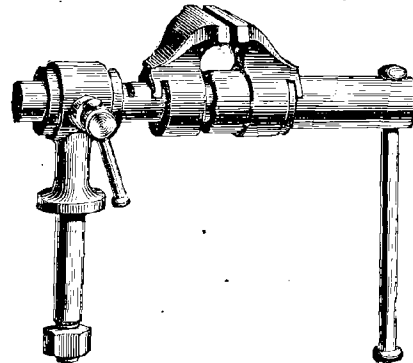


Fig. 599. — Etau parallèle en fer forgé avec douille support.

Enfin la figure 598 représente un étau à mâchoires parallèles tout en fer forgé; la tige ronde qui permet de le maintenir sur le socle de la machine (fig. 616) présente l'avantage de permettre d'obtenir une inclinaison variable des mâchoires. Cet étau peut également être fixé sur un établi quelconque à l'aide d'une douille support spéciale (fig. 599).

\*  
\*\*

Dans les machines à percer des figures 593 et 589 l'étau se trouve placé à une distance invariable de l'arbre porte-foret; les dimensions des objets à travailler se trouvent par suite extrêmement limitées; il est donc bon, pour remédier à ce grave inconvénient, d'adopter un dispositif qui permette le déplacement de l'arbre porte-foret ou de l'étau.

La figure 600 montre un dispositif de ce genre ; la machine à percer à engrenage, d'un modèle identique à celui de la figure 589, est montée sur une colonne en fer sur laquelle elle peut glisser et être fixée à l'endroit voulu par une vis de pression. La colonne de fer se boulonne simplement sur un établi quelconque au-dessus d'un des étaux que nous venons de décrire.

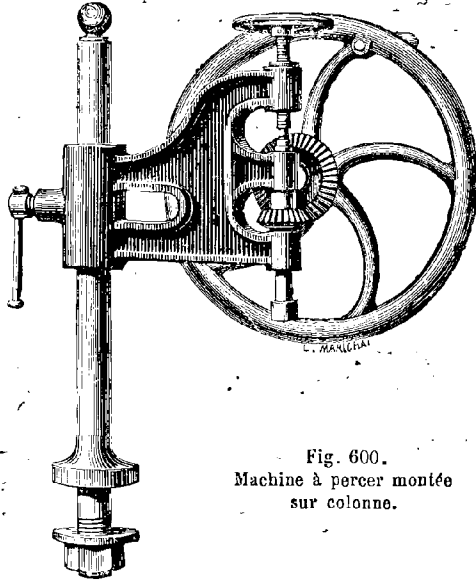


Fig. 600.  
Machine à percer montée  
sur colonne.

Toutefois, le plus souvent, c'est l'étau qui est rendu mobile comme nous le verrons dans de nombreux modèles décrits ci-après.

\*  
\*  
\*

Le principal inconvénient des machines à percer simples que nous venons d'étudier consiste, d'une part dans la nécessité de provoquer à la main l'avancement du foret, et d'autre part dans l'unique paire d'engrenages qui ne permet pas de modifier la vitesse de l'outil. Or s'il est nécessaire, pour accélérer le travail, d'obtenir une grande vitesse de rotation du foret lorsque les trous à percer sont de petit diamètre, il est non moins indispensable de disposer d'un changement de vitesse pour réduire le nombre de tours du foret lorsque les trous sont de grand diamètre. Il est bon également suivant la matière à percer de pouvoir varier la vitesse de l'arbre porte-foret pour une même vitesse de la manivelle.

D'autre part la nécessité de provoquer à la main l'avancement de l'outil présente le très grave inconvénient d'immobiliser une des mains de l'ouvrier dont il a besoin pour différentes opérations, notamment pour huiler le foret.

\*  
\*  
\*

La machine à percer de la figure 601, qui est un type très courant de la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>, remédie à ces deux inconvénients ; elle possède en effet un changement de vitesse et l'avancement automatique du foret.

Dans cette machine la manivelle commande une roue à engrenage d'angle calée sur un petit arbre horizontal et actionnant, par un pignon denté, un second arbre intermédiaire vertical portant à sa partie supérieure le volant assurant la régularité de la marche. Cet arbre porte deux roues dentées qui peuvent engrener à tour de rôle avec deux autres roues dentées de diamètre correspondant placées sur l'arbre porte-foret ; une bague à charnière, que l'on

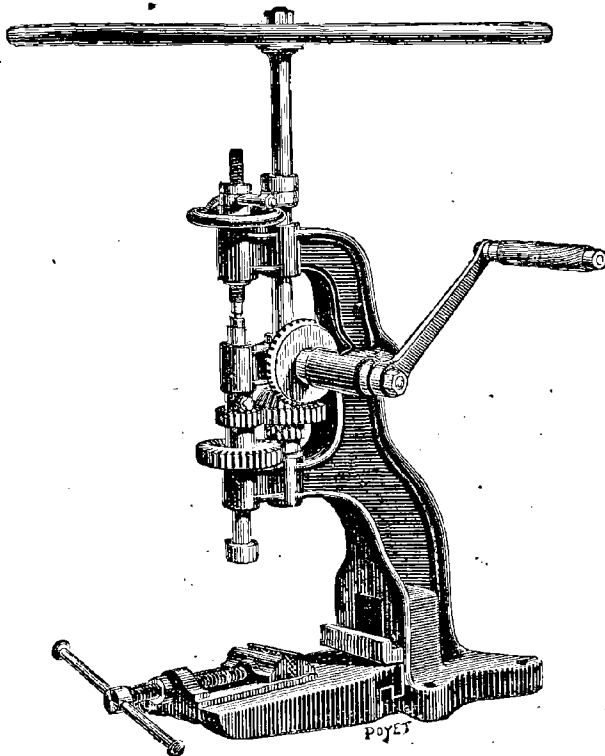


Fig. 601.  
Machine à percer à double vitesse et avancement automatique.

peut placer au-dessus ou au-dessous de ces deux dernières roues, sert à assurer l'engrènement de l'une ou l'autre paire d'engrenages ; les vitesses relatives de l'arbre porte-foret et de la manivelle peuvent ainsi être rapidement modifiées suivant le diamètre des trous et la nature de la matière à attaquer.

L'arbre intermédiaire porte-volant reçoit également un excentrique agissant sur un cliquet qui à chaque tour provoque une légère rotation du petit volant commandant la vis d'avancement longitudinal de l'arbre porte-foret ; cet avancement se fait par suite automatiquement. L'étau est du genre à tiroir de la figure 596 ; la table supportant cet étau est indépendante du bâti et peut s'y fixer à deux hauteurs différentes.

La figure 602 représente une machine à percer analogue de la même maison présentant quelques modifications de détail.

Les principaux organes de cette machine sont représentés par nos figures 603 à 610 ; ces figures montrent la grande simplicité de ces organes. La figure 603 représente la manivelle formée

d'un bras en fonte percé à l'une de ses extrémités d'un trou carré, pour se fixer sur l'arbre horizontal d'entraînement, et à l'autre extrémité d'un trou rond, qui reçoit une tige ronde de fer revêtue d'un manchon fou en bois pour la commande ; l'engrenage d'angle de la figure 604 est celui qui se trouve sur

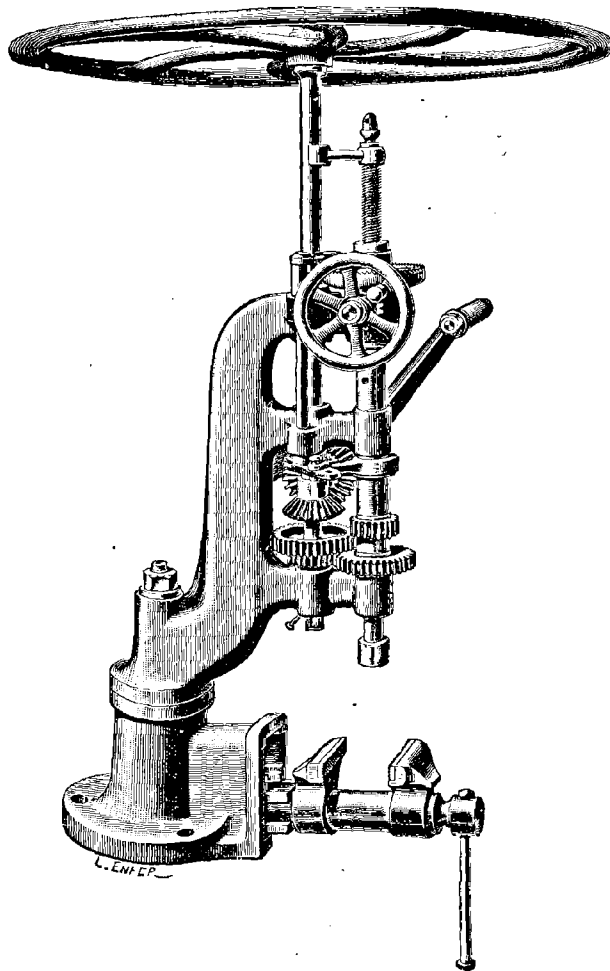


Fig. 602. — Machine à percer Dandoy-Mailliard.

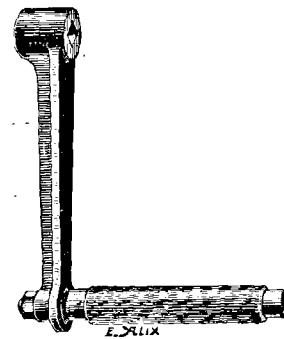


Fig. 603. — Manivelle.



Fig. 604. — Engrenage d'angle de l'arbre porte-manivelle.



Fig. 605. — Engrenage d'angle de l'arbre porte-volant.

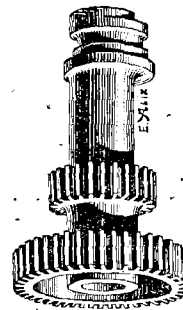


Fig. 607. — Engrenages de l'arbre porte-foret.

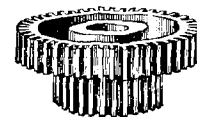


Fig. 606. — Engrenages droits de l'arbre porte-volant.

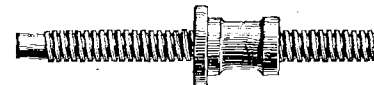


Fig. 608. — Vis de descente et son écrou.

l'arbre de la manivelle et commande le pignon d'angle de la figure 605 placé lui-même sur

l'arbre porte-volant; les engrenages droits de la figure 606 sont ceux qui se placent sur l'arbre porte-volant et peuvent engrener à tour de rôle avec les engrenages de l'arbre porte-foret que représente la figure 607; cette dernière figure montre également l'excentrique provoquant l'avancement de l'outil par la rotation de la vis de descente dans son écrou (fig. 608); enfin les figures 609 et 610

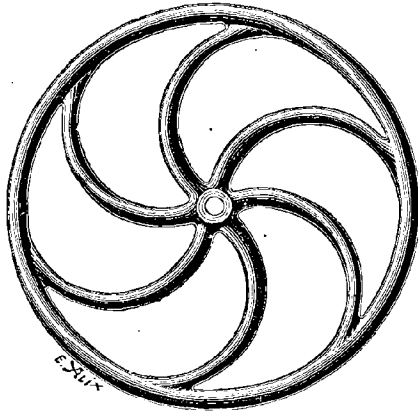


Fig. 609. — Volant en une seule pièce.

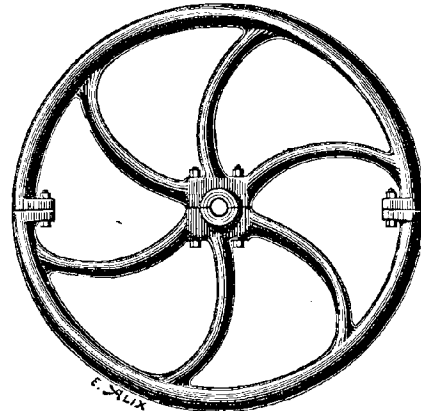


Fig. 610. — Volant en deux pièces.

représentent le volant supérieur qui peut être comme on le voit en une seule pièce ou en deux pièces; cette dernière disposition ne présente toutefois des avantages que dans certains cas très spéciaux.

Dans cette machine l'excentrique d'avancement automatique, au lieu d'être placé sur l'arbre intermédiaire porte-volant, est situé sur l'arbre porte-foret ce qui présente un avantage assez sérieux; en effet, dans ce dernier cas, l'avancement du foret se fait toujours proportionnellement à sa vitesse de rotation; tandis qu'au contraire, lorsque l'excentrique se trouve sur l'arbre du volant, la vitesse d'avancement reste uniforme quelle que soit la paire d'engrenages utilisée et par suite pour des vitesses très variables du foret. En déplaçant la tige de l'excentrique sur le levier de commande du cliquet, à l'aide d'une goupille passant dans l'un ou l'autre des deux trous ménagés à cet effet, on peut faire avancer le petit volant de la vis d'avancement d'une ou deux dents à chaque tour de l'arbre et modifier ainsi, suivant le diamètre des trous à percer, la vitesse de descente du foret. Lorsque le trou est percé



Fig. 611.  
Plateau en fonte.

le relevage de l'arbre porte-foret se fait très rapidement à l'aide d'un petit volant spécial à manivelle placé sur le côté du volant d'avancement et commandant celui-ci par un pignon denté.

L'étau à tige carrée, semblable à celui de la figure 597, peut être introduit dans l'une ou l'autre des deux glissières spéciales superposées, de manière à le rapprocher plus ou moins de l'arbre porte-foret; il peut être placé à volonté dans ces glissières droit ou renversé, incliné à droite ou à gauche; ces dernières

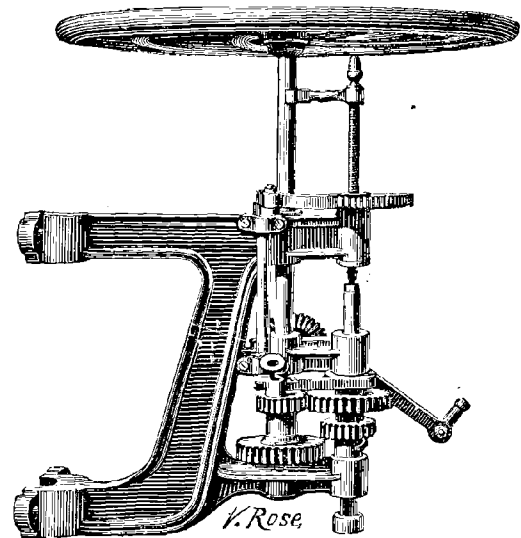


Fig. 612. — Machine à percer murale.

positions sont très commodes pour percer



des tiges en bout. L'ensemble de la machine peut enfin pivoter sur la base porte-étau. L'étau peut être remplacé par un plateau rectangulaire muni d'une tige carrée spécialement dressée (fig. 611).

La machine à percer murale de la figure 612 présente une disposition mécanique analogue à celle des deux derniers modèles, elle est également à changement de vitesse et à descente automatique de l'arbre porte-foret ; mais le bâti est différent et disposé pour être boulonné sur un mur, sur un poteau ou sur une colonne quelconque.

\*  
\* \*

La machine légère pour amateur de la figure 613 possède deux arbres verticaux parallèles, l'un recevant le volant régulateur et l'autre le foret ; ils sont munis tous les deux d'un pignon à denture hélicoïdale actionné par une roue dentée hélicoïdale commandée par une manivelle ; la descente du foret se fait à la main à l'aide d'un petit volant fixé sur la vis d'avancement.

Cette petite machine destinée à être fixée sur un établi présente en petit la disposition des grandes machines que nous allons étudier : le pied est en forme de colonne cylindrique le long de laquelle peut glisser, et être fixé par une vis de pression à la hauteur voulue, un support à deux branches portant d'un côté un étau à tiroir et de l'autre un plateau rond.

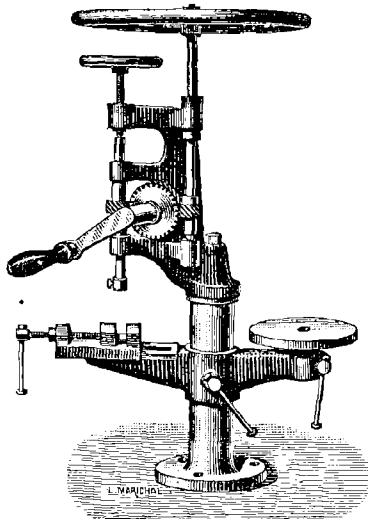


Fig. 613. — Machine à percer d'amateur.

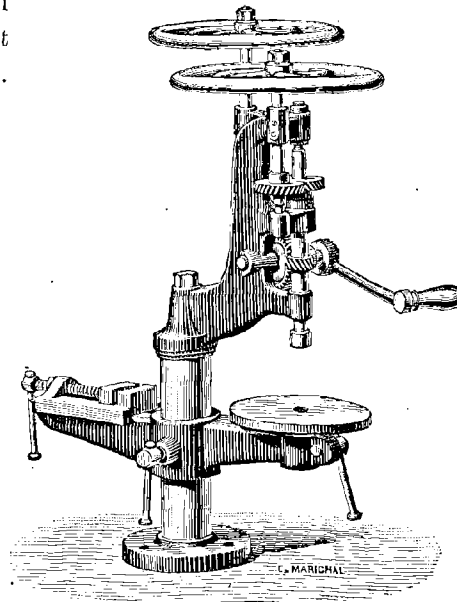


Fig. 614. — Machine à percer à pression automatique.

\*  
\* \*

La figure 614 représente également une machine d'amateur dont le dispositif d'avancement et de relevage du foret est particulièrement intéressant ; comme dans la précédente les arbres porte-volant et porte-foret sont commandés par un roue hélicoïdale agissant sur deux pignons également à denture hélicoïdale ; mais le petit volant commandant la vis d'avancement est remplacé par une roue dentée engrenant avec une seconde roue dentée calée sur un troisième arbre portant un second volant.

Lorsqu'on met la machine en mouvement la résistance qu'oppose l'entraînement de ce second volant donne à la roue dentée commandant la vis d'avancement un mouvement différentiel qui provoque l'avancement du foret et sa pression sur l'objet à percer ; cette pression peut être réglée à l'aide d'un frein à vis agissant sur l'arbre auxiliaire de manière à faire varier sa résistance

d'entraînement. La pression ainsi obtenue est très régulière et très douce ; elle est continue et ne se fait pas par secousses comme dans les machines à cliquet ce qui évite le bris des forets.

Pour faire remonter le foret il suffit d'arrêter la manivelle de la machine une fois celle-ci lancée : le second volant continue sa marche par suite de sa force d'inertie, entraîne la roue dentée commandant la vis d'avancement et provoque ainsi le relevage du foret. Comme on le voit cette disposition est très ingénieuse.

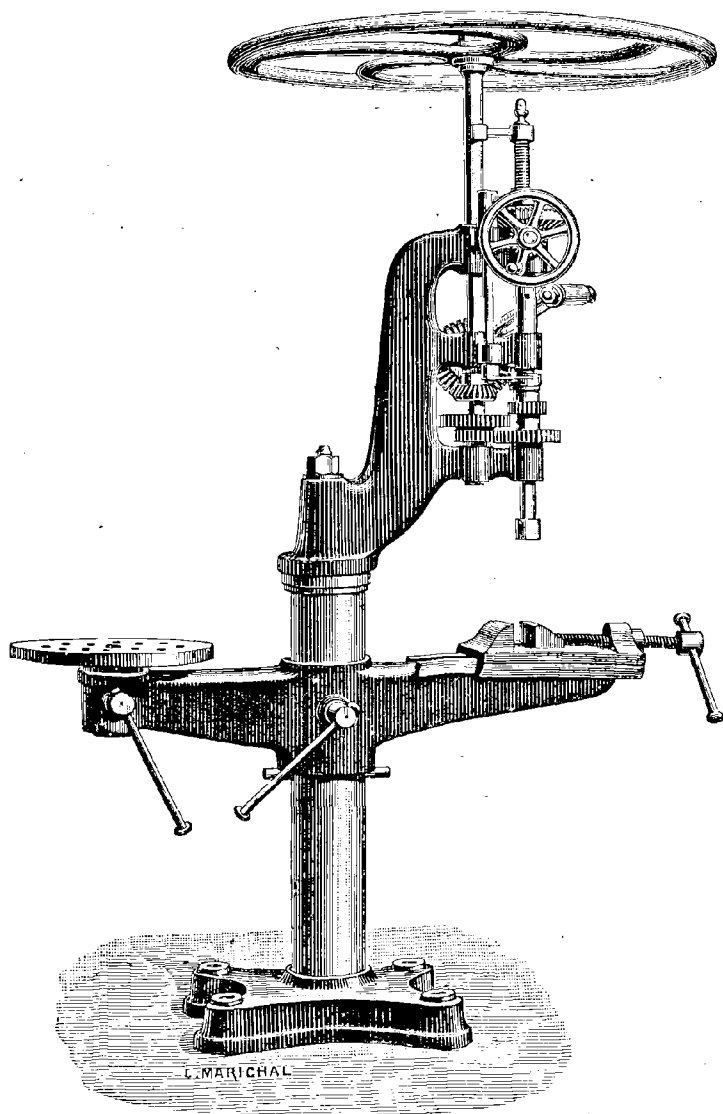


Fig. 615. — Machine à percer à support double montée sur colonne.

P'amener sans effort à la hauteur voulue qui varie suivant la dimension des objets à percer.

Signalons dans le modèle représenté par cette figure et construit par la maison Dandoy-Mailliard, comme d'ailleurs les trois dernières machines que nous venons de décrire, le système d'avancement de l'arbre porte-foret ; cet avancement est obtenu par un excentrique placé sur l'arbre horizontal de la manivelle et actionnant le cliquet par un levier coudé. Cette machine est munie d'un étau en fer forgé à tige ronde comme celui de la figure 598.

Comme nous l'avons dit plus haut les machines de grande dimension sont ordinairement montées sur une colonne de fonte munie d'un pied solidement boulonné au sol comme l'indique la figure 615 ; sur cette colonne peut se déplacer un support à deux branches portant d'un côté un étau à tiroir pouvant se mouvoir dans une glissière et de l'autre un plateau à trous ; l'étau ou le plateau peuvent être amenés à tour de rôle sous le foret par la rotation de l'ensemble autour de la colonne ; le support peut être fixé à la hauteur voulue à l'aide d'une vis de pression et d'une grande goupille se plaçant dans des trous percés dans la colonne à différentes hauteurs.

Toutefois, pour les machines assez importantes, la manœuvre du support à deux branches portant l'étau et le plateau est très incommode et ne permet pas un réglage précis de la hauteur ; aussi emploie-t-on pour le mouvoir diverses dispositions. On peut par exemple comme l'indique la figure 616 déplacer ce support à l'aide d'une vis verticale qui permet de

\*  
\*  
\*

Dans la machine de la figure 617 la montée ou la descente du support double de l'étau et du plateau est obtenue à l'aide d'un pignon engrenant une crémaillère dont est pourvue la colonne ; ce pignon est commandé par une manivelle dont l'axe est immobilisé à la hauteur voulue par un cliquet agissant sur une roue à rochet.

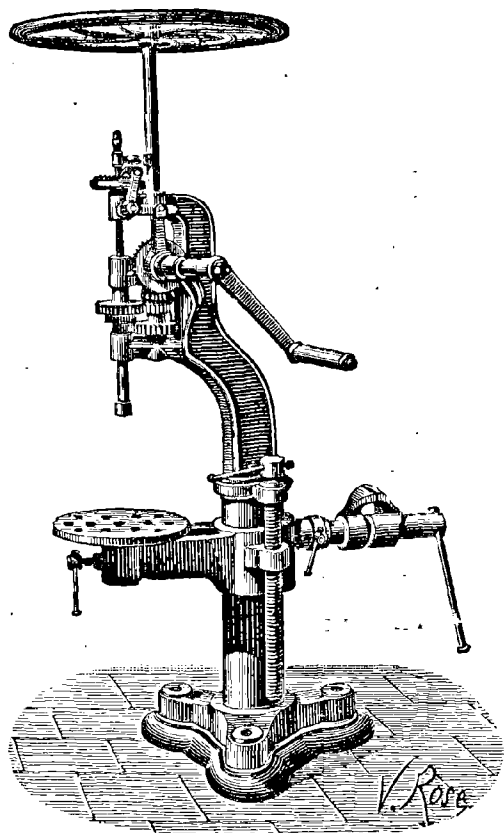


Fig. 616. — Machine à percer à support double mû par un vis.

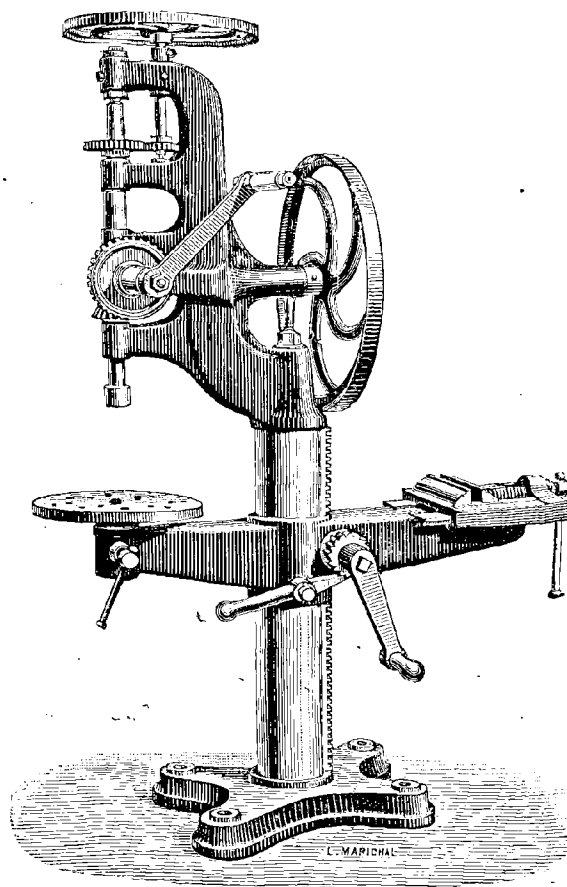


Fig. 617. — Machine à percer à pression et relevage automatique du foret.

La machine représentée par cette figure est d'une disposition un peu spéciale ; l'arbre horizontal de la manivelle commande, par une grande roue dentée et deux pignons, d'une part l'arbre vertical porte-foret et d'autre part un arbre auxiliaire horizontal portant le volant qui régularise le mouvement ; l'avancement et le relevage du foret se font automatiquement par un mécanisme analogue à celui de la figure 614 et décrit plus haut. Cette machine, spécialement construite par la maison Dandoy-Mailliard, pour percer et fraiser des petits trous ne possède qu'une seule vitesse.

\*  
\*  
\*

Mais le système le plus pratique pour le déplacement du support double est incontestablement celui représenté par la figure 618 ; dans ce dispositif le pignon engrenant la crémaillère n'est plus actionné directement par une manivelle, mais reçoit son impulsion d'une vis sans fin agissant sur une roue dentée calée sur l'axe du pignon ; la vis sans fin est elle même commandée par une manivelle mobile ; avec cette disposition le mouvement est très doux et la hauteur se règle avec la plus grande facilité et la plus grande précision.

La machine à percer représentée par cette gravure, et construite par la même maison que

la précédente, possède trois paires d'engrenages pouvant être successivement engrenés par l'action d'une bague, soulevant plus ou moins les trois roues dentées placées sur l'arbre du volant, et fixée à la hauteur voulue à l'aide d'une vis agissant sur une petite glissière spéciale. L'avancement peut se faire à la main, à l'aide d'un petit volant à manivelle placé à portée de la main, ou automatiquement par un cliquet actionné au moyen d'un levier et d'un excentrique par l'arbre porte-foret.

\*  
\*  
\*

La manivelle commandant la vis sans fin qui détermine le déplacement du support double étau-plateau peut, au lieu d'être placée près du plateau comme dans le cas précédent, être située sur le côté comme l'indique la figure 619. Cette dernière

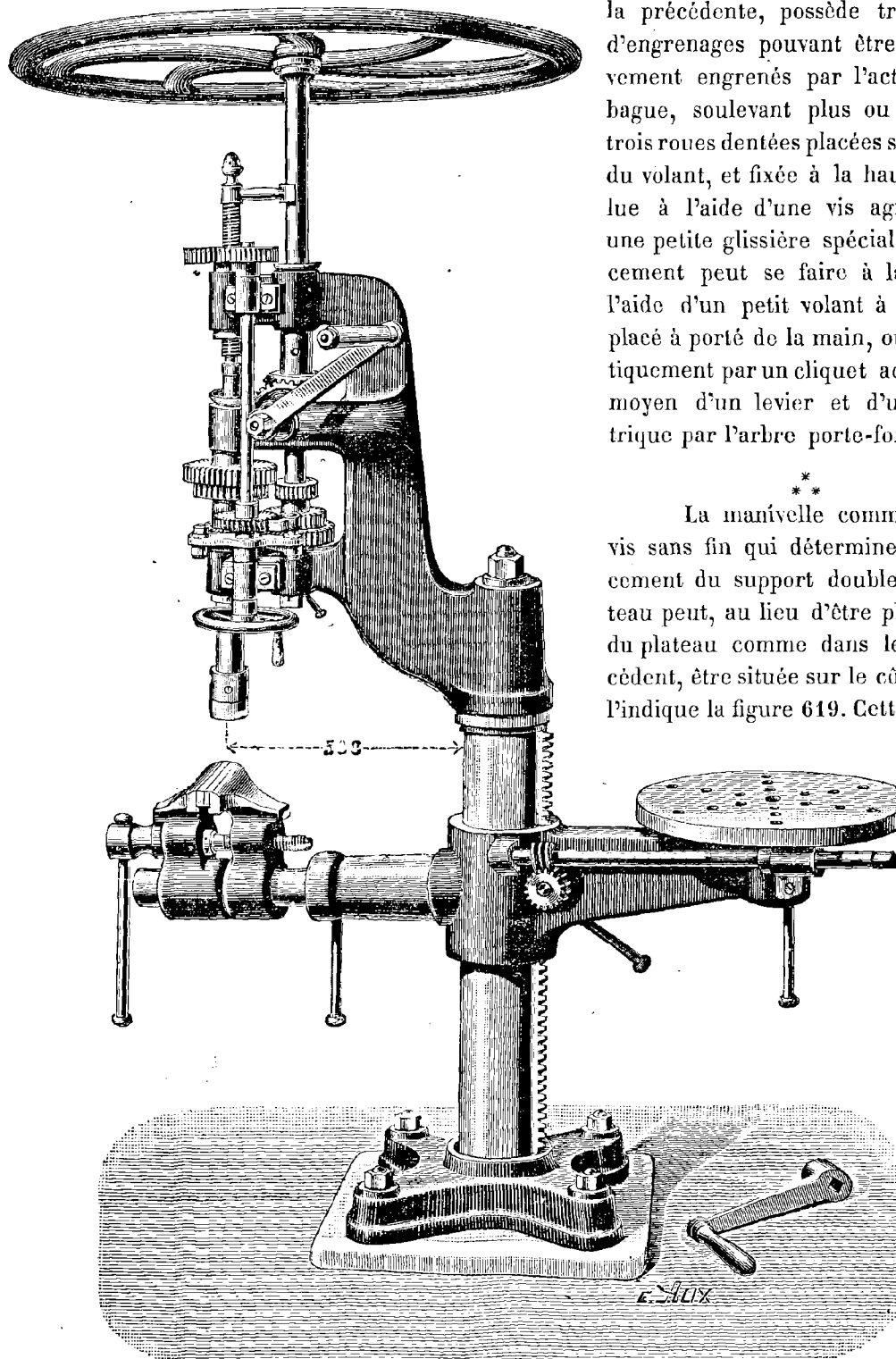


Fig. 618. — Machine à percer à trois vitesses de Dandoy-Mailliard, Lueq et C<sup>o</sup>.

machine, construite par M. L. Dard, présente un intéressant système de descente automatique continue de l'arbre porte-foret.

La descente du foret dans les machines à percer se fait ordinairement par un cliquetage prenant une ou plusieurs dents d'un rochet commandant une vis ou encore au moyen d'un train de roues d'engrenage actionnant la vis de serrage de l'outil.

Dans le premier cas, l'outil n'avance que par intermittence, c'est-à-dire qu'il ne travaille que pendant la poussée du cliquet sur le rochet, et, lorsque le cliquet revient pour reprendre quelques dents plus loin, il reste stationnaire, la machine ne produit rien pendant ce deuxième mouvement du cliquet. On règle l'amplitude du cliquet suivant l'avancement que l'on veut donner à l'outil. Dans le deuxième cas, avec le train d'engrenage, l'avancement du foret est bien constant, mais il est moins commode de le régler suivant la nature du métal à travailler.

Dans le système de descente automatique continue de M. Dard on emploie deux cliquets qui fonctionnent inversement, quand l'un exerce la poussée sur le rochet, l'autre revient pour prendre quelques dents plus loin ; on peut changer à volonté et suivant les besoins, l'amplitude de ces cliquets, ce qui permet de régler l'avancement de l'outil en rapport avec la dureté du métal à travailler.

La figure 620 représente l'application de ce système à une machine à percer ; on se rend parfaitement compte de la fonction des cliquets A, B, sur le rochet entraîneur C ; en effet, l'arbre du volant D, sur lequel est montée la noix de l'excentrique E, communique au collier F un mouvement alternatif, qui est reproduit par le support à levier G des cliquets. La disposition de ce support G permet aux cliquets d'agir en prenant une ou plusieurs dents du rochet C, et par ce fait on obtient l'avancement plus ou moins rapide de l'outil. Par cette combinaison on fait donc produire à l'outil un travail ininterrompu sur la pièce à travailler d'où il résulte une plus grande rapidité de travail.

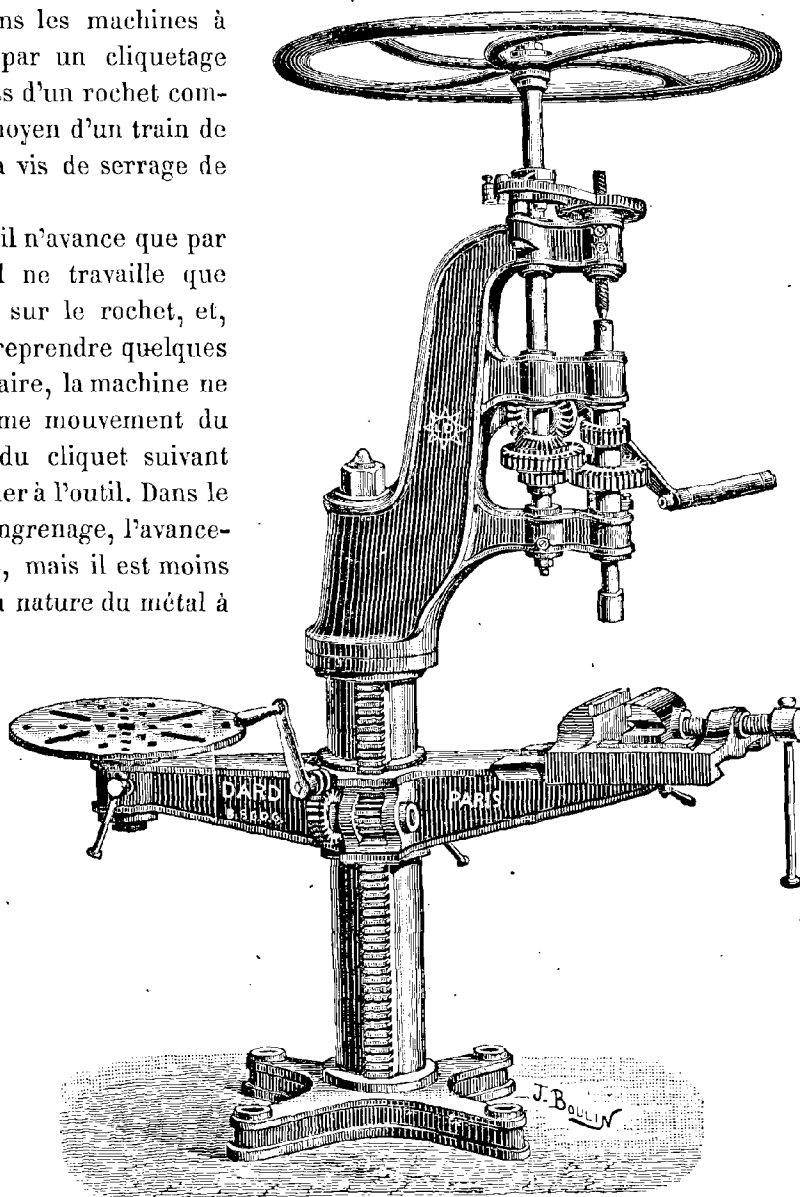


Fig. 619. — Machine à percer de L. Dard à descente automatique continue du foret.

La figure 621 représente une autre machine à percer construite par M. Dard et dans laquelle le bâti forme colonne est remplacé par un bâti pyramidal en fonte; dans ce cas l'étau à tiroir est supporté par une petite colonne venue de fonte avec le bâti de la machine. L'avancement du foret est obtenu par un excentrique calé sur l'axe de la manivelle et commandant le cliquet par une série de leviers. En déplaçant l'extrémité de la tige commandant le cliquet sur la glissière du levier intermédiaire on peut faire prendre au cliquet à chaque tour de manivelle une ou plusieurs dents ce qui permet de modifier la vitesse d'avancement du foret.

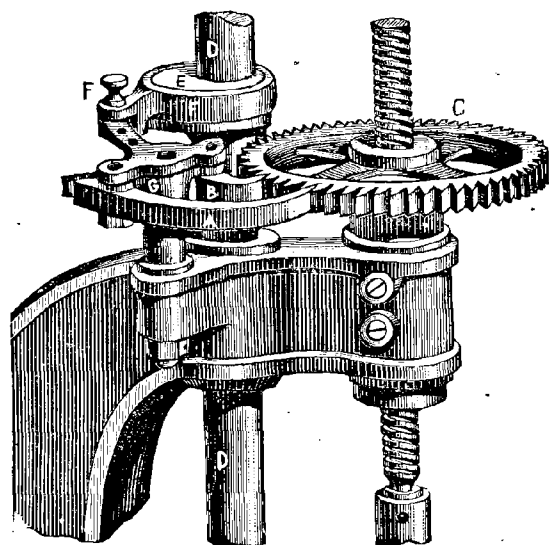


Fig. 620. — Système de descente automatique continue de L. Dard.

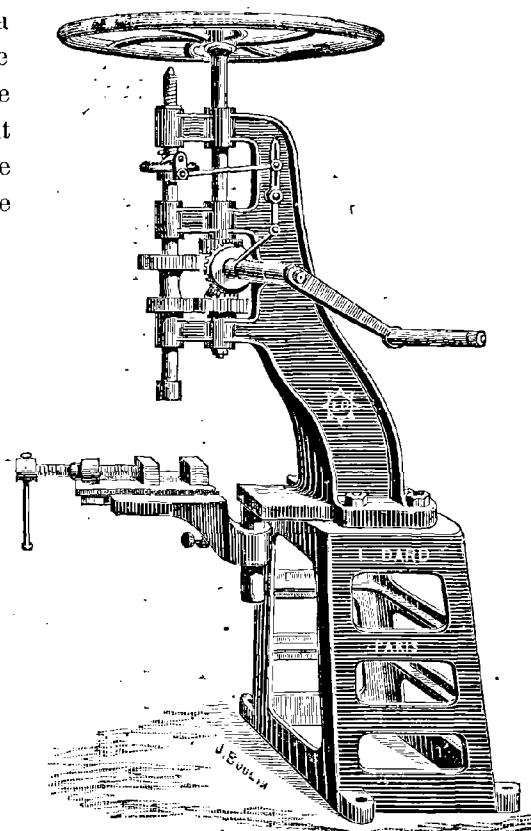


Fig. 621. — Machine à percer L. Dard.

**Machines à percer à pédale.** — Les machines à percer à pédale sont ordinairement destinées à perforer rapidement des trous de petits diamètres ne dépassant guère 10 à 12 millimètres.

Ces machines sont en général constituées par un arbre vertical, muni d'un cône à corde à deux ou trois diamètres, et entraîné par une corde à boyaux passant sur une grande roue à gorge commandée par une pédale. L'avancement et la pression du foret sont ordinairement obtenus par un levier à contrepoids agissant sur l'arbre porte-foret ou sur le plateau porte-objet.

Nos figures 622 à 629 représentent quelques modèles de machines à percer à pédales construits par la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Dans le modèle de la figure 622 la grande roue à gorge et le pédalier sont supportés par un bâti en fonte surmonté d'une tablette qui reçoit la forerie; la grande roue à gorge est mobile et son déplacement permet d'obtenir constamment une bonne tension de la corde à boyaux.

La machine à percer proprement dite est constituée par une colonne de fonte boulonnée sur la tablette supérieure du pédalier et surmontée d'un bâti en fonte recevant l'arbre porte-foret, ce dernier est muni d'une poulie à deux gorges permettant de faire varier sa vitesse de rotation pour

une même vitesse de la pédale ; deux petites poulies à gorge servent de guide à la corde de commande ; un levier supérieur muni d'un contrepoids qui l'équilibre permet d'obtenir l'avancement et la pression du foret.

L'objet à percer est supporté par une petite tablette rectangulaire qui peut s'élever plus ou moins sur la colonnette de fonte et être fixée à la hauteur voulue par une vis de pression. Cette tablette rectangulaire peut d'ailleurs être remplacée par un petit support recevant un étau à tiroir (fig. 623) ou un plateau cylindrique (fig. 624).

Cette machine peut percer des trous jusqu'à 6 millimètres de diamètre ; le diamètre de l'arbre porte-foret est de 16 millimètres, la course verticale du porte-foret est de 5 centimètres et le poids total de la machine de 105 kilogrammes.

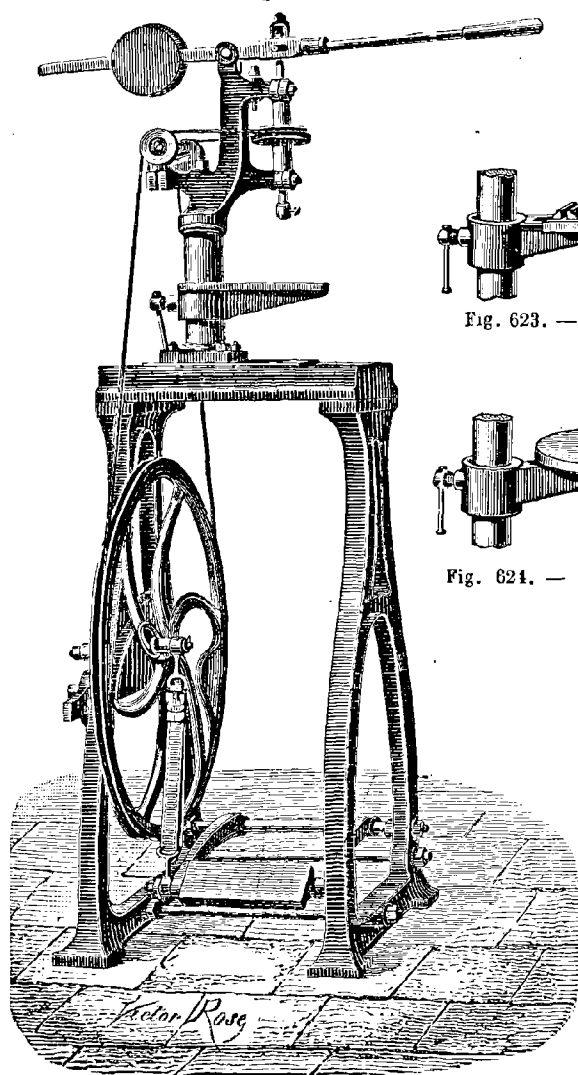


Fig. 622. — Machine à percer à pédale.

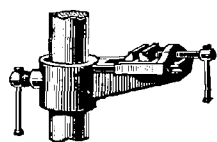


Fig. 623. — Étau.

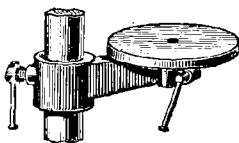


Fig. 624. — Plateau.

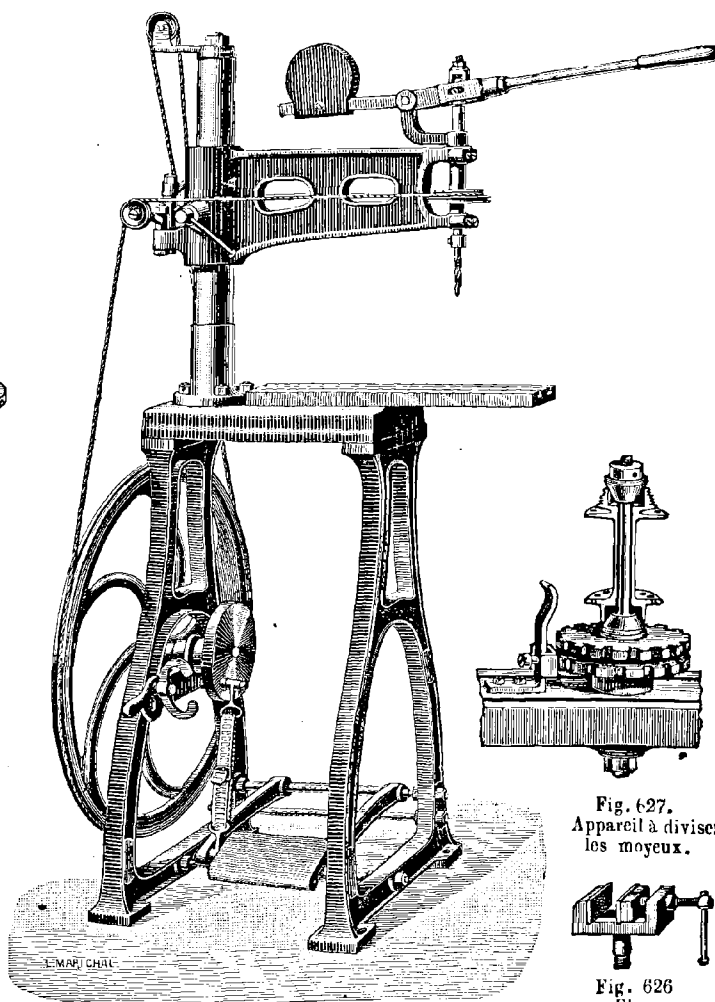


Fig. 625. — Machine à percer à pédale et levier tournant.

Fig. 627.  
Appareil à diviser  
les moyeux.

Fig. 626  
Étau.

Dans le modèle de la figure 625 la tablette recevant les objets à percer est fixe et c'est au contraire le bâti de l'arbre porte-foret qui se déplace sur la colonnette de fonte ; malgré ces déplacements la tension de la corde de commande reste constante grâce à une troisième poulie à gorge

fixée à poste fixe à la partie supérieure de la colonnette et recevant l'un des brins de la corde à boyaux.

La distance de l'arbre porte-foret à la colonnette de fonte est plus grande que dans la machine précédente ce qui permet naturellement de percer des pièces de plus grandes dimensions ; cette distance est de 42 centimètres.

Le pédalier et son bâti sont analogues à ceux de l'appareil précédemment décrit avec cette différence que la grande roue à gorge se trouve placée à l'extérieur du montant de gauche au lieu

d'être située entre les deux montants.

Enfin le système d'avancement et de pression du foret est identique mais le levier peut, contrairement au cas précédent, tourner dans toutes les directions pour se trouver toujours commodément à portée de la main.

La tablette porte-objet peut recevoir un petit étau à mâchoire parallèle (fig. 626) ou encore un appareil spécial pour diviser et percer les moyeux des roues de vélocipèdes (fig. 627) ; cette machine est, en effet, spécialement destinée aux constructeurs de vélocipèdes ; elle peut percer des trous jusqu'à 6 millimètres de diamètre, le diamètre de l'arbre porte-foret est de 16 millimètres, la course verticale du porte-foret de 55 millimètres et le poids total de la machine de 135 kilogrammes ; la vitesse normale des poulies est de 50 tours.

\*  
\*  
\*

La machine à percer représentée par la figure 628 est un peu plus forte et permet de percer des trous jusqu'à 12 millimètres de diamètre, le diamètre de l'arbre porte-foret est de 20 millimètres et sa course verticale de 55 millimètres ;

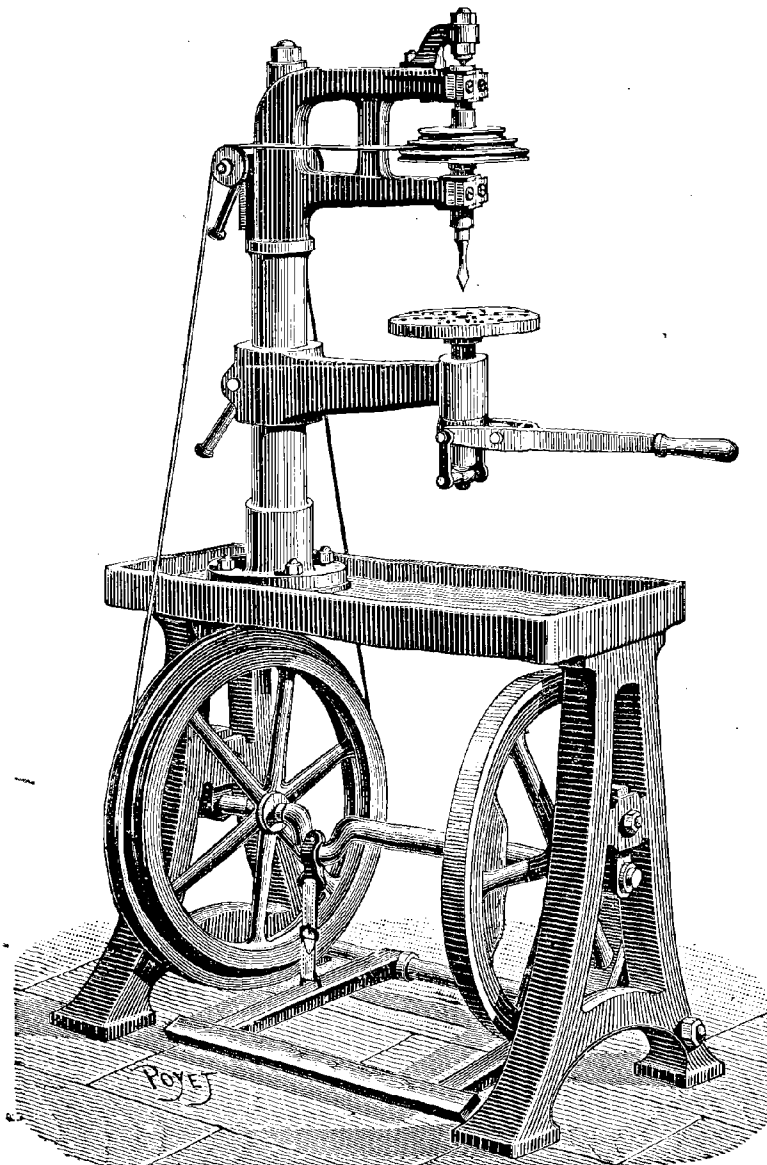


Fig 628. — Machine à percer à plateau porto-objet mobile.

la distance du foret à la colonne est de 225 millimètres et le poids total de la machine de 190 kilogrammes.

Le pédalier et son bâti sont, comme on peut facilement s'en rendre compte à l'examen de notre



gravure, beaucoup plus robustes ; la grande roue de commande, à deux gorges, est fixée sur un arbre coudé à deux paliers qui reçoit un volant assez lourd pour régulariser la marche de l'appareil.

L'arbre porte-foret est fixe ; son rapprochement et sa pression sur l'objet à perforent sont ici obtenus par le déplacement du plateau à trous supportant cet objet ; ce déplacement est obtenu comme l'indique clairement notre figure par un levier spécial.

\*  
\*  
\*

Dans le modèle de la figure 629 le bâti principal est formé d'une seule pièce de fonte massive recevant le pédalier et la grande roue de commande dont l'arbre peut se déplacer dans une glissière pour tendre la corde à boyaux ; le support recevant l'objet à percer peut être muni d'un étau à tiroir comme l'indique la figure 629 ou d'un étau parallèle en fer forgé (fig. 630) ou encore d'un plateau circulaire (fig. 631).

Le diamètre de l'arbre porte-foret est de 16 millimètres, sa course de 55 millimètres et sa distance à la colonne-support de 42 centimètres ; le poids total de la machine est de 160 kilogrammes et le diamètre maximum des trous qu'elle peut percer de 6 millimètres.

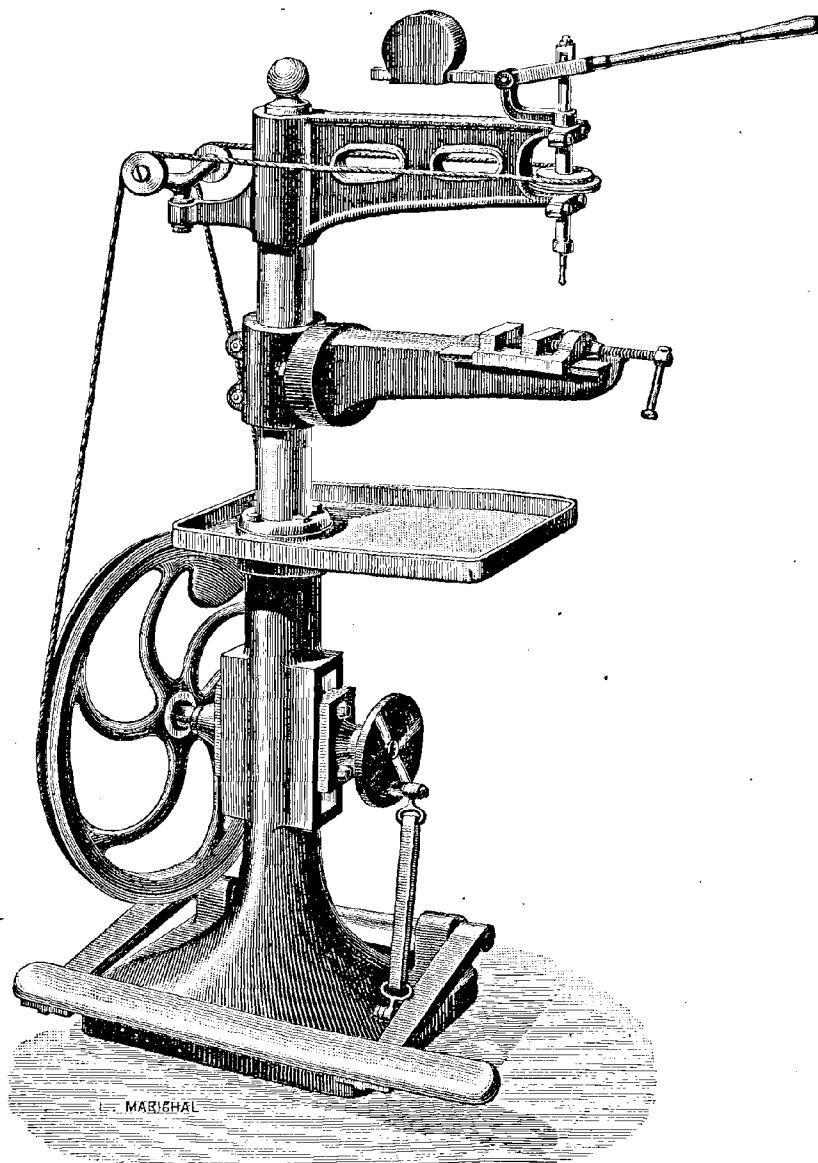


Fig. 629. — Machine à percer à pédale, bâti en forme de colonne.

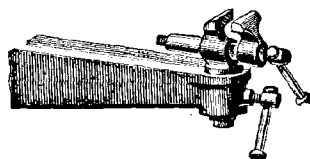


Fig. 630. — Etau.

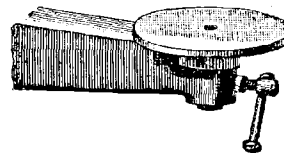


Fig. 631. — Plateau.

Comme on le voit par ces quelques exemples les machines à percer à pédale ne sont guère

utilisées que pour des petits travaux ; leurs usages étant par suite très restreints nous ne nous y arrêterons pas davantage, et nous allons passer de suite à l'étude des machines au moteur dont l'emploi est évidemment bien plus étendu.

**Machines à percer au moteur.** — Toutes les machines à percer à manivelle, que nous avons étudiées plus haut, peuvent naturellement, avec une très légère modification, être disposées pour être actionnées au moteur ; il suffit pour cela de remplacer la manivelle soit par une double poulie, soit par un cône à plusieurs étages, pour permettre la commande par courroie.

Lorsqu'on utilise deux poulies dont l'une est fixe et l'autre folle (fig. 632) il

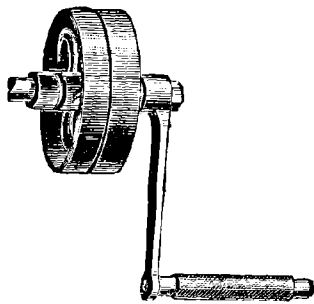


Fig. 632. — Poulies fixe et folle pour commande au moteur.

suffit de faire passer de l'une à l'autre la courroie pour obtenir l'arrêt ou la mise en marche de la machine ; si au contraire on emploie un cône à plusieurs étages (fig. 633)

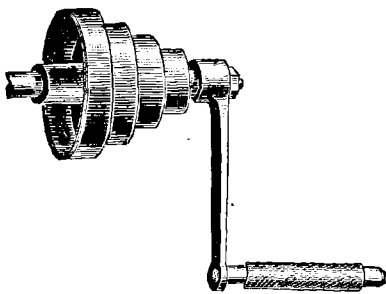


Fig. 633. — Cône pour commande au moteur.

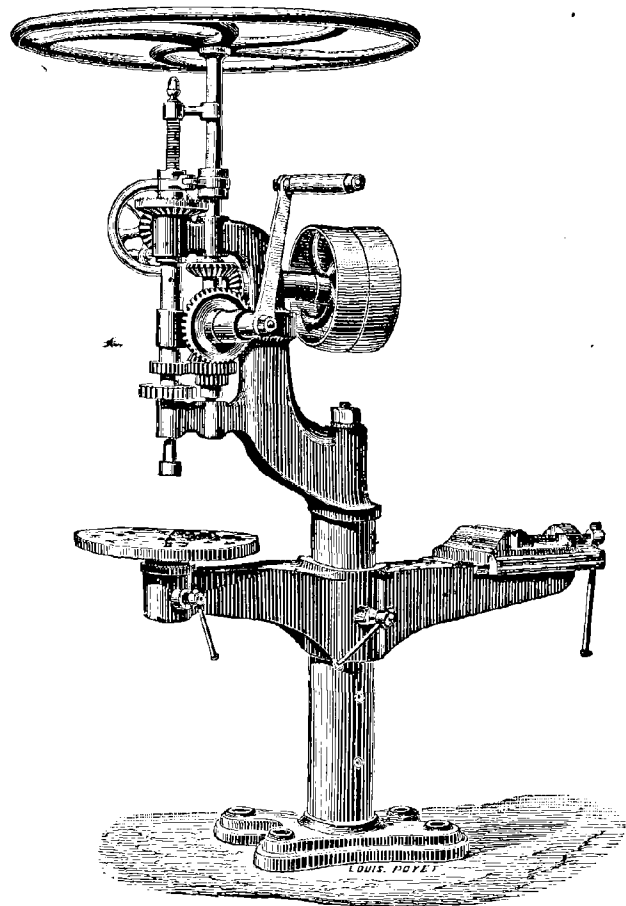


Fig. 634. — Machine à percer mixte à main et au moteur.

on possède la faculté, en disposant en sens inverse sur l'arbre de transmission un second cône semblable, de faire varier la vitesse de la machine à percer pour une même vitesse du moteur, et on peut disposer d'un nombre de vitesses différentes correspondant au nombre d'étages que présente le cône ; cette possibilité de changer la vitesse est particulièrement importante, mais en revanche cette disposition complique quelque peu l'installation car il devient indispensable, pour permettre le démarrage et le débrayage de la machine, de disposer, comme pour les tours, une transmission intermédiaire (fig. 531) possédant une poulie folle accolée à une poulie fixe et commandée par une courroie par le moteur ou par la transmission principale de l'atelier.

Si, comme l'indiquent les figures 632 et 633, on laisse subsister la manivelle à l'extrémité de

l'arbre supportant le cône ou la double poulie, la machine peut naturellement être employée à volonté avec la commande à la main ou la commande au moteur.

On peut également, pour obtenir une machine mixte, ne pas modifier la disposition de l'arbre porte-manivelle et ajouter un arbre supplémentaire traversant dans un palier le bâti de la machine, commandant l'arbre porte-volant par un train d'engrenages d'angle et recevant le cône ou la double poulie ; cette disposition est clairement représentée par la figure 634 qui représente une machine à percer des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

\* \* \*

Nous allons maintenant étudier les machines à percer construites spécialement pour la commande au moteur. La disposition la plus simple est celle représentée par la figure 635 dans laquelle l'arbre porte-foret est directement actionné par la courroie de commande.

Dans cette machine, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, la courroie, après avoir passé sur deux poulies-guides, commande une poulie horizontale qui entraîne l'arbre porte-foret par un ergot prenant point d'appui dans une rainure pratiquée dans cet arbre.

Cet arbre porte-foret peut se déplacer longitudinalement pour permettre l'avancement de l'outil et sa pression sur la pièce à perforer ; cet avancement et cette pression sont obtenus à la main par un levier agissant par un pignon denté sur une crémaillère ; ce levier est équilibré par un ressort à spirale.

Le support guide, portant le levier d'avancement et guidant l'extrémité de l'arbre porte-foret, peut se déplacer sur une glissière verticale à queue d'aronde venue de fonte avec le bâti ; ce support guide est équilibré, pour faciliter ses déplacements, par un contrepoids intérieur qui est indiqué en pointillé sur notre gravure.

Un double support tournant permet d'amener successivement sous le foret un plateau à trous ou un étau à tiroir dont la table tournante peut s'incliner sous tous les angles. Un support à glissière muni d'un cône de centrage, pour le perçage des tiges en bout, peut également recevoir le plateau à trous pour percer des objets de grande longueur. Le diamètre de l'arbre porte-foret est de 16 millimètres, sa distance au bâti de 18 centimètres, sa course de 5 centimètres et son déplacement vertical de 20 centimètres. Cette machine qui pèse 160 kilogrammes permet de percer des trous de 10 millimètres de diamètre.

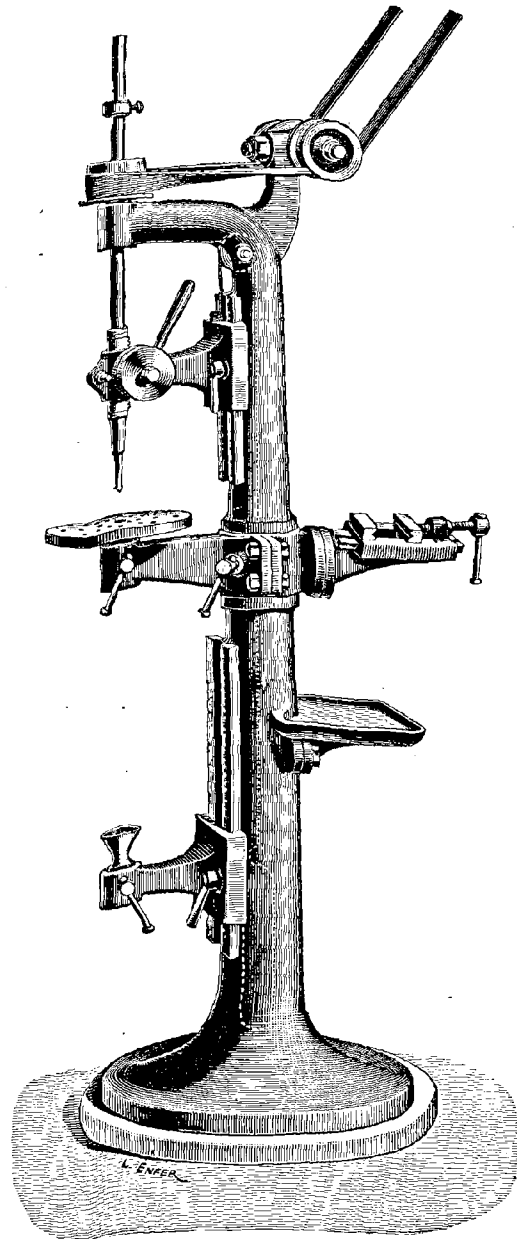


Fig. 635. — Machine à percer de précision. Commande directe pour courroie.

\*  
\*  
\*

La machine à percer du « Progrès Industriel », représentée par la figure 636, est encore à commande par courroie ; mais elle possède, directement montés sur son bâti, ses deux cônes de changement de vitesse à quatre étages, et ses poulies fixe et folle, pour la mise en marche et le débrayage.

Cette machine est disposée pour percer avec précision, sans crainte de rupture de la mèche, des trous de faible diamètre (0,5 à 15 millimètres) dans des pièces quelconques que la table peut recevoir.

L'arbre porte-mèche et le levier de commande étant équilibrés par un contrepoids, il s'en suit que la mèche dans son mouvement descendant rencontre comme résistance unique le métal à percer, et par ce fait, on acquiert pour le perçage une grande sensibilité.

L'arbre porte-outil est guidé d'une part dans une poulie tenant dans la douille supérieure du bâti, et d'autre part dans un coussinet mobile placé verticalement dans la douille inférieure. La course verticale du porte-outil se fait au moyen d'une roue à crémaillère agissant sur le coussinet mobile qui est muni d'une vis de butée permettant de régler la profondeur à percer qui est de 120 millimètres au maximum. Les renvois de mouvements de commande sont adaptés directement à la machine.

Sur l'arbre du renvoi supérieur sont calés un cône à quatre vitesses et deux poulies plates, dont une fixe et une folle, qui reçoivent leur mouvement de rotation de la transmission. Une tringle placée du côté gauche de la machine permet de débrayer.

Sur l'arbre du cône à 4 vitesses du renvoi inférieur est calée une poulie plate dont la courroie commande avec l'entremise de deux petites poulies intermédiaires la poulie de l'arbre porte-outil.

Le plateau qui [a une course verticale de 60 centimètres et un diamètre de 35 centimètres est équilibré par un contrepoids placé à l'intérieur du bâti.

Fig. 636.— Machine à percer du « Progrès Industriel »  
Commande par courroie.

Cette machine se construit également avec trois porte-forets, pour des forets de diamètres différents avec vitesses variables.

\*  
\*  
\*

Dans la machine représentée par la figure 637 l'arbre porte-foret est commandé par un disque agissant sur un galet de friction. Cette machine, de construction américaine, importée par M. L. Besse, est très pratique pour percer des petits trous à grande vitesse.

Le galet de friction peut monter ou descendre sur le disque qui le commande et être fixé à la hauteur voulue par une bague maintenue par une tige verticale, elle-même fixée au bâti par une vis de pression ; on peut, grâce à cet ingénieux dispositif, faire varier à l'infini, jusqu'à un certain

maximum, la vitesse du foret et changer le sens de sa rotation. Un écrou de réglage assure l'adhérence du disque sur le galet.

L'arbre porte-foret tourne sur billes à sa base; son déplacement longitudinal, pour l'avancement et la pression du foret, est, comme dans le cas précédent, déterminé par un levier agissant par un pignon denté sur une crémaillère et équilibré par un ressort en spirale.

Le disque actionnant le galet de friction est lui-même commandé par une courroie passant sur une poulie inférieure; cette poulie est calée sur un petit arbre qui est actionné au moyen d'une courroie laquelle peut glisser, sous l'influence d'une fourchette de débrayage mue par une pédale, sur une poulie fixe ou une poulie folle, de manière à permettre, par un simple mouvement du pied, la mise en marche ou l'arrêt de l'appareil.

Le plateau, destiné à recevoir les objets à perforer, peut s'élever ou s'abaisser sur la colonne-support à l'aide d'une vis verticale commandée par une manivelle.

Le diamètre de l'arbre porte-foret est de 19 millimètres, sa distance à la colonne de 234 millimètres et son plus grand éloignement de la table-support de 90 centimètres. Cette machine permet de percer des trous de 8 millimètres de diamètre.

\* \* \*

Dans la machine à percer représentée par la figure 638, et construite par la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>e</sup>, la commande de l'arbre porte-foret est effectuée par un train d'engrenages d'angle.

L'arbre horizontal est commandé par une courroie agissant sur un cône à trois étages; l'avancement du foret est obtenu automatiquement par un excentrique commandant, par une série de leviers, un cliquet et un volant, la vis d'avancement; un étau à tiroir permet de fixer les objets à percer. Cette machine destinée à être fixée sur un établi, perce des trous jusqu'à 50 millimètres de diamètre.]

\* \* \*

La figure 639 représente une machine des mêmes constructeurs dont le bâti est spécialement disposé pour être fixé contre un mur. L'arbre porte-foret est encore commandé par un train d'engrenages d'angle; deux poulies, l'une fixe et l'autre folle, permettent, par le passage de la courroie de commande de l'une à l'autre, la mise en marche et le débrayage de la machine; la pression du foret est obtenue à la main par un levier équilibré par un contrepoids.

Cette machine est spécialement construite pour percer, fraiser et tarander les trous de vis; la gravure la représente, d'ailleurs, munie d'un taraud pour effectuer ce dernier travail.

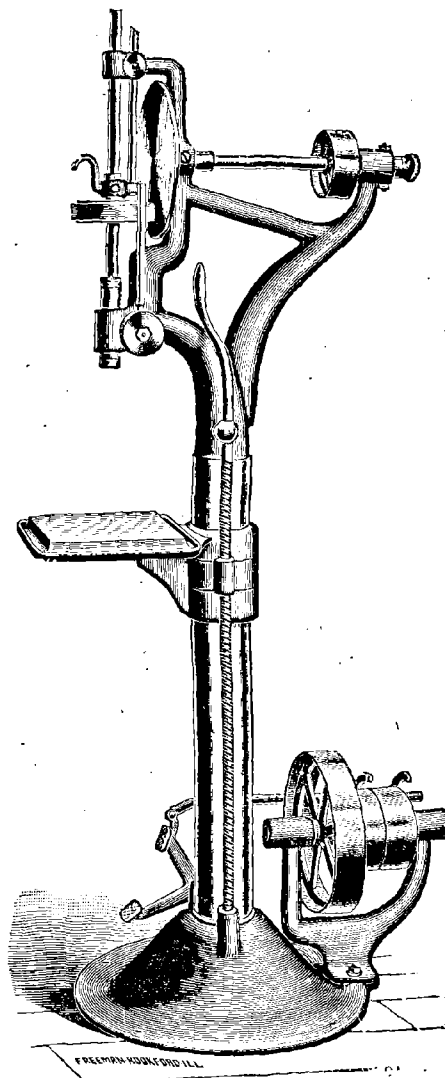


Fig. 637. — Perceuse sensitive de M. Barnes.  
Commande par friction.

La machine représentée par la figure 640, et construite par la maison Huré, est de disposition analogue au modèle de la figure 638; mais elle est fixée sur une colonne à pied recevant un double support à plateau à trous et étau à tiroir pouvant s'élever à l'aide d'une manivelle

commandant, par une vis sans fin, un pignon engrenant avec une crémaillère.

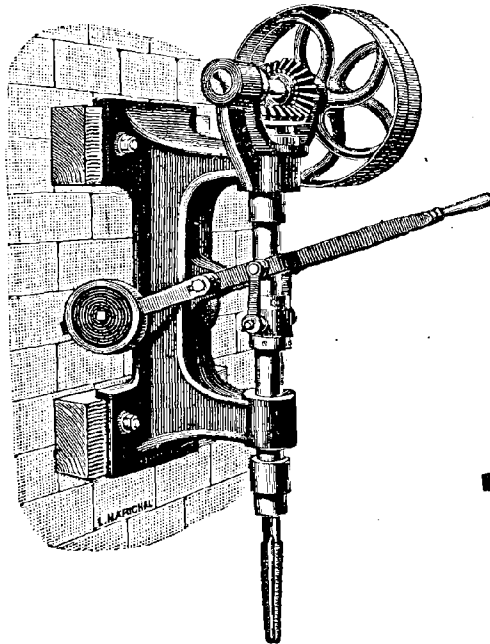


Fig. 639. — Machine murale, spéciale pour percer, fraiser et tarauder les trous de vis.

L'avancement est obtenu à la main à l'aide d'un volant à manivelle ou automatiquement par une petite courroie et une vis sans fin; le cône de commande est à quatre étages. Cette machine se construit en plusieurs tailles pour percer des trous de 3, 4 et 5 centimètres.

\*\*

La machine de la figure 641, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, est plus compliquée, elle est munie d'un gros harnais d'engrenage semblable à celui des tours et permettant de faire varier la vitesse dans de grandes limites; le cône de commande est à quatre vitesses. L'avancement du foret est effectué à la

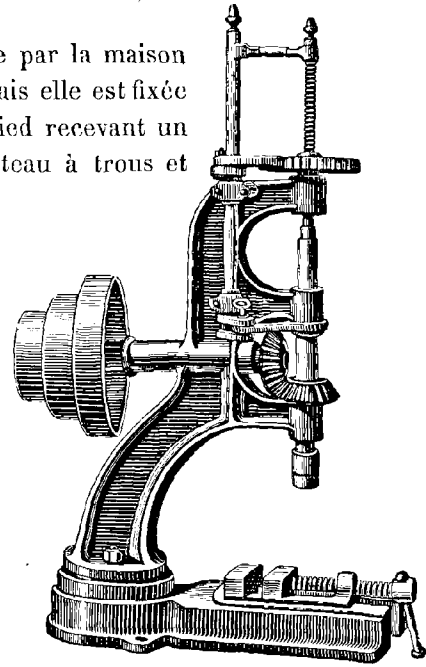


Fig. 638. — Machine à percer à engrenages.

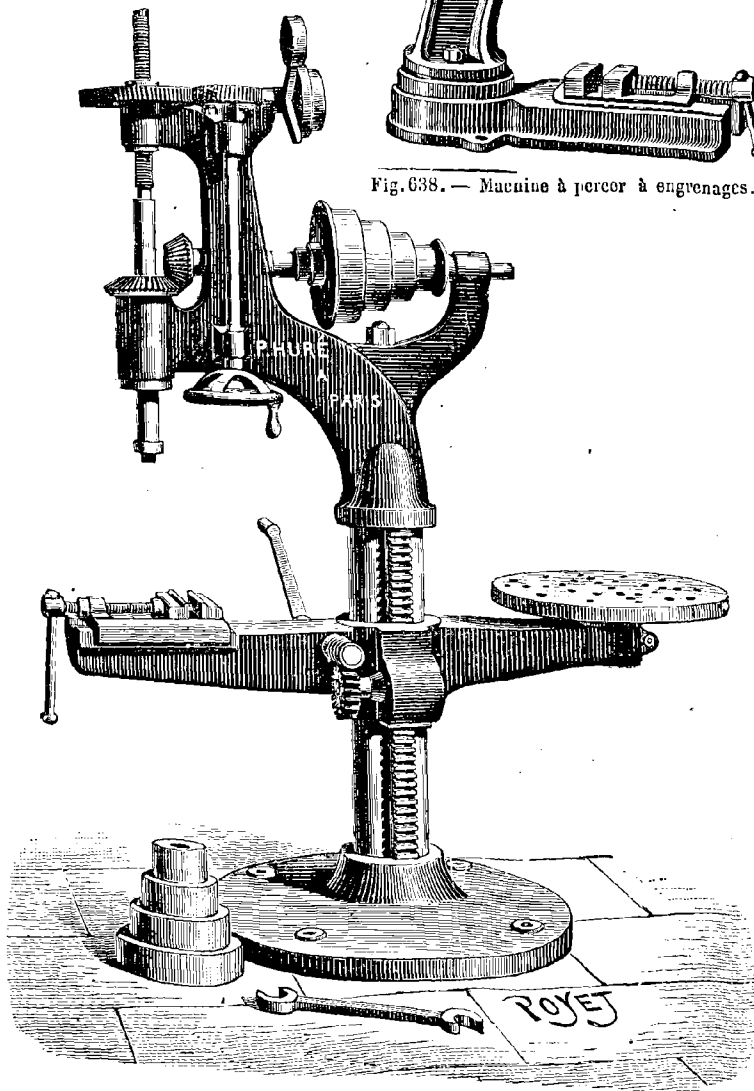


Fig. 640. — Machine à percer de Huré.

main par un volant à manivelle ou automatiquement par un excentrique commandant un cliquet.

Le support double, dont l'élévation est commandée par une manivelle à vis sans fin, pignon et crémaillère, reçoit d'un côté un grand plateau à trous et de l'autre côté une table d'équerre

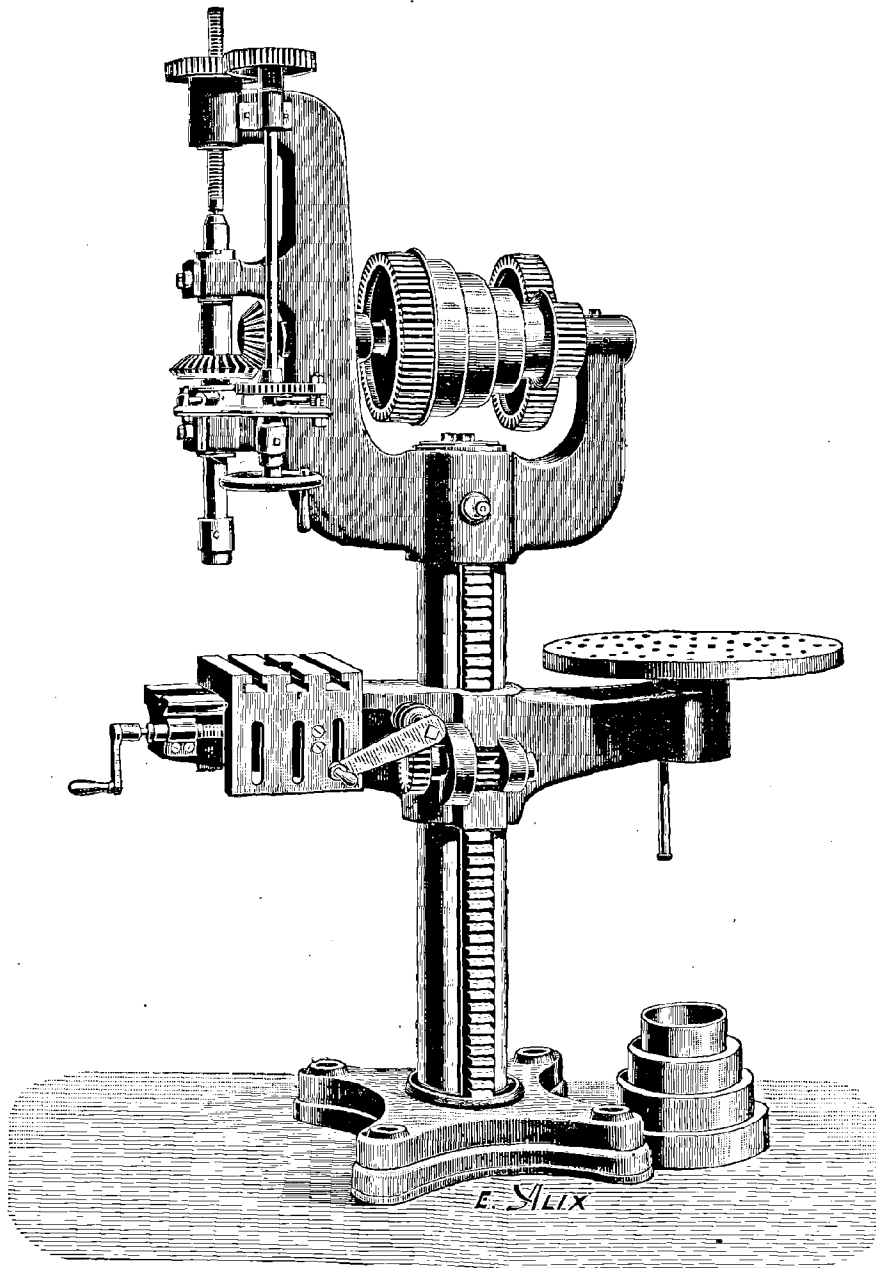


Fig. 641. — Machine à percer de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

parallèle à rainures en T; cette table peut se déplacer sous l'action d'une vis mue par une manivelle. Ces machines se construisent en plusieurs grandeurs, le plus grand modèle permettant de percer des trous de 60 millimètres de diamètre.

\*  
\*\*

La machine représentée par la figure 642, présente une disposition mécanique analogue à la précédente, mais son bâti est spécialement disposé pour être fixé contre un mur ou sur une colonne. Cette machine est également munie d'un cône à quatre étages et d'un double harnais d'engrenage ; la pression du foret est obtenue à la main, agissant sur un volant à manivelle, ou automati-

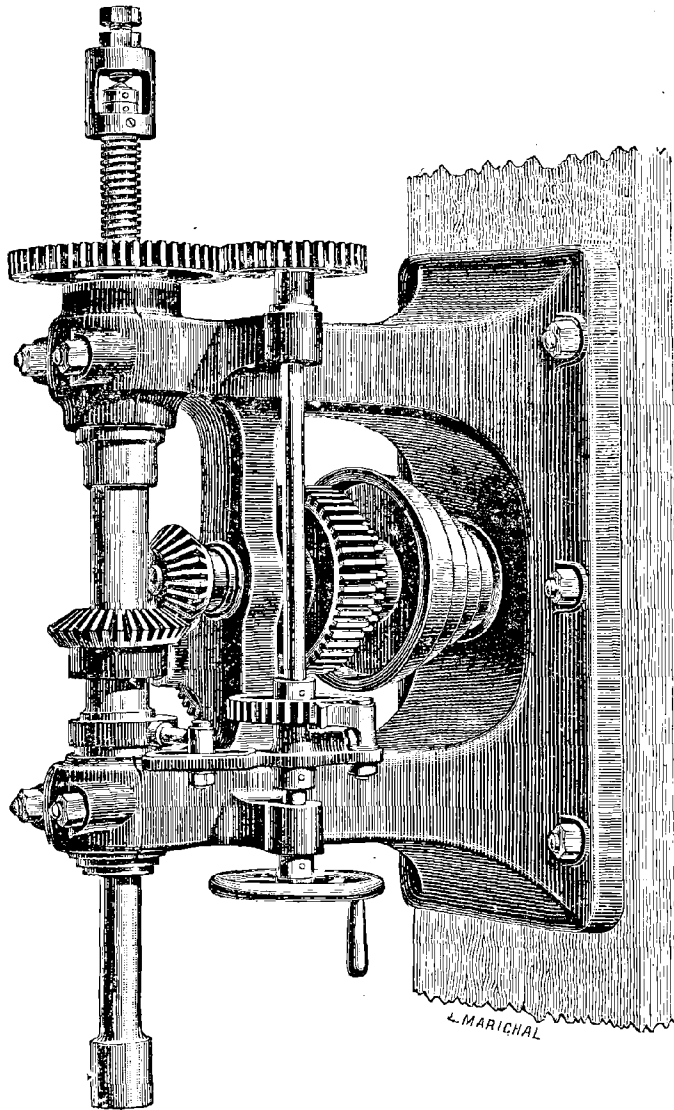


Fig. 642. — Grande machine à percer murale de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

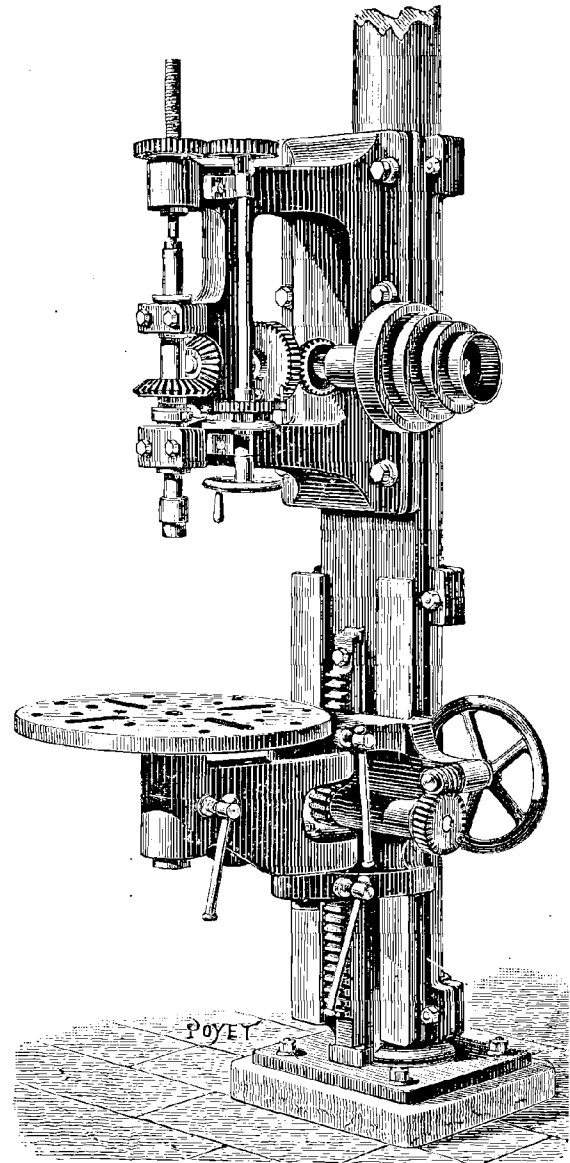


Fig. 643. — Machine à percer murale munie d'un plateau à trous.

quement par un cliquet. Cette machine, très puissante, peut percer des trous de 80 millimètres de diamètre.

Les machines murales peuvent être complétées, comme l'indique la figure 643, par un étau ou un plateau à trous dont le support peut se déplacer verticalement sur une glissière également



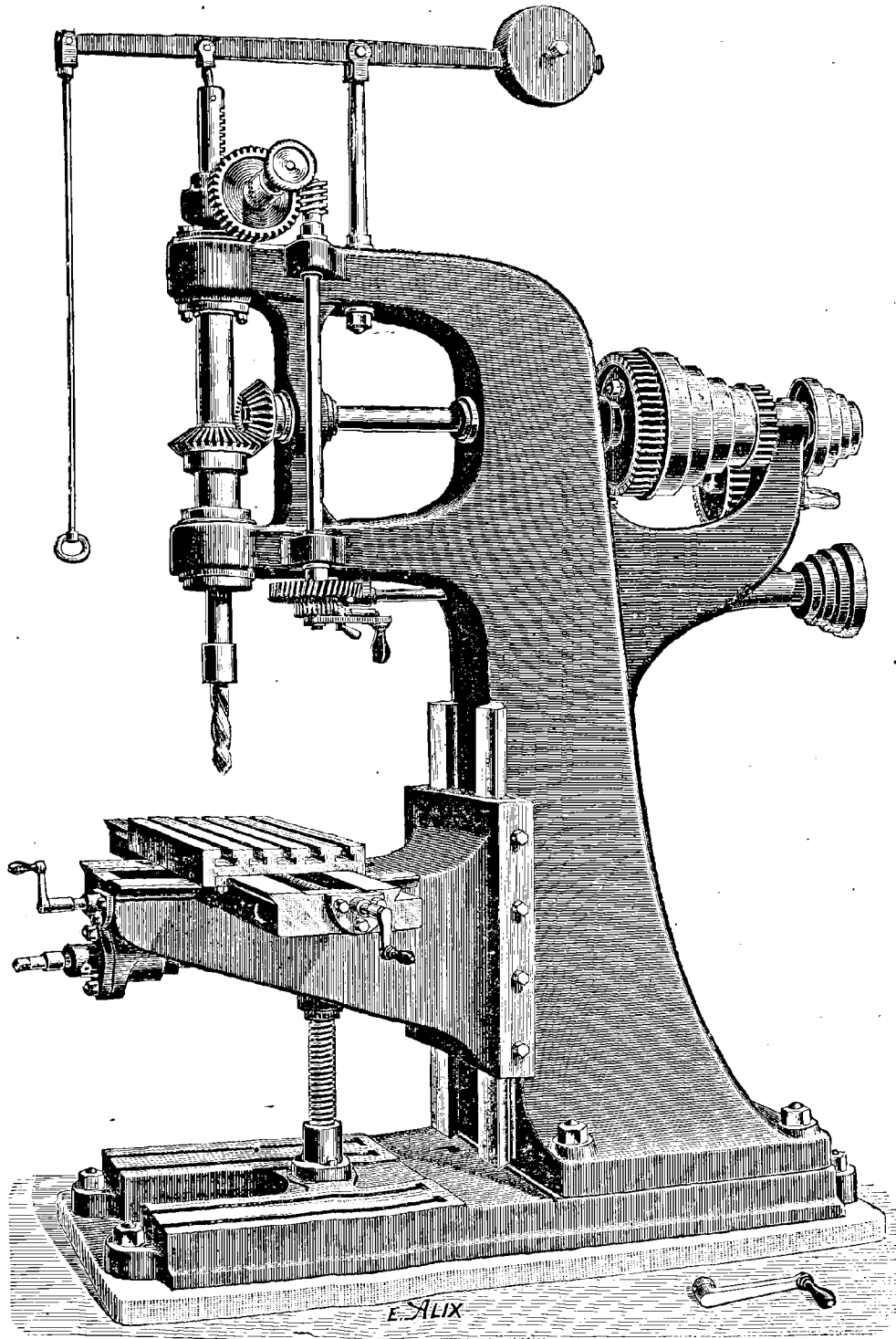


Fig. 644. — Machine à percer des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>.

fixée contre le mur, ou sur la colonne qui supporte déjà la machine à percer proprement dite. Le

déplacement de ce plateau est obtenu par un volant commandant, par une vis sans fin et une roue dentée, un pignon qui engrène avec une crémaillère fixée le long de la glissière.

On construit également des machines à percer dont le bâti est spécialement disposé pour être boulonné au plafond, ce qui permet d'amener sous le foret des pièces de très grande taille, aucun bâti montant ou colonne inférieure ne venant limiter cette taille des objets à travailler.

\*  
\*  
\*

La figure 644 représente une grande machine à percer, des mêmes constructeurs, mais dont le bâti est d'une forme différente. La commande se fait encore par un cône à quatre étages muni d'un double harnais d'engrenage et actionnant l'arbre porte-foret par un engrenage d'angle.

L'avancement du foret peut être effectué à la main par un levier à contrepoids, ou automatiquement à l'aide d'une courroie passant sur deux petits cônes à quatre vitesses et d'un double système de roues à vis sans fin pouvant être déclenché instantanément.

La table à rainure en T destinée à recevoir les objets à percer est montée sur une double coulisse à mouvement d'équerre; le support de cette table, maintenu par une glissière à queue d'aronde, peut être élevé ou abaissé à l'aide d'une grosse vis formant vérin. Cette machine peut percer des trous de 80 millimètres de diamètre.

\*  
\*  
\*

La machine à percer du « Progrès Industriel », représentée par la figure 645, se compose d'une colonne verticale en fonte sur laquelle coulisse la traverse, elle est disposée de façon à percer avec précision et sans crainte de rupture de la mèche.

L'arbre porte-mèche et le volant commandant son avancement sont équilibrés par un contrepoids de telle sorte que la mèche dans son mouvement descentionnel ne rencontrera comme résistance unique que le métal à percer et acquerra par ce fait une grande sensibilité pour le perçage. L'arbre porte-mèche est guidé dans un pignon cône tournant dans la douille supérieure du bâti et d'autre part dans le coussinet placé dans la douille inférieure du bâti.

La course verticale du coussinet mobile inférieur dans lequel tourne l'arbre porte-mèche se fait automatiquement, par une vis sans fin agissant sur une roue. Sur l'arbre de cette dernière est calé un pignon travaillant sur la crémaillère du coussinet mobile inférieur.

La course verticale automatique du porte-foret est réglable à la profondeur voulue au moyen

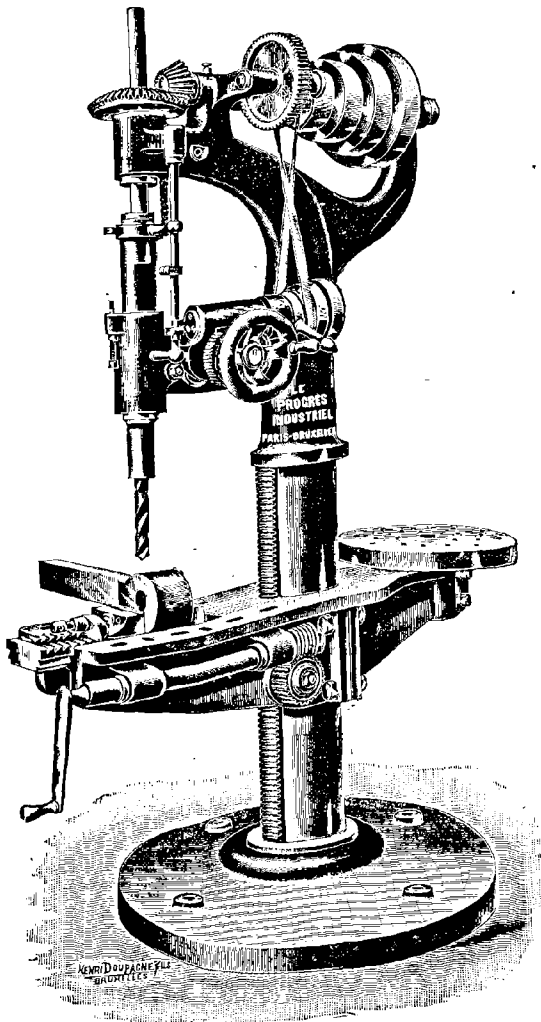


Fig. 645 — Machine à percer du « Progrès Industriel ».

Fig. 645 — Machine à percer du « Progrès Industriel ». Sur l'arbre de cette dernière est calé un pignon travaillant sur la crémaillère du coussinet mobile inférieur.

d'une tringle de débrayage dont le taquet agit sur le piston à ressort maintenant la boîte excentrique du support portant la vis sans fin et le levier à main : ce dernier sert à faire engrener la vis sans fin avec la roue pour recommencer le perçage.

L'arbre porte-mèche, ainsi que le coussinet mobile, sera soulevé et dégagera la mèche par l'action du contrepoids quand la vis sans fin de la boîte excentrique ne sera plus engrenée avec sa roue.

On peut percer à la main au moyen du volant à manivelle qui se trouve à droite quand la vis sans fin n'est pas embrayée. Pour régler la profondeur à percer quand on travaille à la main, la machine est munie d'un taquet et d'une vis de butée.

La machine est commandée par une poulie à 4 vitesses permettant l'emploi de fortes courroies.

\*  
\*\*

La machine à percer de la figure 646, construite par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Mulhouse, porte sur son bâti les deux cônes à quatre étages nécessaires aux changements de vitesse, ainsi que les deux poulies, l'une fixe et l'autre folle, et le débrayage permettant la mise en marche ou l'arrêt de la machine ; cette machine ne nécessite donc pas de transmission intermédiaire et peut être directement actionnée par le moteur ou la transmission principale de l'usine.

Un double harnais d'engrenage permet de faire varier la vitesse de l'arbre porte-foret dans de plus grandes limites. La commande de l'arbre porte-foret a lieu par un train d'engrenages d'angle ; cet arbre porte-foret tourne dans un tube, lequel tube glisse dans une poupée à déplacement vertical ; ce déplacement est obtenu par une crémaillère, un pignon, une roue à vis sans fin et une manivelle.

La pénétration du foret peut s'obtenir à la main par un volant à manivelle, ou automatiquement par une roue à vis sans fin agissant par un pignon et une crémaillère sur le tube vertical de l'arbre porte-foret.

La table tournante mobile verticalement est pourvue, d'un côté, de trous et de rainures en T et de l'autre d'un étai parallèle à tiroir.

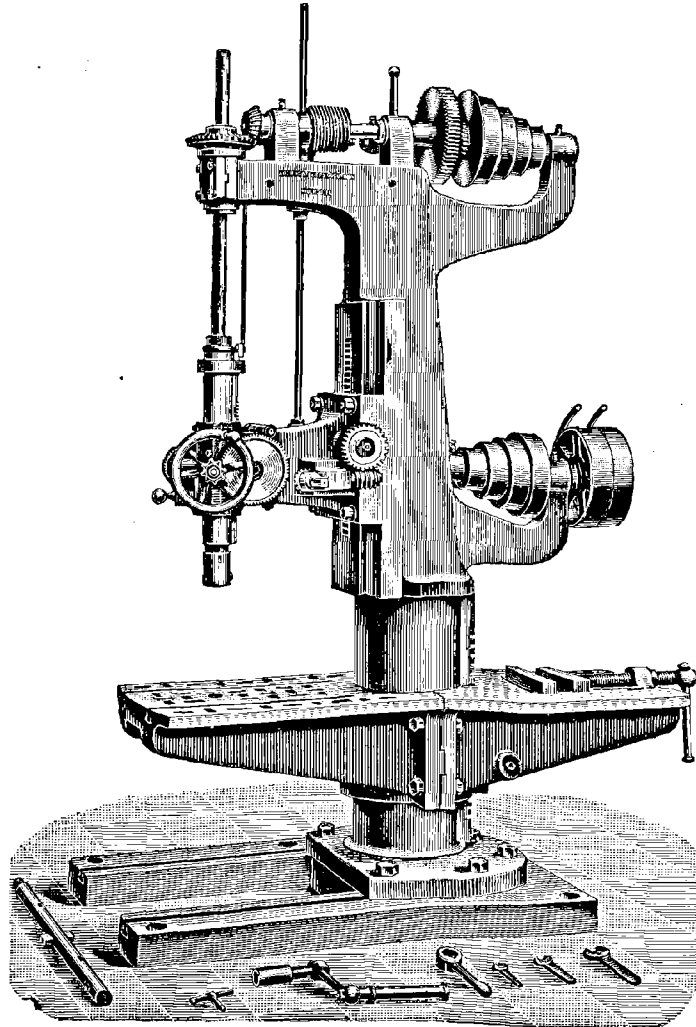


Fig. 640. — Machine à percer des Ateliers de Constructions Mécaniques de Mulhouse.

La figure 647 représente une machine des mêmes ateliers se distinguant particulièrement par sa table porte-objet; cette table circulaire, munie de rainures en T, possède, en effet, en plus de son mouvement vertical, un triple mouvement horizontal : deux mouvements en croix et un mouvement circulaire; ces mouvements, commandés par des volants à manivelles, permettent d'amener sous le foret avec le maximum de commodité la pièce à percer.

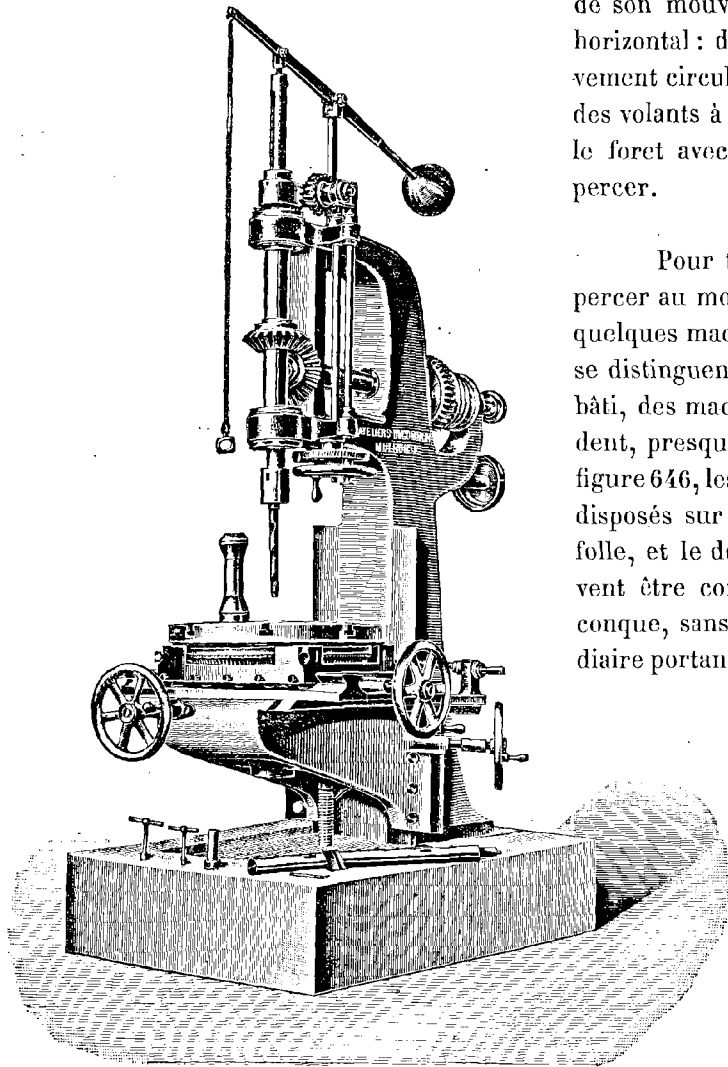


Fig. 647. — Machine à percer munie d'une table à mouvement circulaire.

Les volants donnent une grande variété de vitesses; l'avancement de l'outil est obtenu à la main par un volant à manivelle ou automatiquement par une petite courroie passant sur deux petits cônes à trois étages et commandant, par une vis sans fin, la vis de descente de l'arbre porte-foret.

Le plateau à trous est mû verticalement par une manivelle, une vis sans fin, un pignon et une crémaillère; ce plateau peut se tourner sur le côté de manière à permettre de disposer les objets à percer sur la base même de la machine qui est munie de rainures en T; ce qui permet de percer des objets de plus grandes dimensions.

\*\*\*

Dans la machine de la figure 649, construite par les ateliers Niles et importée par MM. Glænzer et Perreaud, la principale particularité réside dans le système de descente de l'arbre

porte-foret, qui est obtenu par un levier à cliquet. Ce levier agit par un pignon sur la crémaillère du fourneau dans lequel tourne l'extrémité inférieure de l'arbre porte-foret.

Le plateau porte-objet à rainures en T est supporté par une console qui peut se déplacer sur la colonne de la machine; ce déplacement est obtenu par une double manivelle agissant par un pignon sur une crémaillère; une roue à rochet maintient le plateau à la hauteur voulue.

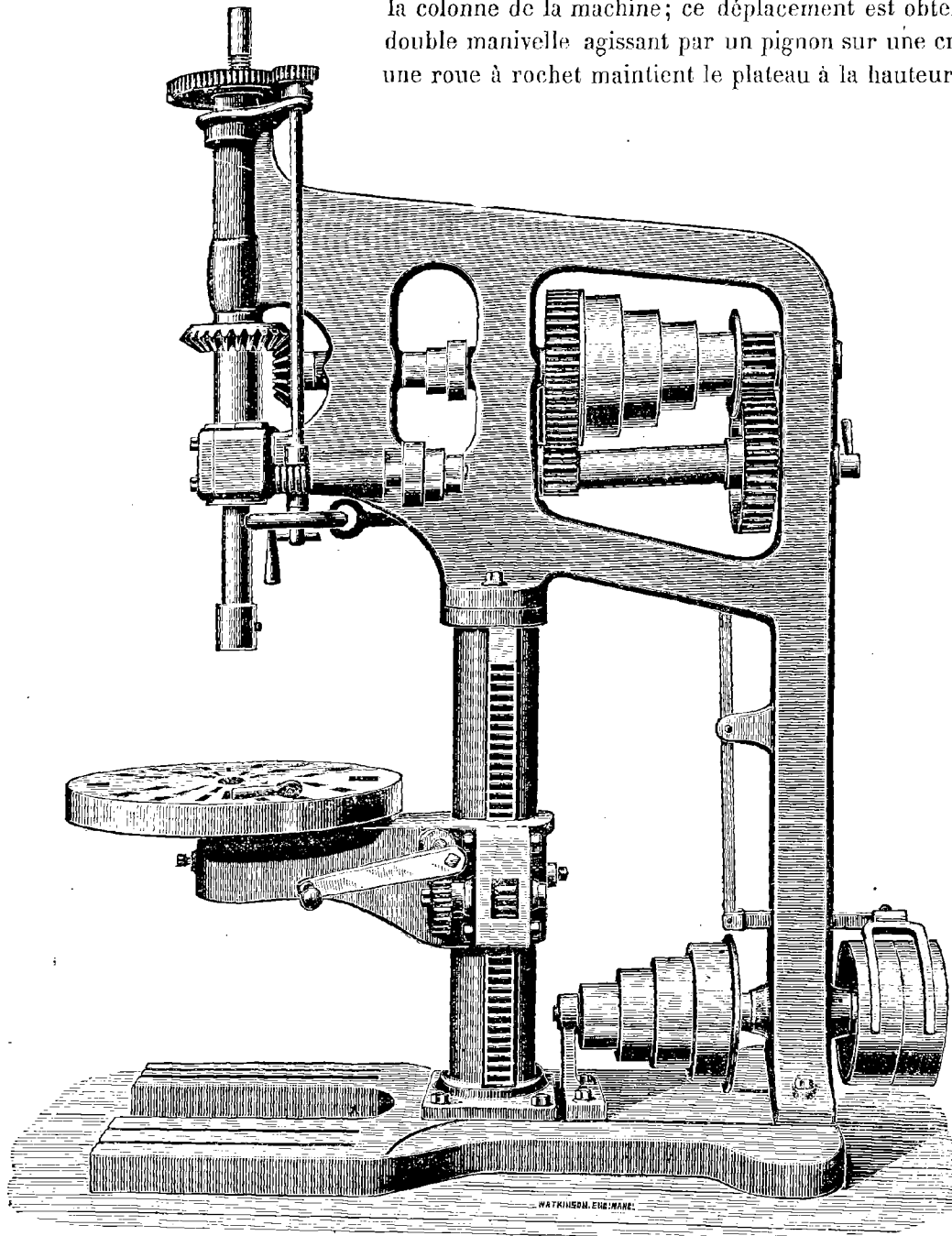


Fig. 648. — Machine à percer américaine de M. V. Lucas.

Ce plateau peut tourner et se placer de côté pour permettre de placer des pièces de grande hauteur directement sur le socle de l'appareil muni à cet effet de rainures en T. Ce socle portant

la transmission intermédiaire et le débrayage la machine peut être actionnée directement par une transmission quelconque.

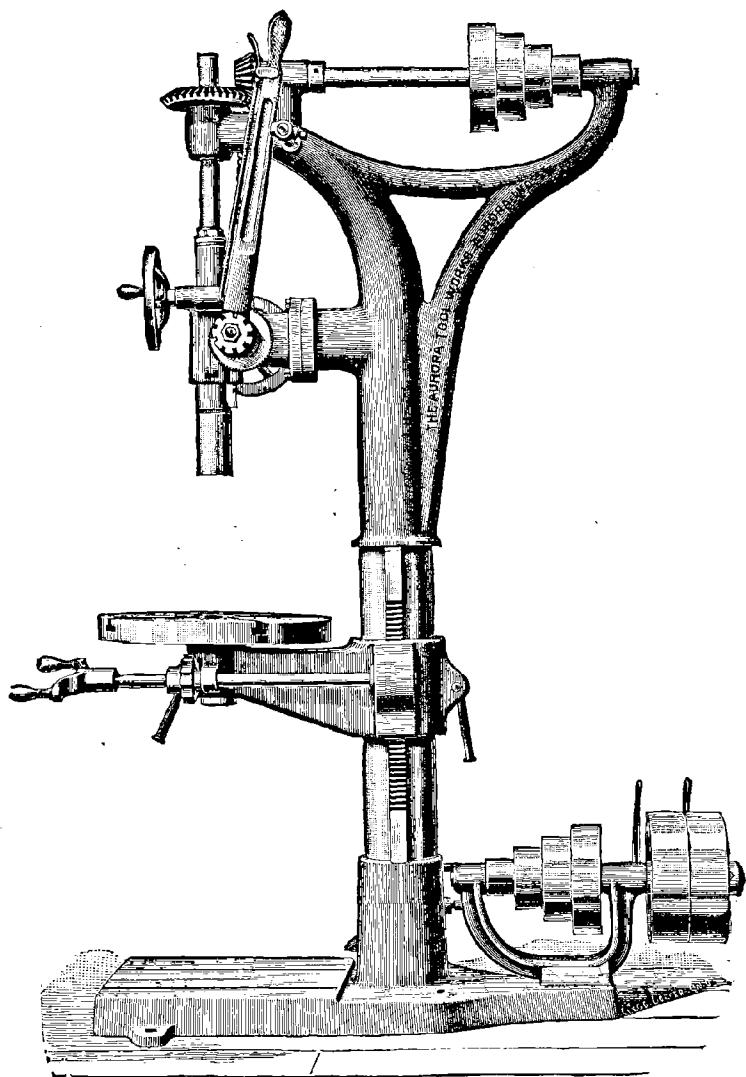


Fig. 649. — Machine à percer Niles, à levier.

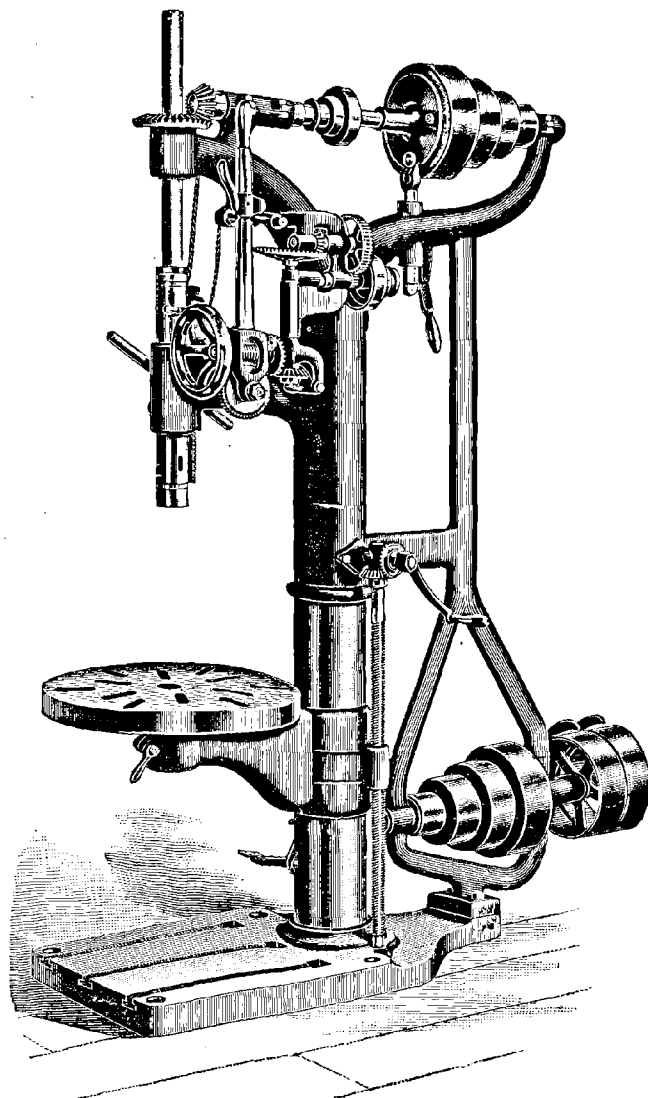


Fig. 650. — Machine à percer de Barnes.

\*  
\* \*

La machine Barnes de M. L. Besse, représentée par la figure 650, présente une très intéressante disposition; le double harnais d'engrenages au lieu d'être disposé extérieurement au cône de commande, est entièrement renfermé dans ce cône comme l'indique clairement la figure 651; pour utiliser ce double harnais, il suffit, après avoir convenablement disposé les engrenages intérieurs, d'immobiliser le plateau fermant le grand étage du cône au moyen d'une fourchette mue par un levier comme l'indique clairement la figure 650.

L'avancement de l'arbre porte-forêt, effectué par un pignon agissant sur une petite crémaillère, est obtenu automatiquement par une petite courroie et un double cône, ou à la main à l'aide d'un petit volant à manivelle ou à l'aide d'un grand levier. Le déplacement vertical du plateau

porte-objet est obtenu par une vis commandée par une manivelle et un train d'engrenages d'angle.

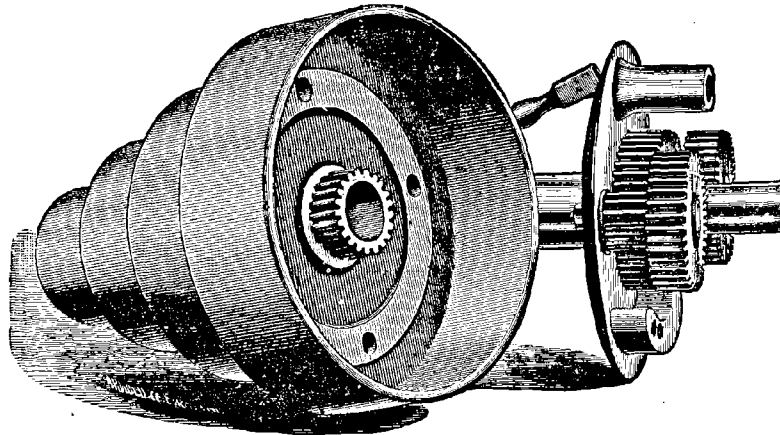


Fig. 651. — Dispositif du double harnais d'engrenages de la machine Barnes.

\* \* \*

La figure 652 représente enfin une machine à percer de Davis-Egan importée par MM. Roux frères. Son bâti, de forme spéciale, donne à la machine la solidité et la rigidité nécessaires à la précision du travail. L'arbre porte-foret est contre-balancé, gradué et pourvu d'un mouvement de relevage rapide.

La table ronde est pourvue de rainures en T pour fixer les pièces, elle peut tourner autour de la colonne pour utiliser la base. Le support porte-table monte ou descend sous l'action d'une vis commandée par une manivelle et un train d'engrenages d'angle. Un vérin de calage et une table auxiliaire accompagne chaque machine. La tête mobile sur glissière, est équilibrée. Sa descente peut être effectuée à la main ou automatiquement par courroie et double engrenage donnant douze vitesses.

Le mouvement d'avancement est obtenu à la main, par roue et levier avec arrêt automatique ou par courroie avec arrêt à débrayage à la main et automatique. La descente automatique de la tête mobile est obtenue en tirant un bouton et la descente automatique de l'arbre est obtenue en poussant le même bouton. Le système d'embrayage commandé à la main est à portée de l'ouvrier.

Chaque machine est pourvue d'un train d'engrenages qui peut être embrayé ou débrayé instantanément au moyen d'un levier à portée de l'ouvrier. La grande roue d'angle est en bronze, les autres engrenages sont taillés dans la masse, le pignon d'angle de l'arbre est en acier, le support de la vis sans fin est ajustable pour compenser l'usure. Une console à pivot est disposée pour recevoir les divers outils; un tableau indique les vitesses les plus convenables pour les différents diamètres de forets dans le fer, la fonte et le bronze. Tous les coussinets sont en métal spécial, les clés sont à poignée et fixées à la machine. Chaque

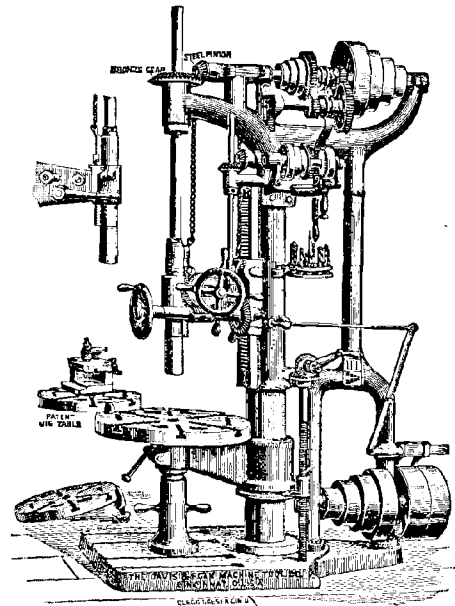


Fig. 652. — Machine à percer de Davis-Egan.

machine est pourvue de sa transmission intermédiaire à poulies fixe et folle. Cette machine permet de percer des trous de 57 millimètres de diamètre.

Il existe encore bien d'autres modèles de machines à percer actionnées au moteur et il serait impossible de les mentionner toutes; d'ailleurs tous ces modèles se rapprochent plus ou moins des machines que nous venons de décrire et que nous avons spécialement choisies parmi les plus caractéristiques.

**Machines à percer radiales.** — Lorsqu'on doit percer des pièces de grandes dimensions il est peu commode de les manœuvrer pour amener sous le foret la partie qu'il doit entamer; il est dans ce cas bien plus pratique de rendre mobile, dans toutes les directions, l'arbre porte-foret, de telle sorte que la pièce à travailler fixée sur la machine reste immobile et que ce soit l'outil qui vienne se placer à l'endroit voulu pour attaquer le métal.

Les machines à percer radiales remplissent ces conditions; dans ces appareils l'arbre porte-foret peut se déplacer sur un bras horizontal qui peut lui-même tourner autour du bâti central, de telle sorte que le foret peut, par ces deux mouvements, être amené à un point quelconque de l'espace qu'il dessert, espace dans lequel il suffit donc de placer l'objet à travailler.

Il existe de nombreux modèles de machines à percer radiales reposant toutes sur le même principe et ne différant guère que par des détails de forme ou de construction. Nous allons décrire un certain nombre de ces appareils choisis parmi les plus typiques et qui suffiront à donner une idée très complète de ce genre de machines.

\*  
\* \*

La figure 653 représente une machine à percer radiale construite par la Société Dandoy Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Comme on le voit au simple examen de notre gravure, cette machine est essentiellement constituée par une colonne verticale portant un long bras horizontal sur lequel peut se mouvoir un chariot soutenant l'arbre porte-foret vertical. Le déplacement latéral de ce chariot est obtenu par une vis mue par une manivelle; la rotation de la colonne donnant l'orientation voulue au bras horizontal, s'effectue par manivelle, vis sans fin et roue à vis sans fin.

La commande de l'arbre porte-foret a lieu par un cône à quatre étages muni d'un harnais de changement de vitesse et supporté par le socle de l'appareil; ce cône commande, par un train d'engrenages d'angle, un arbre vertical situé au centre de la colonne et qui actionne lui-même, par une paire d'engrenages placée à la partie supérieure, un petit arbre vertical intermédiaire qui commande à son tour, par un train d'engrenages d'angle, un arbre horizontal qui actionne enfin, par engrenages coniques, l'arbre porte-foret. L'arbre horizontal, dont nous venons de parler, peut glisser dans l'alésage de son engrenage de commande, dont il reste toutefois solidaire de la rotation par suite d'un ergot et d'une rainure; cet arbre n'empêche donc en rien le mouvement latéral du chariot porte-outil.

La descente et la pression du foret sont obtenues automatiquement par deux petits cônes, une vis sans fin et une roue à vis sans fin. Le socle de l'appareil est muni, sur sa partie supérieure et sur ses faces latérales, de rainures en T qui permettent de fixer solidement la pièce à travailler. Le socle peut également supporter, comme l'indique notre figure, la transmission intermédiaire composée du second cône disposé en sens inverse et des poulies fixe et folle pour l'embrayage ou le débrayage de la perceuse. Cette machine permet de percer des trous de 6 centimètres de diamètre



dans des pièces de 72 centimètres de hauteur au maximum ; la plus grande distance du foret à la colonne est de 1<sup>m</sup>,30.

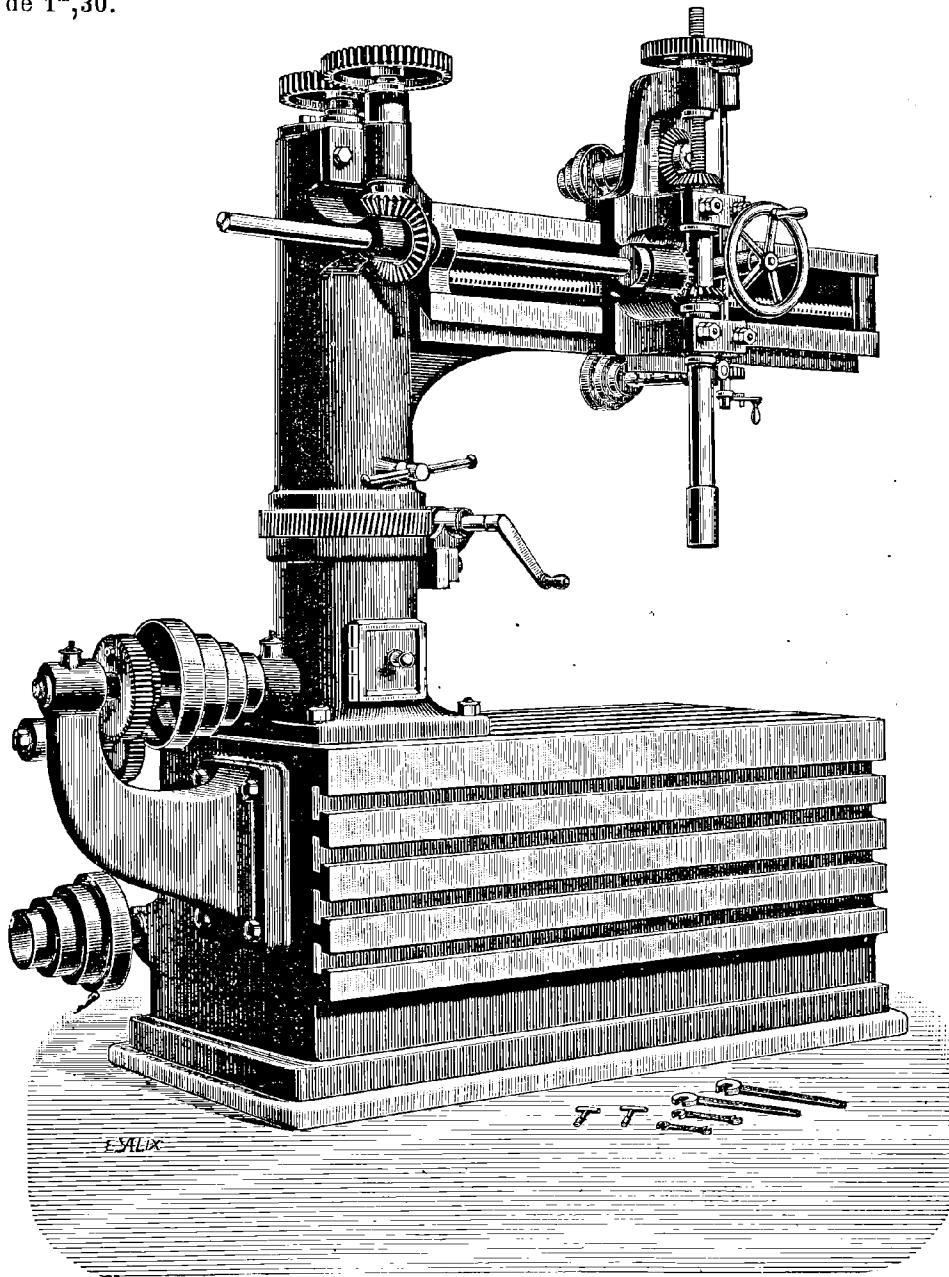


Fig. 653. — Machine à percer radiale Dandoy-Mailliard, Lucq.

\*  
\*  
\*  
Dans la machine de la figure 654 le bras radial au lieu d'être fixé à hauteur invariable sur la colonne, comme dans la machine précédente, peut au contraire se mouvoir verticalement, s'élevant ou s'abaissant automatiquement sous l'action d'une vis verticale mue par un train d'engrenages commandé par l'arbre vertical situé au centre de la colonne ; ce bras peut ainsi être amené facilement et fixé à la hauteur voulue.

Le harnais de changement de vitesse, au lieu d'être situé près du cône de commande, est ici disposé sur le chariot de l'arbre porte-outil; cet arbre est équilibré par un levier muni d'un

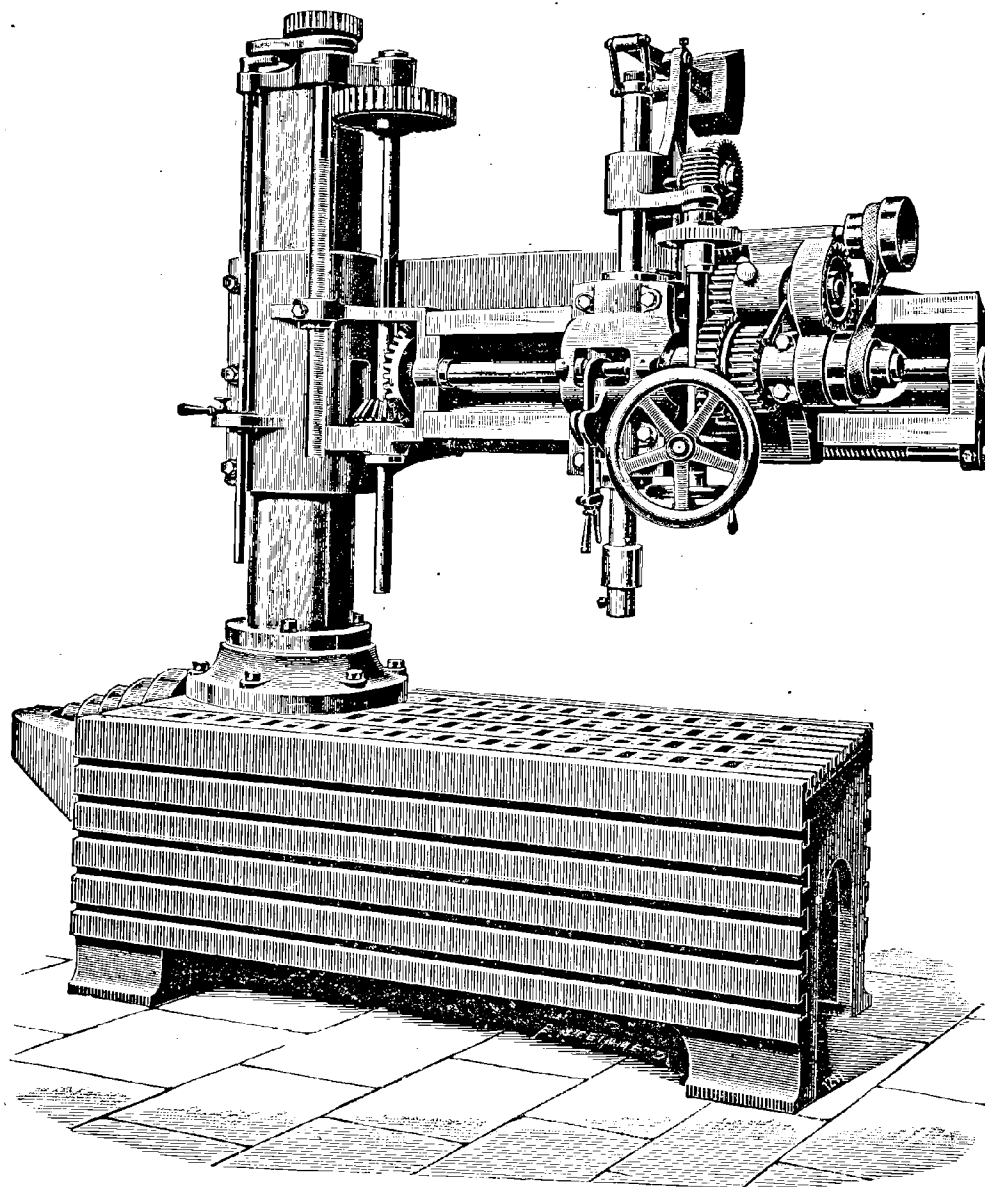


Fig. 654. — Machine à percer radiale de M. Lucas.

contrepois. Son mouvement est réversible et il peut tourner à droite ou à gauche; il est muni d'un dispositif pour tarauder; sa descente est obtenue par courroie, vis et engrenage à vis sans fin.

\*  
\* \*

La figure 655 représente un modèle de machine à percer radiale américaine de la maison Gang importé par la Société Franco-Américaine d'outillage. Ces machines radiales remplacent avec avantage les machines à percer ordinaires pour l'exécution des travaux courants, mais elles peu-

vent, en même temps, servir à percer, aléser et tarauder les pièces lourdes qui peuvent être travaillées sans être déplacées du plateau.

La partie supérieure de la colonne portant le bras, pivote sur la partie inférieure et décrit un cercle complet. On peut la fixer à n'importe quel point, d'une façon absolument rigide, au moyen d'un système spécial de serrage très facile à manier et d'une grande puissance.

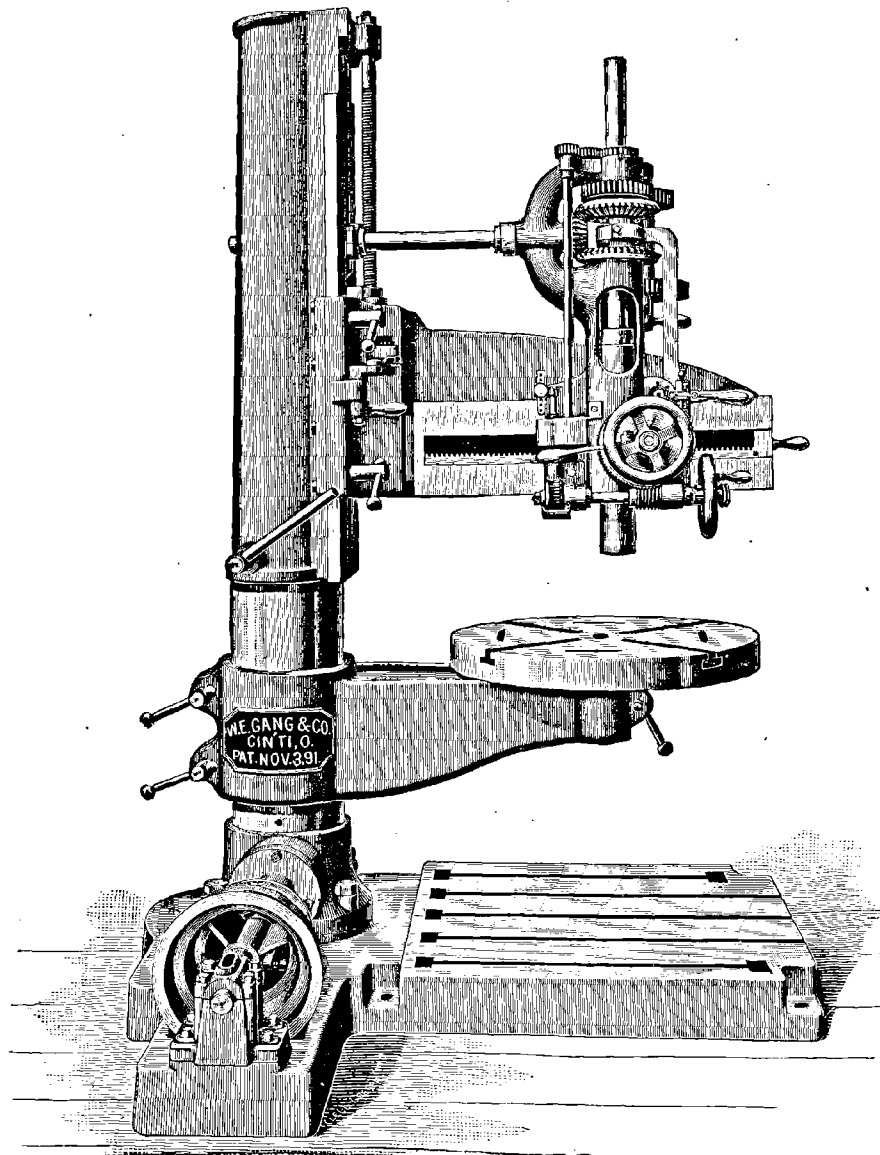


Fig. 655. — Machine radiale Gang de la Société Franco-Américaine d'outillage.

Le bras radial se règle au moteur à la hauteur voulue et se fixe à la colonne par les deux vis indiquées sur la gravure. Le mouvement transversal du chariot porte-foret sur le bras, s'accomplit au moyen d'une vis. L'arbre porte-foret équilibré par un ressort est à descente automatique par volant à vis sans fin et à retour rapide.

Le harnais d'engrenage placé sur le socle est très puissant. Le cône est à 4 gradins, admettant des courroies de 75 millimètres et donnant 8 changements de vitesse à la broche.

Le support de la table pivote sur la colonne ; on peut l'ajuster à la hauteur voulue, au moyen d'un levier à cliquet, et le fixer à la colonne au moyen de 2 vis. Le plateau tourne sur ce support et se fixe au moyen d'une vis. La plaque de fondation est rabotée avec soin et, comme le plateau, porte des rainures en T.

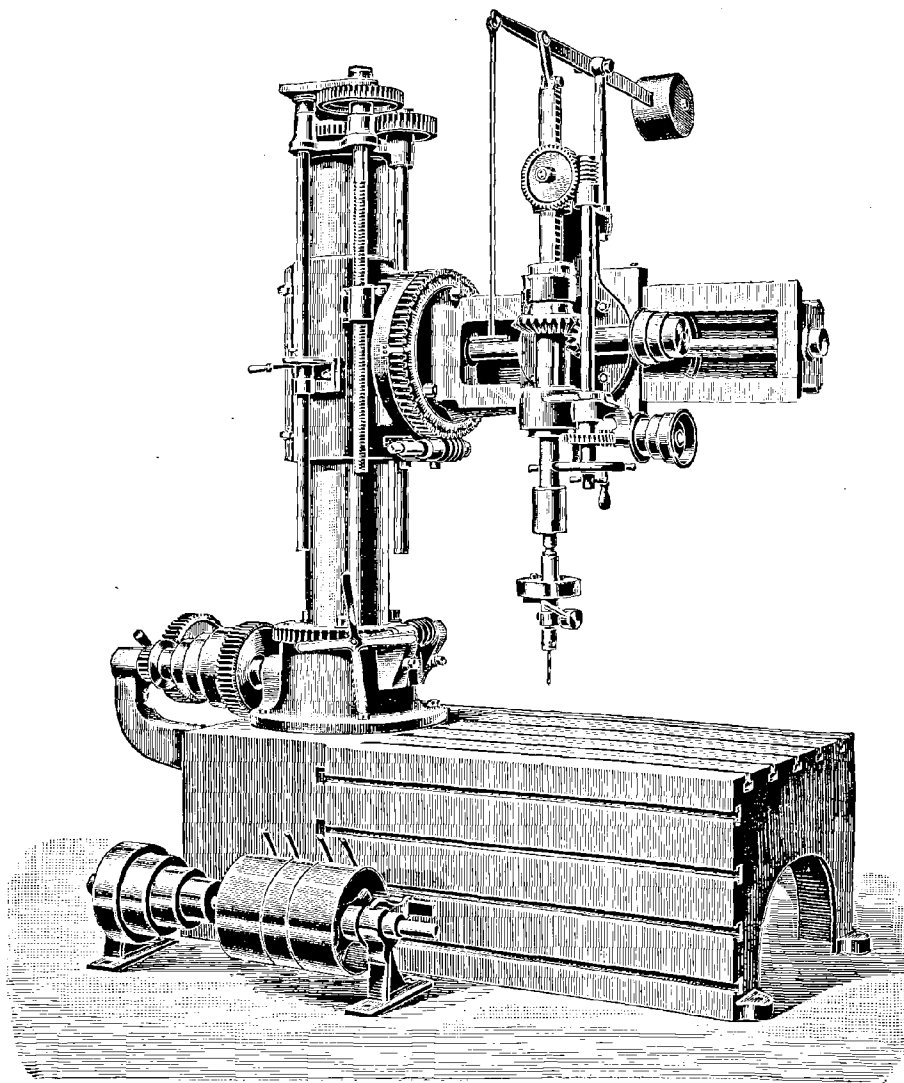


Fig. 656. — Machine à percer radiale Queen de M. Besse.

\*  
\*\*

La machine à percer radiale Queen de M. L. Besse, représentée par la figure 656, possède quelques particularités très intéressantes. L'arbre porte-foret est supporté par un plateau pouvant recevoir un mouvement de rotation sur le chariot qui le supporte, de manière à permettre d'incliner l'arbre porte-foret sous un angle quelconque dans le sens longitudinal du bras radial comme l'indique clairement la figure 657.

De plus ce bras radial peut lui-même recevoir un mouvement de rotation obtenu par une manivelle agissant sur une roue dentée par une vis sans fin; ce second mouvement permet de

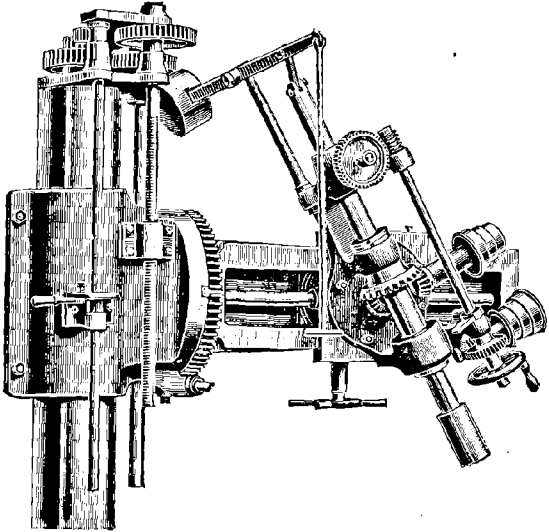


Fig. 657. — Inclinaison longitudinale du porte-foret.

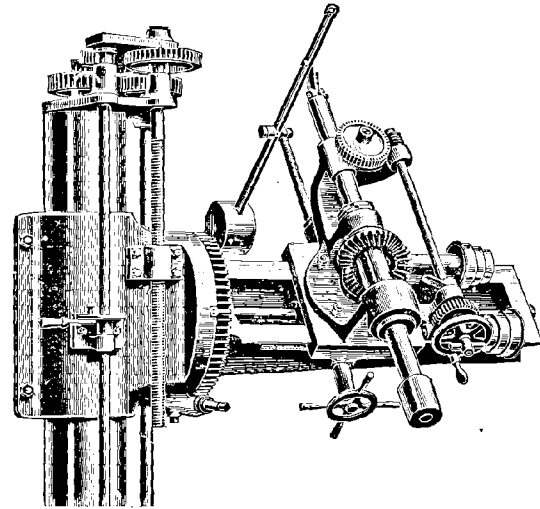


Fig. 658. — Inclinaison latérale du porte-foret.

donner à l'arbre porte-foret une inclinaison latérale d'un angle quelconque; la figure 658 montre le résultat qu'on peut ainsi obtenir.

Par suite de ces deux mouvements de rotation l'arbre porte-foret peut prendre une incli-

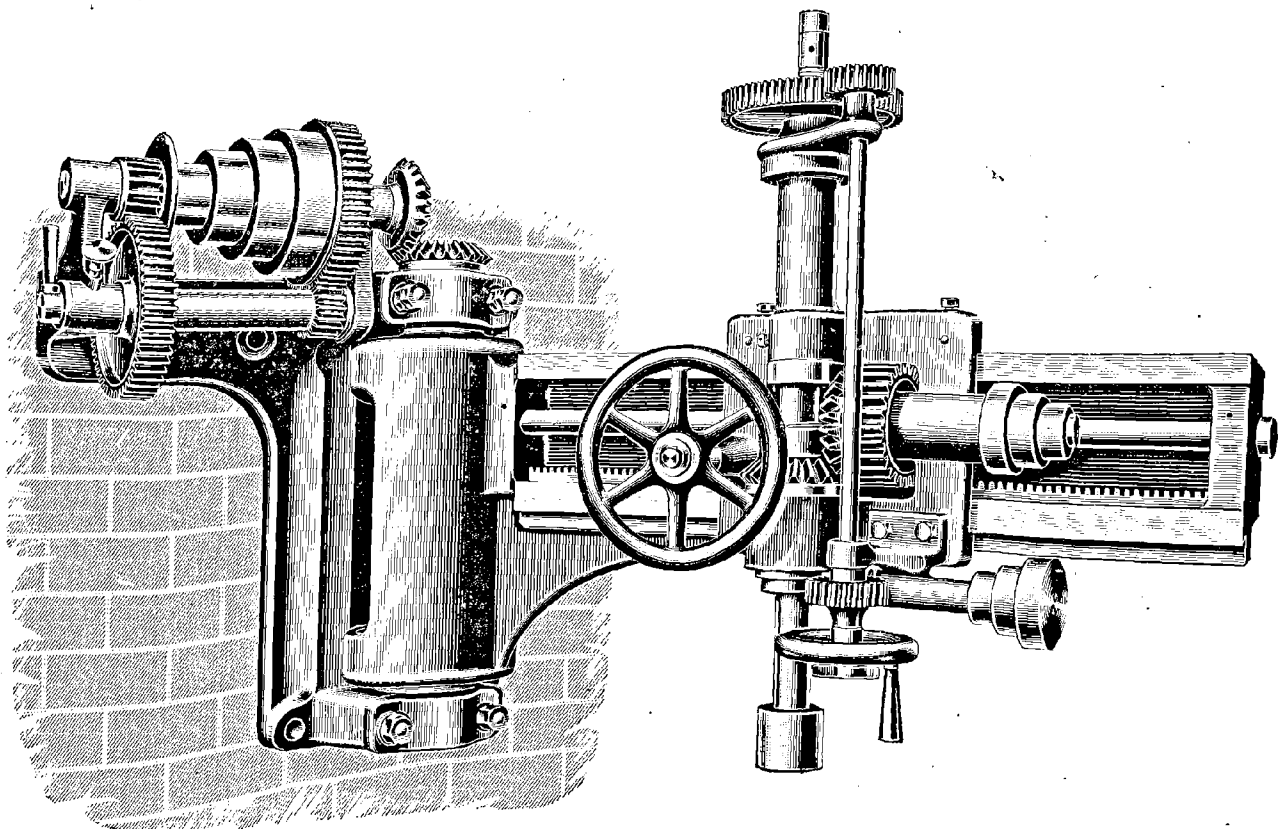


Fig. 659. — Machine à percer radiale murale de M. V. Lucas.

raison quelconque dans tous les sens, ce qui permet de percer des trous dans toutes les directions sans avoir à modifier la position de l'objet à travailler ; on comprend combien dans certains cas ce dispositif peut faciliter le travail.

Dans la figure 656 la machine est représentée munie de l'appareil à percer « sensitif » à grande vitesse pour percer les petits trous que nous avons décrit plus haut (page 355).

\* \*

Comme les autres machines à percer, les radiales peuvent être spécialement disposées pour être boulonnées contre un mur au lieu d'être supportées par un socle fixé au sol. C'est ainsi que notre figure 659 représente un modèle de machine à percer radiale murale de M. V. Lucas. Comme on le voit, à part cette particularité, cette machine ne présente aucune disposition spéciale et la gravure indique suffisamment la disposition de ses différents organes pour qu'il soit utile de la décrire plus complètement.

\* \*

Dans la machine à percer de la figure 660, machine dite bi-radiale et construite par la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, le déplacement de l'arbre porte-foret est obtenu d'une manière toute différente que dans les appareils que nous venons de décrire. Ce n'est plus ici un chariot se déplaçant sur la glissière d'un bras horizontal qui provoque le changement de position de l'arbre porte-foret ; le bâti horizontal supportant cet arbre est ici brisé en deux parties pouvant pivoter à volonté dans tous les sens. On comprend facilement, qu'en faisant pivoter convenablement ces deux parties, on puisse amener l'arbre porte-foret en un point quelconque de l'espace situé entre le bâti et la circonférence décrite par le foret lorsqu'on fait tourner autour de ce bâti le bras horizontal en laissant ses deux parties dans un même plan vertical. Le bras radial articulé est monté sur billes pour faciliter sa rotation.

La commande du porte-foret est effectuée par un cône à trois étages supporté en haut par un bâti chaises à orientation variable permettant de tourner le cône dans toutes les directions ; cette disposition facilite considérablement l'installation de l'appareil dans un atelier quelconque, puisque grâce à elle, il n'y a pas à s'occuper de l'orientation de la machine par rapport aux transmissions déjà installées.

Le cône commande, par un train d'engrenages d'angle, un arbre central vertical qui actionne à son tour, également par engrenages coniques, un second arbre intermédiaire horizontal ; cet arbre traverse la première partie du bras radial et vient commander, par un pignon d'angle, une roue conique d'engrenage double disposée sur le tourillon de rotation qui réunit les deux parties du bras radial ; cette roue actionne à son tour, par un pignon d'angle, un troisième arbre intermédiaire qui vient enfin commander l'arbre porte-foret par un train d'engrenages d'angle. On comprend facilement que ce système de transmission permette le pivotement des deux parties de l'arbre radial dans tous les sens.

La tête supportant l'arbre porte-foret peut recevoir, par une manivelle, une vis sans fin et un secteur denté, un mouvement d'inclinaison qui permet de disposer le porte-outil suivant un angle quelconque.

La pression du foret est obtenue automatiquement par cliquet, vis sans fin, roue à vis sans fin, et pignon agissant sur une crémaillère dont est munie la partie supérieure de l'arbre porte-foret. On peut aussi obtenir ce mouvement à la main par un volant à manivelle. La pression peut également se faire par la poignée et le levier équilibré ; mais dans ce cas il est nécessaire de débrayer auparavant la roue à vis sans fin de l'avancement automatique.

L'intéressante machine que nous venons de décrire en détail peut être disposée sur un socle à rainures en T recevant les objets à travailler ; mais elle peut encore, comme l'indique d'ailleurs notre gravure, être disposée à côté d'une petite voie ferrée ; dans ce cas les pièces à travailler sont amenées sous l'outil dans de petits wagonnets spécialement aménagés ce qui procure une très grande facilité et rapidité de travail.

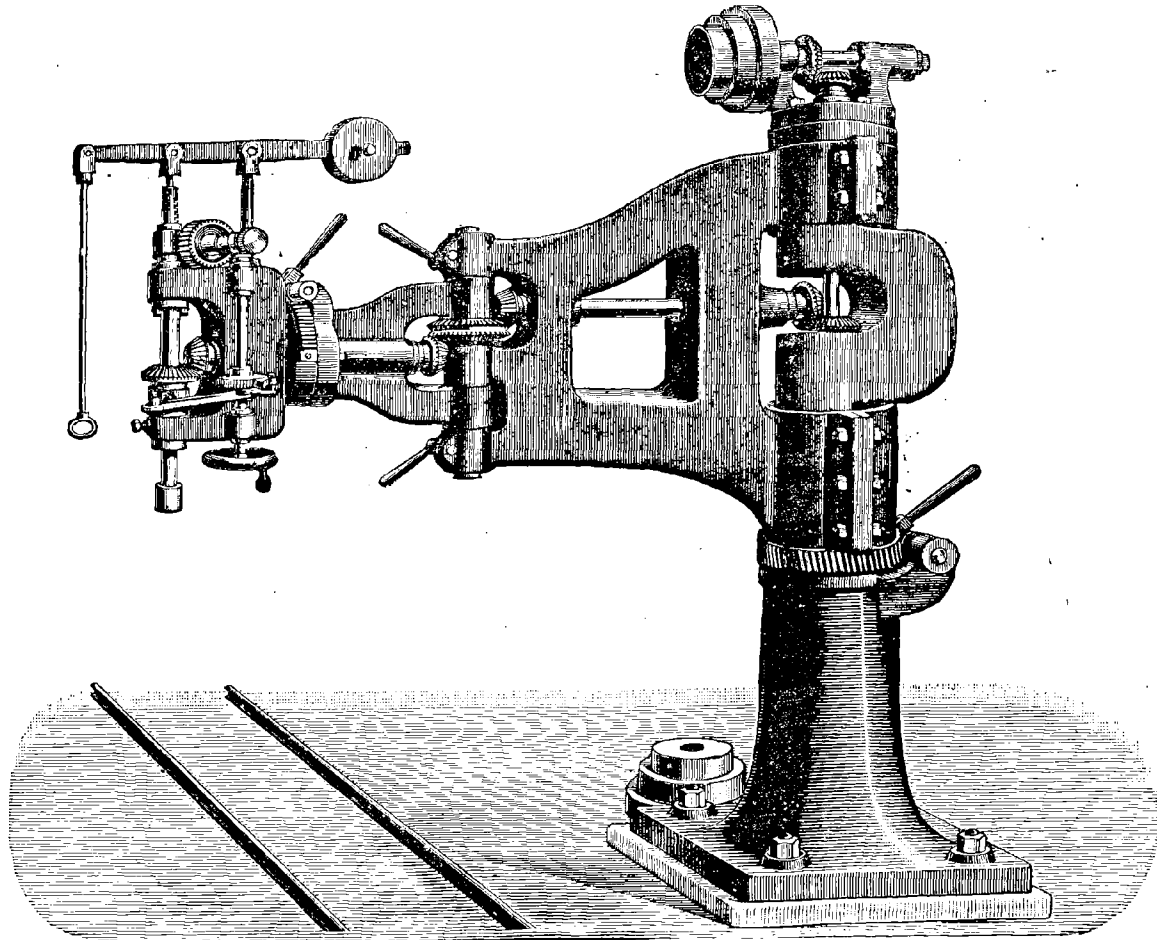


Fig. 660. — Machine à percer bi-radiale de Dandoy-Mailliard, Lucq.

Le plus grand rayon que peut parcourir l'arbre porte-foret est de  $2^m,840$  et le plus petit rayon de un mètre ; l'outil peut donc occuper à volonté tous les points de l'espace compris entre les deux circonférences de un mètre et  $2^m,840$  de rayon ayant pour centre l'axe de rotation du bras radial. La course du porte-foret est de 30 centimètres et sa distance du sol de  $1^m,30$ . Enfin cette machine dont le poids total est de 2400 kilogrammes peut percer des trous de 3 centimètres de diamètre.

\*  
\*  
\*

La figure 661 représente une machine à percer radiale à potence, des mêmes constructeurs, possédant un champ d'action bien plus considérable puisqu'elle permet de percer des trous en tous les points d'un espace compris entre une demi-circonférence de  $1^m,10$  de rayon et une demi-cir-

conférence de 4 m. 575 de rayon. La disposition de cet appareil est d'ailleurs toute différente de celle de toutes les perceuses radiales que nous venons de décrire.

Cette machine est formée de deux longerons accouplés avec tendeurs en fer creux; le tout pouvant pivoter sur une plaque de fonte se fixant verticalement à la muraille ou, comme l'indique la gravure, sur une colonne de l'atelier. Le bâti porte-foret est monté sur quatre galets permettant son déplacement facile et rapide sur les deux longerons pour amener l'outil à l'endroit voulu.

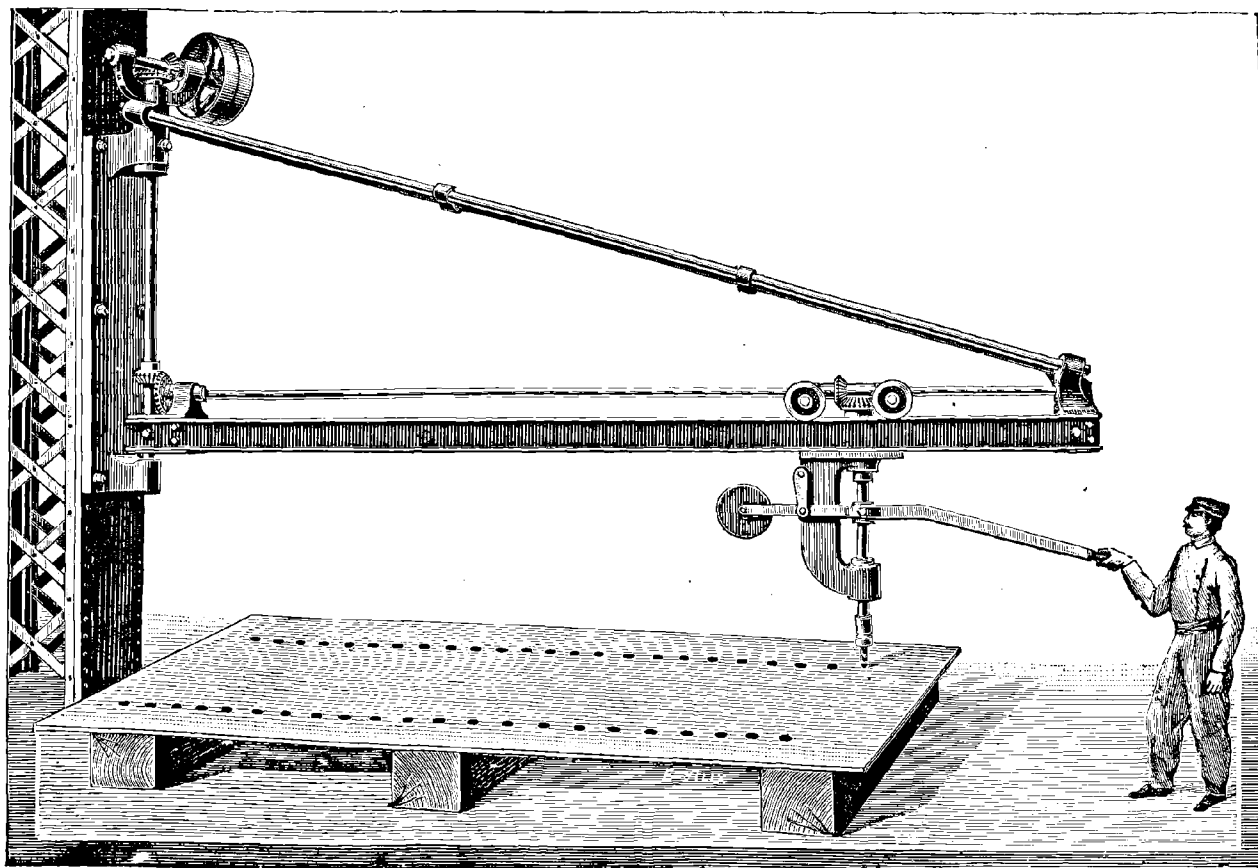


Fig. 661. — Machine à percer radiale à potence de Dandoy-Mailliard, Lucq.

La commande de l'arbre porte-foret est obtenue par une double poulie, fixe et folle, actionnant, par engrenages d'angle, un arbre vertical qui commande à son tour, également par engrenages coniques, un long arbre horizontal régnant le long des longerons et commandant enfin l'arbre porte-foret par une troisième paire d'engrenages d'angle.

L'arbre porte-foret est équilibré par un levier à contrepoids qui sert à donner la pression à la main. Cette machine permet de percer, sans les déplacer, des pièces de très grandes dimensions, comme les plaques de blindage des navires; elle est particulièrement utilisée dans les chantiers de constructions de navires, de grosse chaudronnerie et de charpente en fer.

**Machines à percer multiples.** — Pour économiser de la place, ou pour effectuer certains travaux spéciaux, il est quelquefois commode de réunir sur un même bâti plusieurs arbres



porte-forets pouvant fonctionner ensemble ou séparément. On réalise ainsi des machines à percer multiples qui peuvent rendre de grands services dans les ateliers de constructions mécaniques. Les dispositions de ces machines sont naturellement très variables suivant les fonctions qu'elles doivent remplir.

Lorsque la machine multiple est simplement destinée à remplacer deux ou plusieurs machines à percer simples, elle est en somme constituée par une série de machines possédant chacune leurs organes essentiels et groupées sur un bâti commun.

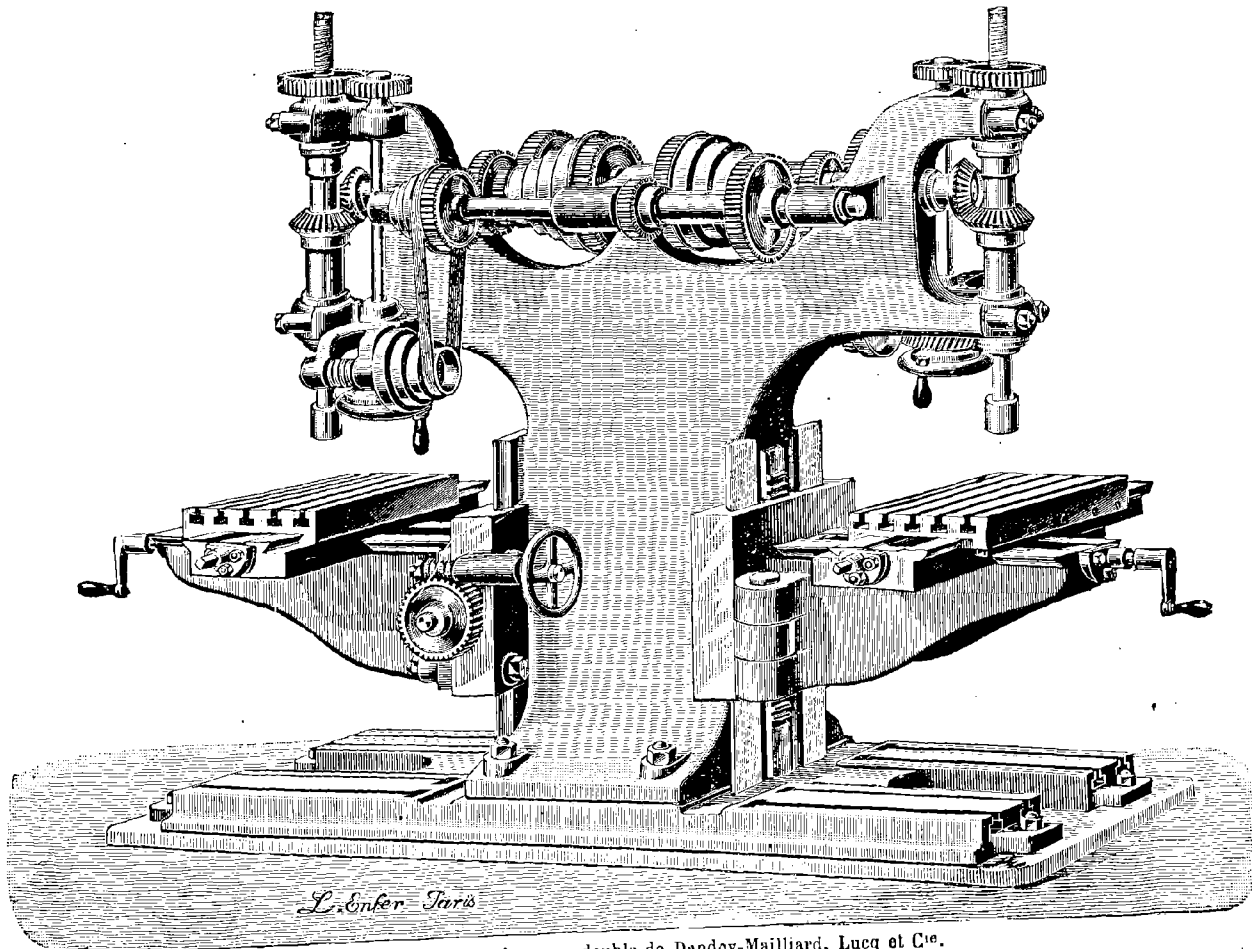


Fig. 662. — Machine à percer double de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

C'est ainsi que la perceuse double de la figure 662, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, est formée de deux machines simples, dont tous les organes sont absolument distincts et dont le seul bâti est commun. Même la commande est distincte et nécessite deux courroies actionnant les cônes à quatre étages munis de harnais d'engrenages.

Le bâti est monté sur un socle à rainures en T, qui peut être utilisé pour recevoir les pièces de grandes dimensions; pour cela les deux tables à hauteur variable, munies de chariot à double mouvement, peuvent pivoter sur le côté à l'aide de grosses charnières dont l'une est visible sur la partie droite de notre gravure. L'élévation et l'abaissement des tables pivotantes sont obtenus par volant, vis sans fin et crémaillère.

Les deux arbres porte-forets, qui sont absolument indépendants, peuvent naturellement être mis en marche ensemble ou séparément. Cet appareil remplace donc deux machines à percer distinctes tout en tenant beaucoup moins de place ; il permet de percer des trous de 8 centimètres.

\*  
\* \*

Dans les fabrications mécaniques, il est souvent utile de faire deux opérations distinctes de perçage sur une pièce d'après un même gabarit. Pour éviter un démontage, on emploie une machine à deux forets dont la figure 663 représente le modèle de la maison Bariquand et Marre.

Les arbres porte-forets de cette machine ont chacun un réglage distinct pour être bien perpendiculaires au plateau. Ils glissent dans un fourreau trempé et rectifié, tournant dans des bagues également trempées et rectifiées.

La descente du foret est produite à la main par un levier équilibré. On sent ainsi parfaitement le travail de l'outil et par suite on peut obtenir une production considérable sans casser des forets. Des butées réglables limitent la profondeur des trous.

La potence forme plateau et est munie de rainures. Elle est manœuvrée à l'aide d'une vis qui la maintient à toutes les hauteurs. La machine porte son renvoi de mouvement avec débrayage.

Le mouvement est donné aux forets par courroies rondes distinctes passant sur un système tendeur, de sorte que l'on peut faire fonctionner les deux têtes ensemble ou séparément à six vitesses différentes.

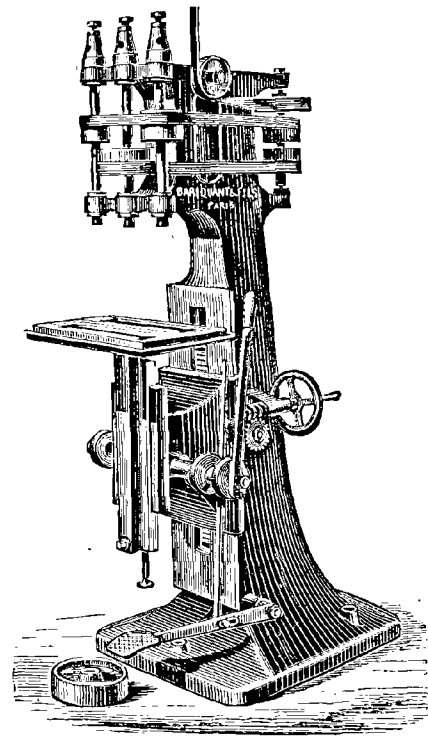
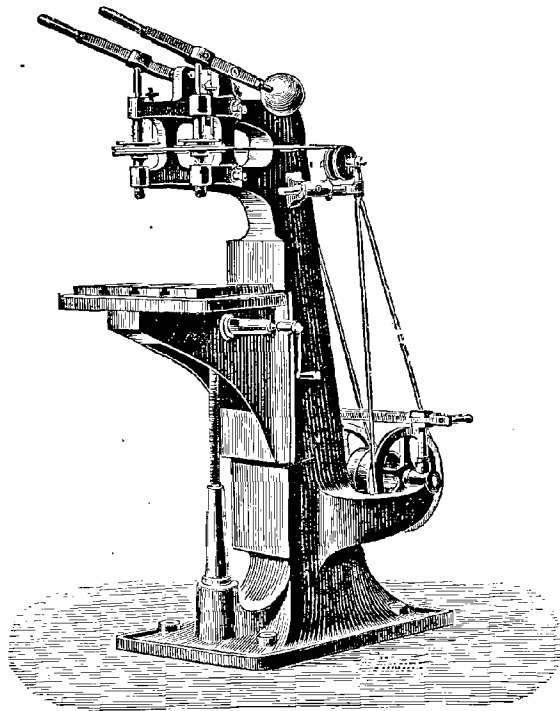


Fig. 663. — Machine à percer à deux forets de Bariquand et Marre. Fig. 664. — Machine à percer à trois forets de Bariquand et Marre.

\*  
\* \*

La machine à percer triple représentée par la figure 664 est des mêmes constructeurs. Cette machine est employée pour les grandes fabrications de pièces portant des trous de plusieurs diamè-

tres et qu'il importe de percer dans un gabarit sans démonter la pièce. A cet effet, chacun des trois forets est commandé séparément avec une vitesse correspondant à son diamètre.

Les forets ne varient pas de hauteur : le plateau portant la pièce est seul mobile verticalement, actionné à la main ou au pied par un levier et une pédale.

La course à la main ou au pied est de 12 centimètres. Indépendamment de cette course, le plateau peut se mettre à toutes les hauteurs à l'aide de la console qui coulisse sur le bâti.

Les arbres porte-forets sont munis de butées et montés dans des bagues permettant de régler le jeu concentriquement, afin que l'axe ne s'écarte pas de la verticale.

\*  
\*\*

La machine à percer double du « Progrès Industriel » de la figure 665, est d'une disposition quelque peu analogue à la précédente mais ne possède toutefois que deux arbres porte-forets.

Dans cette machine les arbres n'ont pas de déplacement vertical et le perçage s'opère également par l'ascension de la table ; celle-ci est équilibrée et on peut la mouvoir soit par pédale, soit par levier à main.

Le forage se fait avec douceur et il n'y a pas à redouter la casse des forets. La machine est double ; on peut donc faire, dans une même pièce, deux trous différents, sans démontage d'outils.

La machine porte son renvoi et peut, par conséquent, se placer directement sous une transmission principale. Elle permet de percer des trous jusqu'à 15 millimètres de diamètre.

\*  
\*\*

La figure 666 représente une machine triple Davis Egan, importée par MM. Roux. Ces machines emploient des forets de toutes dimensions jusqu'à 13 millimètres. Les têtes-guides sont indépendantes les unes des autres, ce qui rend ces machines très pratiques pour les petits travaux ou pour percer des pièces de hauteurs différentes.

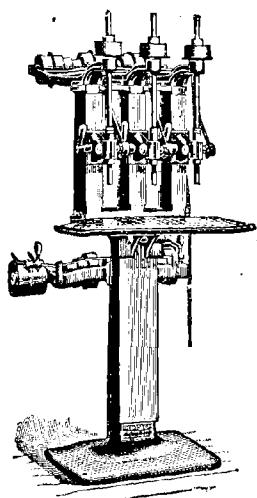


Fig. 666. — Perceuse triple  
Davis Egan

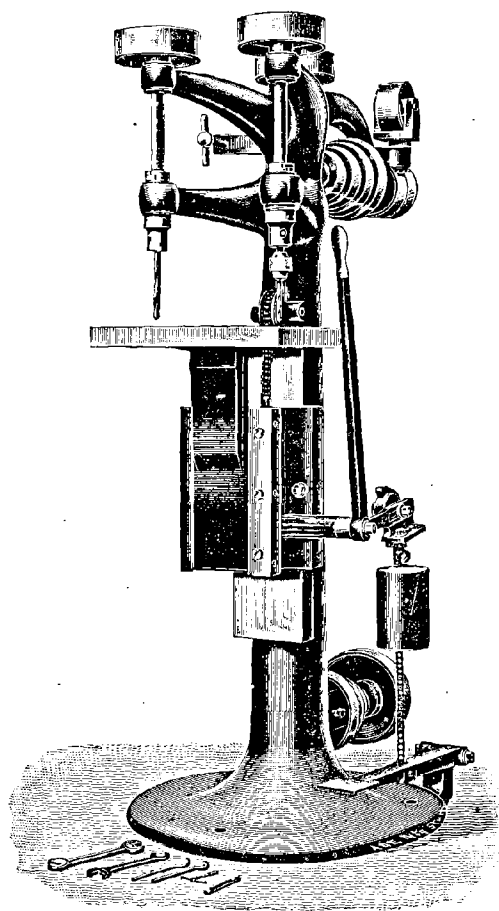


Fig. 665. — Machine à percer double du « Progrès Industriel »

Les arbres sont contre-balancés par des contrepoids placés à l'intérieur des colonnes, assurant un mouvement de relevage rapide. Ils se terminent par une douille alésée au cône Morse. Ils sont pourvus d'une butée ajustable permettant de percer un nombre quelconque de trous d'une profondeur déterminée. Chaque arbre est actionné par une courroie indépendante qui le commande par un

cône à 3 vitesses. Les arbres sont complètement soulagés de la tension de la courroie, les coussinets sont ajustables pour compenser l'usure.

Le plateau est contre-balancé, et ne tombe pas lorsqu'il est desserré. Il peut être fixé à une hauteur quelconque sur la colonne ; il a sur son pourtour une rigole pour recueillir l'huile.

\*  
\* \*

La machine à percer multiple à trois forets, de la figure 667, construite par M. Huré, est encore à transmissions indépendantes par courroies.

Ces machines se composent de deux, trois, quatre, six ou un plus grand nombre de machines à percer, montées sur un même bâti, et disposées pour être conduites par un seul ouvrier.

Chacune est indépendante, et peut être actionnée à une vitesse différente. L'écartement entre chaque machine et la hauteur sous le foret peuvent être variés à la demande.

La pression du foret se fait à volonté à la main au moyen d'un levier, ou automatiquement ; l'embrayage et le débrayage sont instantanés ; une butée limite la course du foret, et produit le déclanchement automatique ainsi que le relèvement du foret, de sorte que l'ouvrier n'a qu'à placer la pièce et embrayer, ce qui prend très peu de temps.

La machine représentée par notre gravure est disposée spécialement pour percer les trous de goupilles dans les boulons, goujons, axes, etc. Chaque machine est pourvue d'une presse-étoupe se manœuvrant à l'aide d'une pédale. Ladite presse, en forme de V, possède une butée pour régler la position des trous, et une bague en acier trempé servant à guider le foret, de façon que celui-ci ne puisse dévier, quel que soit son diamètre.

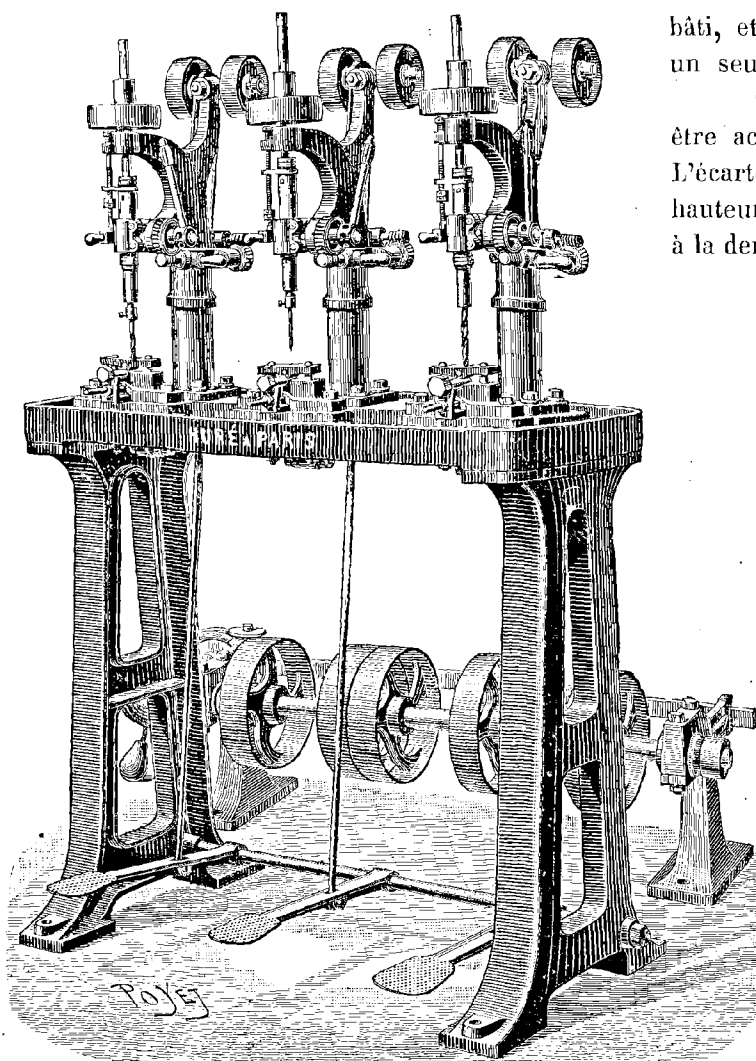


Fig. 667. — Machine à percer multiple, de Huré.

Ces machines sont construites pour des trous jusqu'à 25 millimètres.

La machine à percer multiple, représentée par la figure 668 et construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, est à quatre arbres porte-forets commandés séparément par courroie et munis de déclenchement automatique.

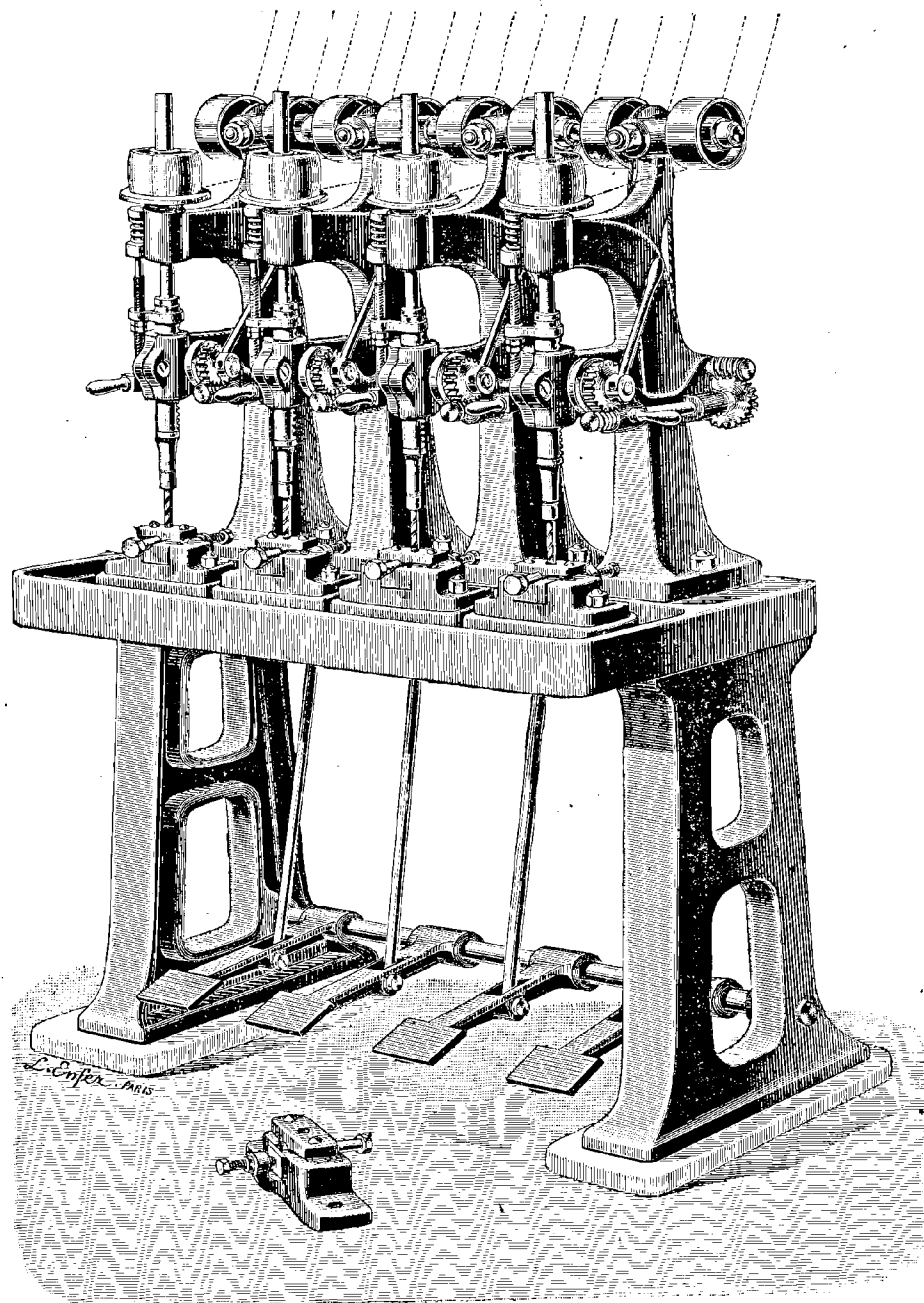


Fig. 668. — Machine à percer multiple, à quatre forets, de Dandoy-Mailliard, Lucq.

La pression et l'avancement de chaque foret sont obtenus automatiquement par une corde à hoyau passant sur deux roues à gorge, une double vis sans fin et un pignon agissant sur une cré-

maillère taillée dans l'arbre porte-foret ; ils peuvent également être effectués à la main par un levier agissant directement sur le pignon.

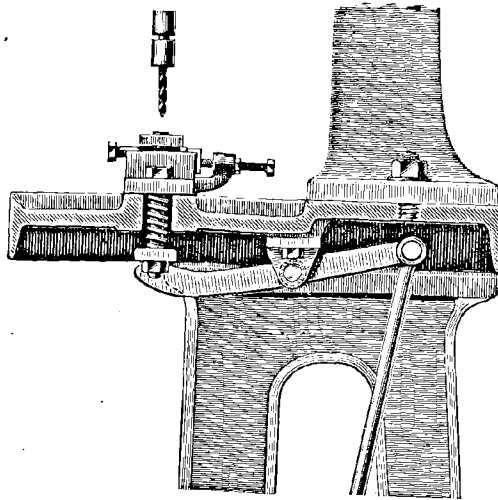


Fig. 669. — Disposition d'un étau articulé.

mais plus puissante et à transmission par engrenages. La commande de la machine est faite par une seule courroie actionnant la poulie placée à la partie postérieure. La pression des forets est obtenue automatiquement par engrenages et vis sans fin, ou à la main par une manivelle.

\*  
\*  
\*

La machine à percer à quatre forets représentée par la figure 671 est quelque peu analogue à la précédente, mais spécialement disposée pour percer les parois des chaudières.

Cette machine est formée de deux montants solidement boulonnés sur une plaque de fondation, et recevant, à la partie supérieure, une grande traverse supportant les quatre

Cette machine est spécialement construite, comme la précédente, pour percer rapidement des trous de gouilles dans les boulons, axes, etc. A cet effet il se trouve sous chaque foret un étau articulé serrant la pièce instantanément au moyen d'une pédale comme l'indique la figure 669 montrant le détail de cette disposition.

\*  
\*  
\*

La figure 670 représente une machine multiple également à quatre forets, des mêmes constructeurs,

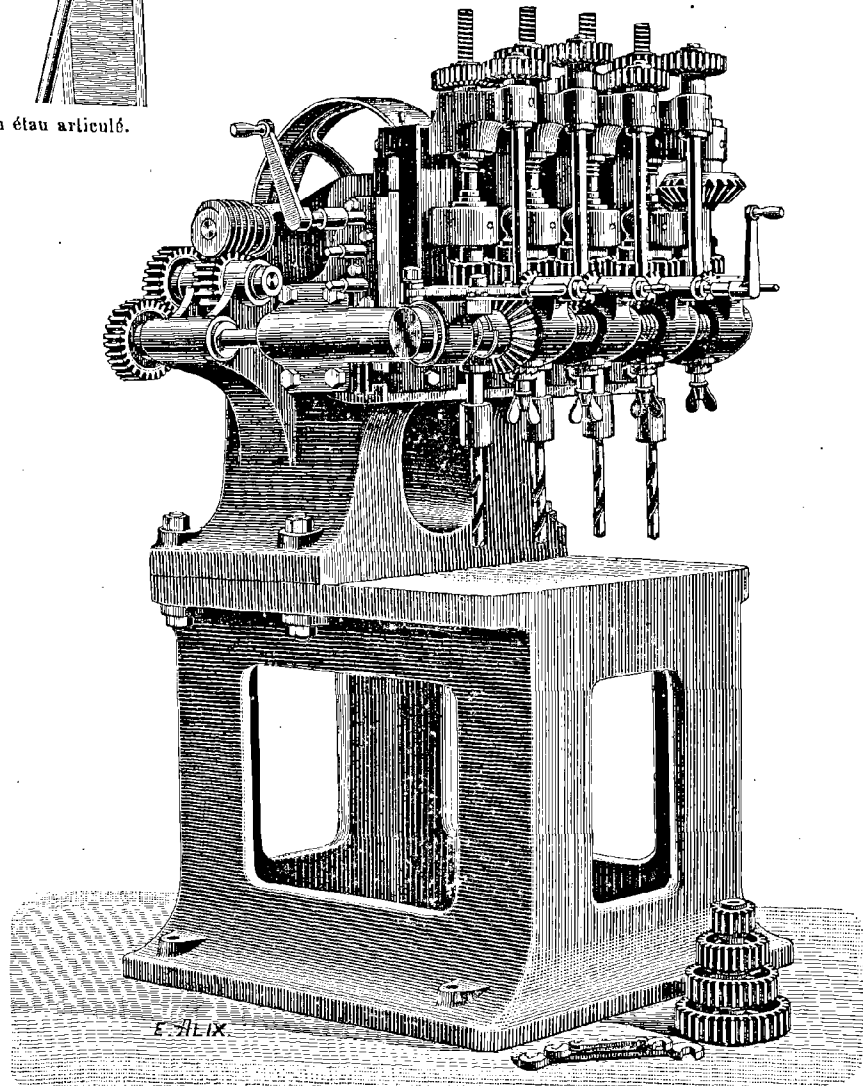


Fig. 670. — Machine à percer à quatre forets.  
Commande des arbres porte-forets par engrenages.

bâties des arbres porte-forets ; ces bâties peuvent se mouvoir simultanément ou séparément sur cette traverse formant glissière.

Le mouvement simultané est obtenu par une manivelle latérale, agissant sur une vis placée derrière les chariots le long de la traverse ; les mouvements séparés de chaque chariot sont obtenus par quatre petites manivelles placées sur le devant et commandant des pignons à dentures creuses embrayant la vis.

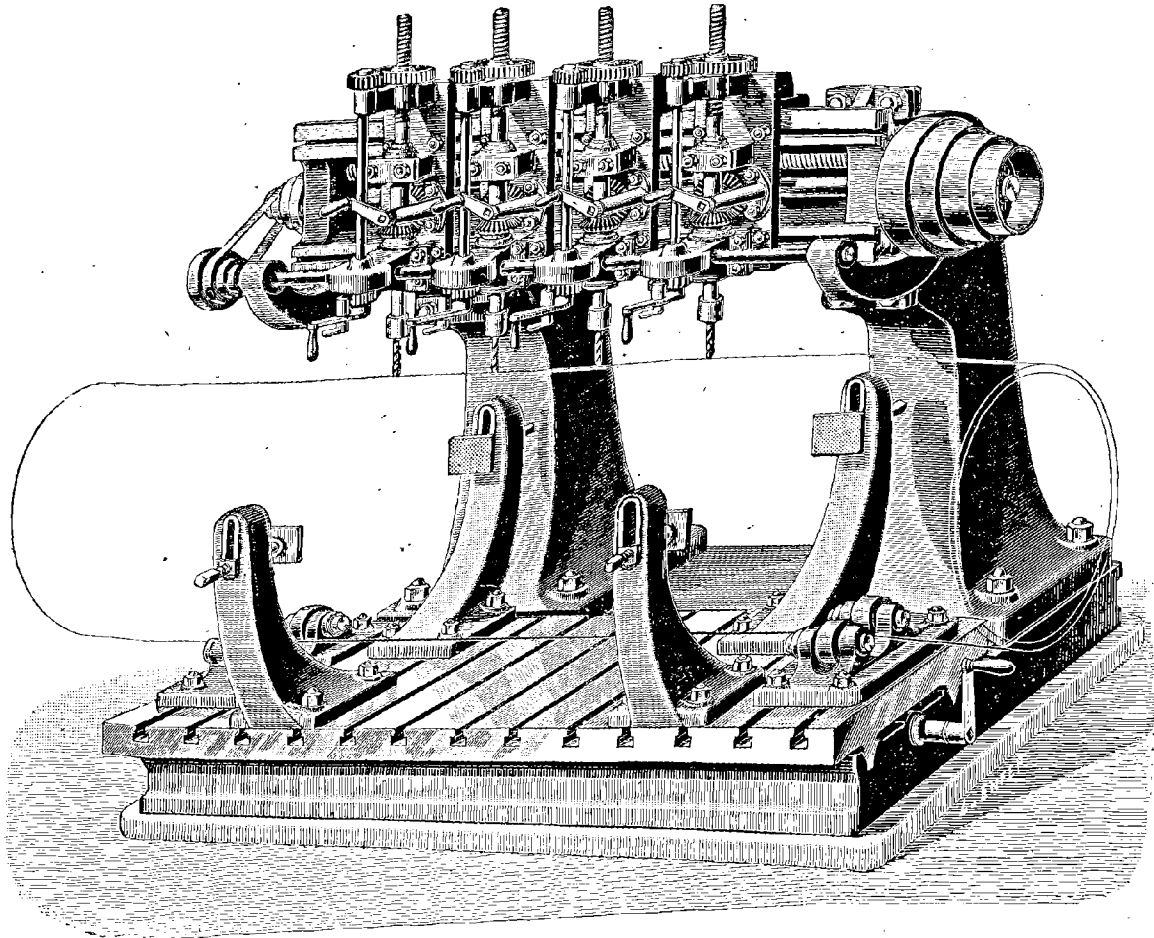


Fig. 671. — Machine à percer à quatre forets pour chaudière de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

Un cône à quatre étages commande l'arbre longitudinal qui actionne par une double paire d'engrenages d'angle les quatre arbres porte-forets. Un second petit arbre régnant également sur toute la longueur de la traverse, et commandé par l'arbre principal au moyen de deux petits cônes et d'une courroie, actionne par vis sans fin et engrenages la descente des forets.

La plaque de fondation reçoit également, outre les supports des perceuses, une table à rainure en T, pouvant se déplacer longitudinalement sous l'influence d'une manivelle et d'une vis, et munie de quatre supports guides et de deux supports de roulement pour recevoir la chaudière à travailler comme l'indique clairement le pointillé de notre gravure.

Cette machine d'un poids total de 14.000 kilogrammes peut percer quatre trous à la fois de

3 centimètres; l'écartement minimum des forets est de 36 centimètres et leur écartement maximum de 70 centimètres.

\*  
\*\*

Dans les différentes machines à percer multiples que nous venons de décrire les forets se trouvent toujours placés sur une même droite et c'est tout au plus si leur écartement peut varier; il est évident que les usages de ces appareils se trouvent ainsi très limités.

Si au contraire les forets pouvaient être disposés d'une façon quelconque, le champ d'applications pratiques se trouverait par là même considérablement accru; ces machines multiples pourraient alors être utilisées pour percer d'un seul coup tous les trous de certaines pièces, même si ces trous étaient disposés, non plus en ligne droite, mais d'une manière irrégulière quelconque; comme par exemple les trous des charnières, des brides de robinets et de tuyaux, etc.

Les machines à percer à porte-forets multiples, que nous allons décrire remplissent ces conditions. Ces machines sont construites par la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

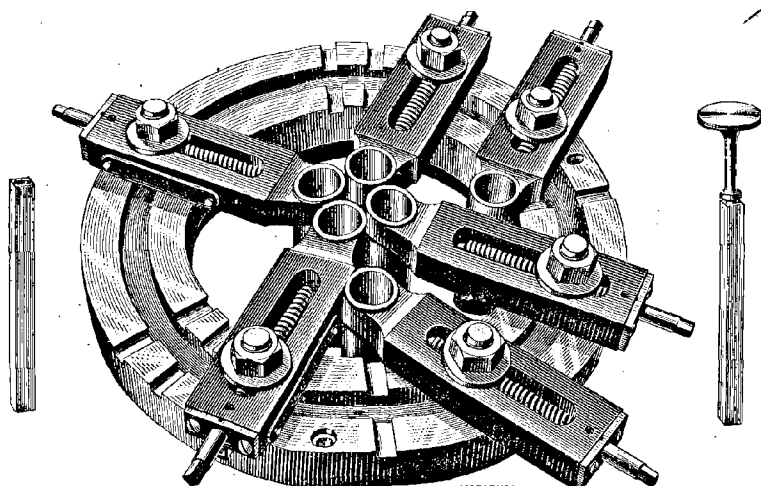


Fig. 672. — Plateau-guides des arbres porte-forets concentriques et indépendants.

les sens, tout en restant toujours parallèle à la première et en demeurant constamment solidaire de son mouvement de rotation.

Ce déplacement est obtenu à l'aide de plateaux-guides analogues à celui représenté par la figure 672. Ces plateaux circulaires sont garnis de tubes-guides, en nombre correspondant au nombre des forets; ces tubes-guides, dans lesquels tournent les parties inférieures des arbres porte-forets, peuvent être disposés, à l'aide de vis de rappel, à l'endroit voulu pour amener les forets correspondants au point où ils doivent entamer le métal; des boulons permettent d'immobiliser solidement ces guides à l'endroit adopté. Les guides portent sur le côté de leur glissière une échelle graduée qui permet d'en régler l'emplacement avec la plus grande précision. On voit que par ce système on peut disposer à volonté d'un nombre variable de forets, situés aux points nécessaires pour un travail quelconque.

\*  
\*\*

La figure 673 représente une machine à percer Zinzen, présentant ce dispositif ingénieux. Le modèle de notre gravure est à 6 forets, mais cette machine se construit également pour 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 forets.



Le cône à trois étages commande par train d'engrenages d'angle la roue dentée centrale, qui actionne tous les arbres porte-forets. Les forets ne possèdent que leur mouvement de rotation et ne reçoivent aucun déplacement vertical ; c'est la table portant la pièce à travailler, qui, en se déplaçant sous l'action du levier, vient appliquer l'objet à perferer sur les forets. En plus de ce mouvement, et suivant l'épaisseur des pièces à percer, cette table peut se déplacer sur une glissière verticale sous l'action d'une vis mue par un petit volant manivelle.

Dans notre gravure on voit au pied de la machine quelques pièces, entre autre des charnières, dont tous les trous peuvent être percés d'un seul coup par cette machine. Elle permet de percer des trous de 1 centimètre ; le plus grand rayon de déplacement des forets est de 5 centimètres et le plus petit rayon de déplacement de 12 millimètres.

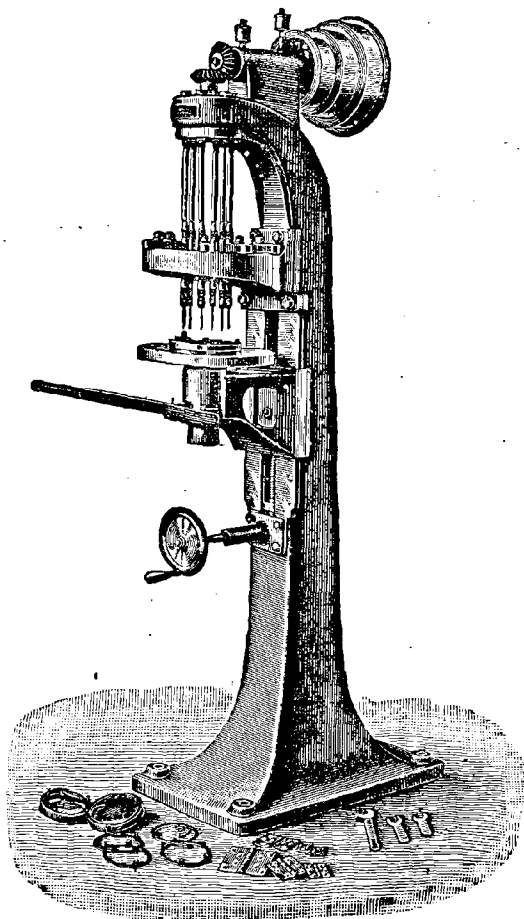


Fig. 673. — Machine à percer multiple Zinzen

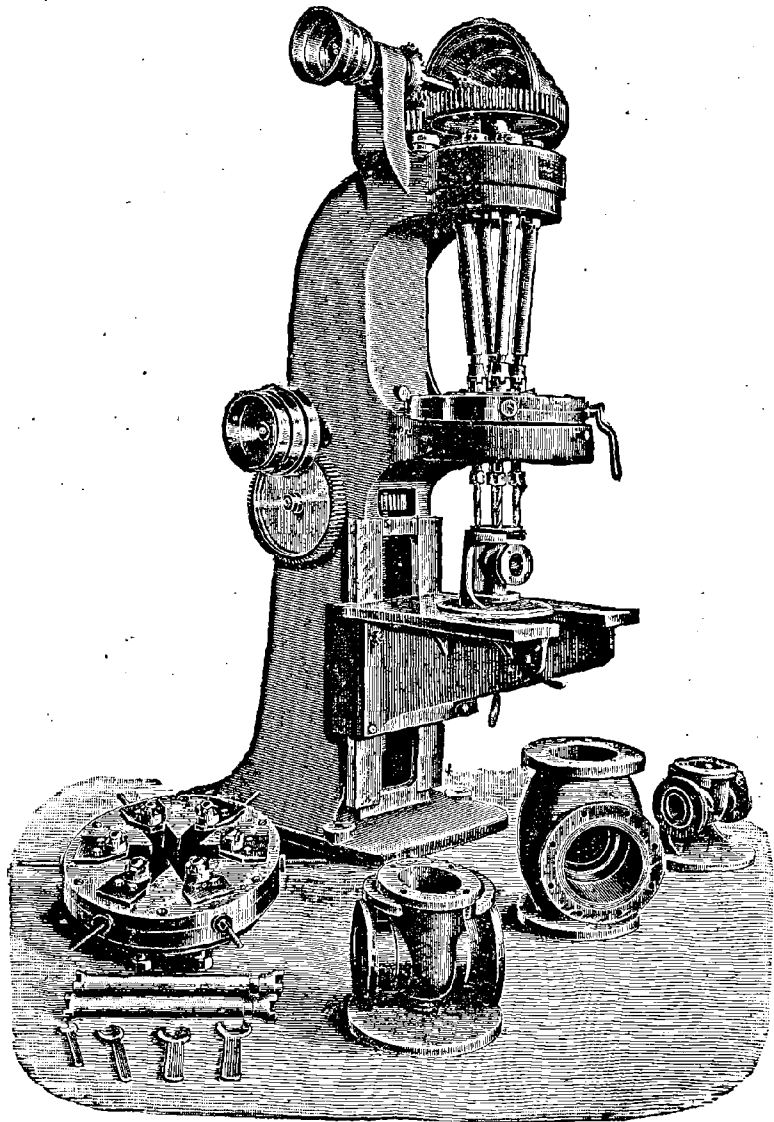


Fig. 674. — Machine à percer à porte-forets multiples Zinzen.

\*  
\*  
\*

La machine Zinzen que représente la figure 674 est analogue à la précédente, mais plus spécialement construite pour la fabrication de la grosse robinetterie et le perçage des brides des robi-

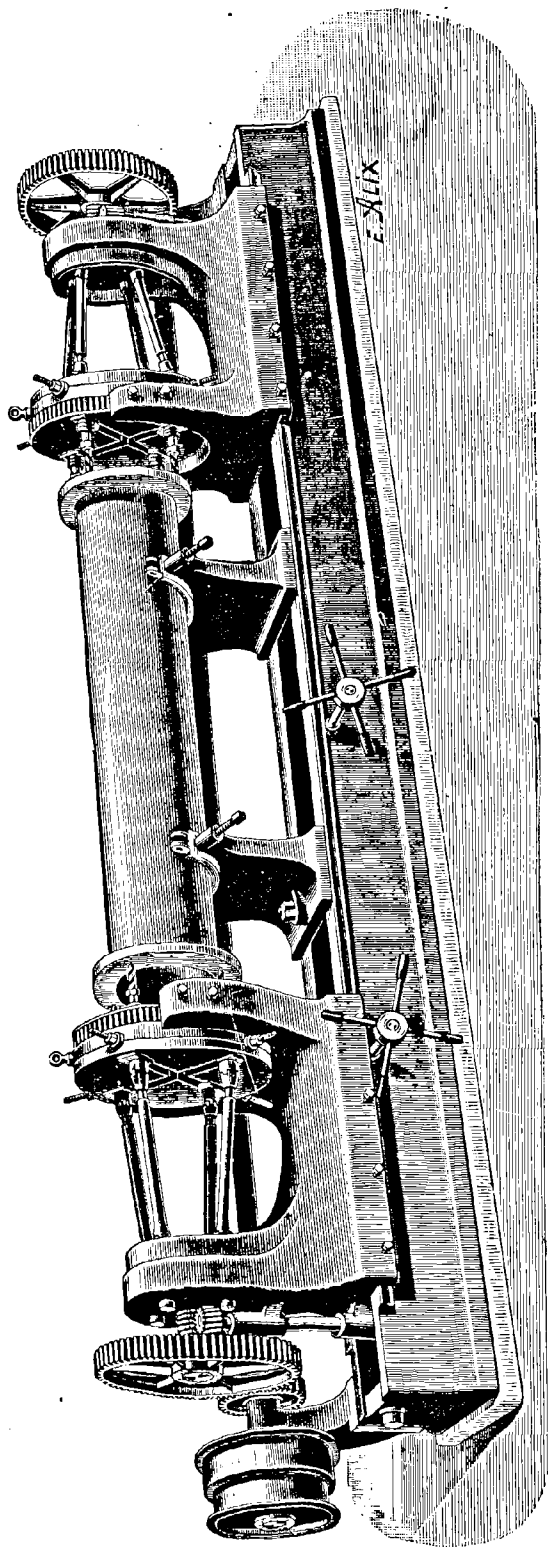


Fig. 675. — Machine à percer horizontale multiple « Phoenix » à 8 forets, pour percer les brides de tuyaux.

nets et raccords. La machine représentée par notre gravure est à 6 arbres porte-forets ; mais elle peut naturellement être utilisée avec un nombre de porte-forets inférieur en en supprimant quelques-uns ; c'est ainsi que sur la gravure il ne s'en trouve que quatre en fonction. Pour faciliter ces multiples dispositions, la machine est munie de plusieurs plateaux-guides ; on voit sur le sol, près des deux genouillères inutilisées, le plateau-guide destiné à être employé lorsque tous les porte-forets sont en fonction. La même machine se fait d'ailleurs seulement pour quatre ou trois forets.

La pression des forets est produite automatiquement par le rapprochement de la table porte-objet ; pour obtenir ce résultat, son élévation est obtenue par une vis actionnée automatiquement par une transmission à courroie et cônes à trois changements de vitesse. Dans cet appareil, le plus grand rayon de déplacement des forets est de 15 centimètres et le plus petit rayon de déplacement de 45 millimètres.

\* \* \*

La machine à percer « Phoenix », horizontale à 8 forets, que représente la figure 675, présente quelques particularités intéressantes. Ses arbres porte-forets sont en effet ici placés horizontalement, disposition que nous n'avons pas encore rencontrée dans aucune des machines que nous avons décrites, mais que nous retrouverons plus loin dans plusieurs appareils.

Cette machine, destinée spécialement à percer les brides de tuyaux, perfore, en une seule opération, les deux brides d'un tuyau de chacune quatre trous. Elle est en somme constituée de deux machines horizontales, à quatre arbres porte-forets chacune, opposées l'une à l'autre ; c'est entre ces deux perceuses multiples que se place, sur un support approprié, le tuyau à travailler qui présente par suite une de ses brides à chaque machine.

L'appareil est commandé par courroie passant sur un cône à deux étages calé sur un long

arbre horizontal ; cet arbre, qui règne sur toute la longueur du banc de l'appareil, actionne par

engrenages les deux groupes de quatre arbres porte-forets. La pression des forets est effectuée par une vis placée dans l'intérieur du banc, commandée par un engrenage à vis sans fin et qui provoque le rapprochement des deux bâtis des arbres porte-forets.

Cette machine permet de percer les brides de tuyaux ayant au maximum 3 mètres de longueur et 30 centimètres de diamètre intérieur. Elle se construit également avec 16 forets, 8 de chaque côté. On construit aussi des machines possédant une perceuse à quatre forets d'un côté et de l'autre une poupée porte-outils à déraser ; de telle sorte que pendant qu'une bride se trouve percée d'un côté la seconde bride se trouve dressée de l'autre ; il suffit alors de retourner le tuyau pour terminer par une seconde opération le dressage et la perforation des deux brides.

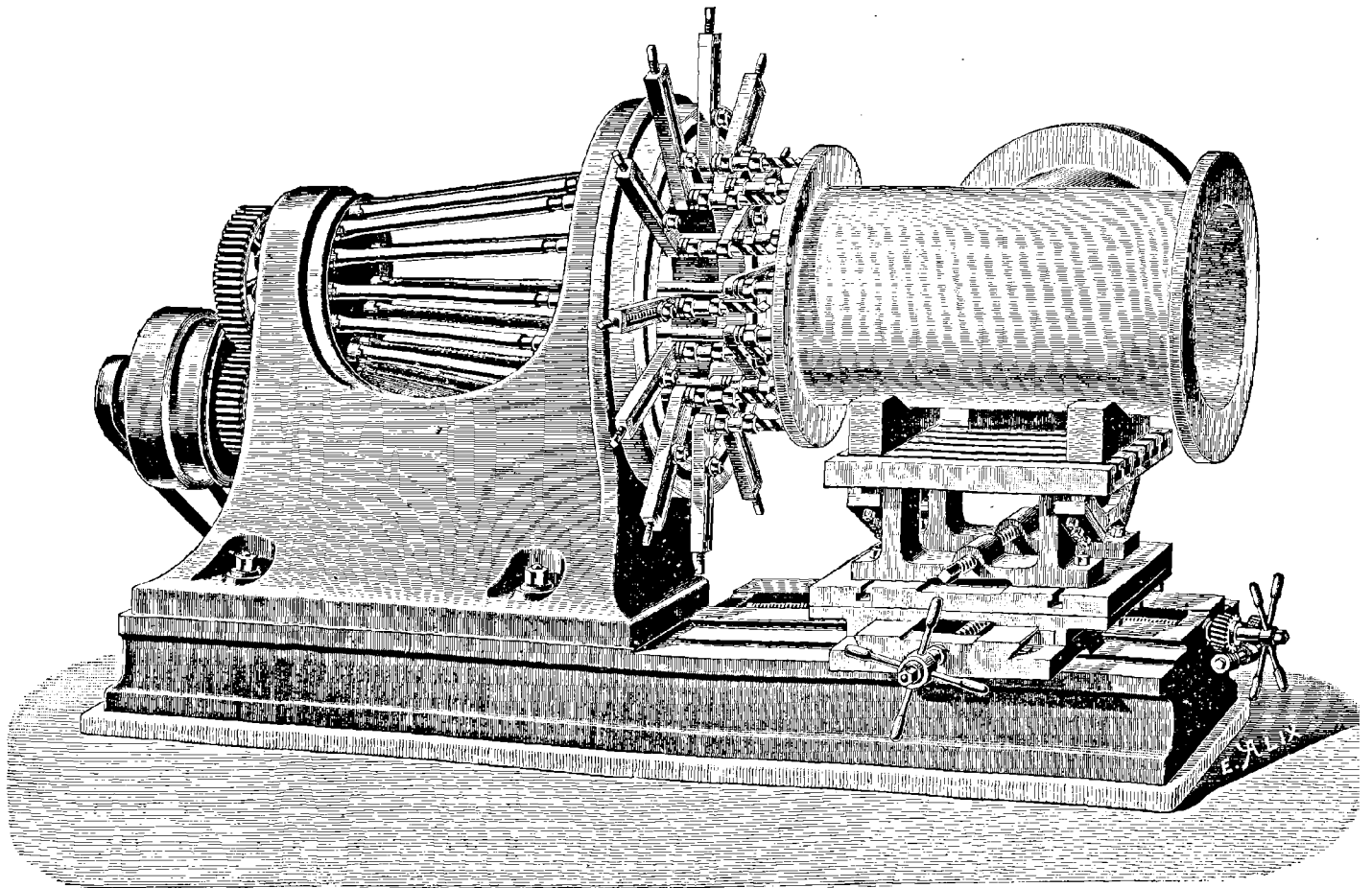


Fig. 676. — Machine à percer horizontale « Phœnix » à 12 forets, pour percer les brides des tuyaux.

La figure 676 représente enfin une machine à percer horizontale à 12 forets pour perforer les brides des gros tuyaux, des tubulures et robinets de grand diamètre. Cette machine est montée sur un banc en fonte raboté, recevant à gauche une poupée porte-forets et à droite un chariot avec table à rainures en T ; cette table peut recevoir à la main, à l'aide de vis et de croisillons, un déplacement latéral, longitudinal et en hauteur pour amener la pièce bien en face des forets.

Pour obtenir la pression sur les forets et l'avancement nécessaire à la perforation, cette même table se déplace automatiquement sous l'action d'une vis commandée, par engrenage à vis

sans fin, par un petit arbre longitudinal, invisible sur la figure, et recevant son mouvement d'un petit cône à courroie que l'on aperçoit sur la gauche de notre gravure. Cette machine permet de percer des brides de 625 millimètres de circonférence ; elle se construit également avec 16 forets et même plus.

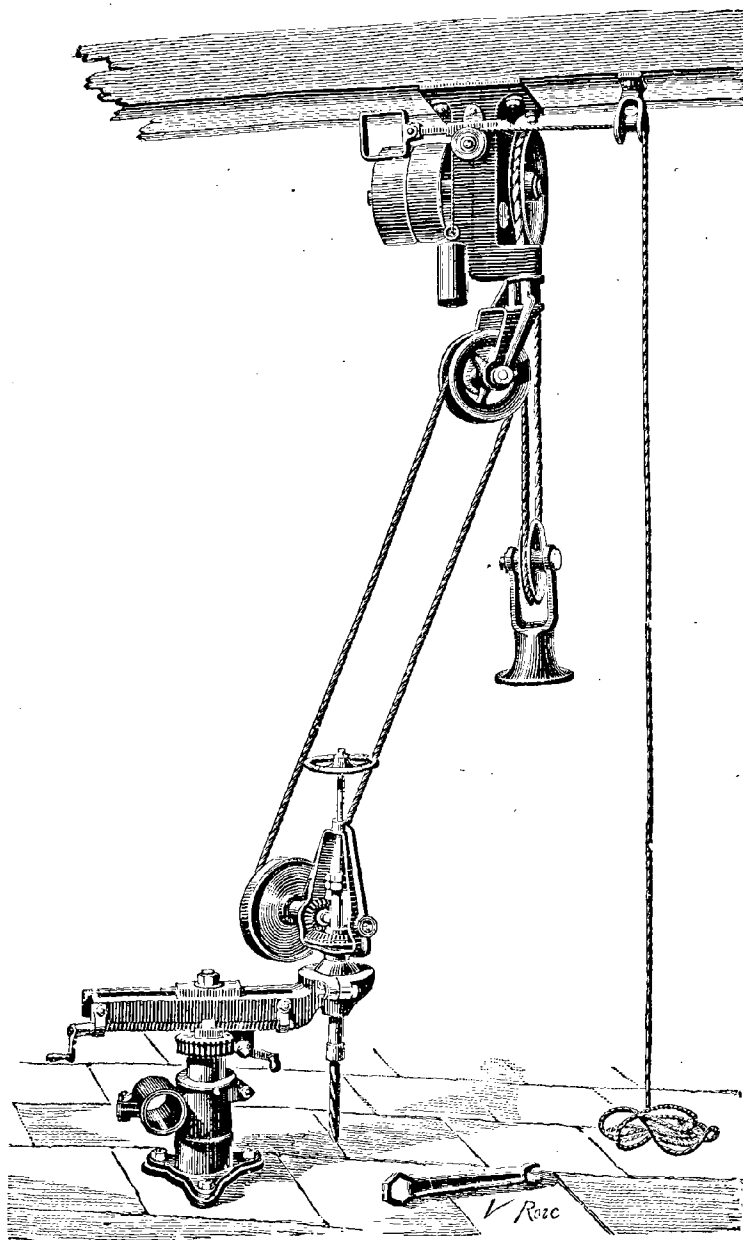


Fig. 677. — Machine à percer radiale universelle portable Thorne.

poulie à gorge qui reçoit une corde plus ou moins longue laquelle va commander la perceuse après être passée sur la poulie à gorge d'un contrepoids tendeur et sur la poulie à gorge d'une chape à orientation variable ; de telle sorte que la corde toujours tendue par le contrepoids peut prendre, grâce à la chape mobile, une orientation variable quelconque. On comprend que dans

**Machines à percer spéciales.** — Nous allons maintenant décrire quelques modèles de machines à percer spécialement construites pour une application déterminée et qui ne peuvent logiquement rentrer dans aucune des catégories que nous venons de passer en revue.

La machine à percer radiale universelle portable système Thorne que représente la figure 677 est construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Cette machine a l'avantage de pouvoir percer dans toutes les positions et inclinaisons possibles ; quelle que soit sa position elle ne cesse de fonctionner par le moteur. Elle est en somme composée de deux parties ; un organe de commande intermédiaire et la perceuse proprement dite, les deux reliés par une transmission extensible.

L'organe de commande intermédiaire est simplement constitué par un bâti se fixant au plafond de l'atelier et portant un petit arbre court actionné par la transmission principale de l'usine à l'aide d'une courroie passant sur une double poulie fixe et fixe ; un débrayage à corde permet de faire passer de loin la courroie sur l'une ou l'autre des poulies et par suite de mettre en mouvement ou d'arrêter la machine.

L'arbre porte également une

ces conditions la perceuse proprement dite peut prendre une position quelconque nécessitée par le travail qu'elle doit produire.

Cette perceuse est constituée par un petit bâti pouvant être fixé sur une pièce quelconque à l'aide de boulons et d'étriers. La tête tournante de ce bâti peut recevoir un mouvement de rotation sous l'action d'une manivelle agissant par une vis sans fin sur une roue dentée. Cette tête supporte un chariot portant à l'une de ses extrémités l'arbre porte-foret et pouvant se déplacer sous l'action d'une manivelle et d'une vis ; un écrou permet de le fixer solidement à la place voulue.

L'arbre porte-foret est actionné, à l'aide d'un train d'engrenages coniques, par un cône à gorge à plusieurs vitesses, commandé lui-même par corde comme nous l'avons indiqué plus haut. L'avancement du foret s'effectue à la main à l'aide d'un volant. Dans les plus grands modèles la perceuse reçoit un harnais de changement de vitesse et un avancement automatique par courroie et vis sans fin (fig. 679).

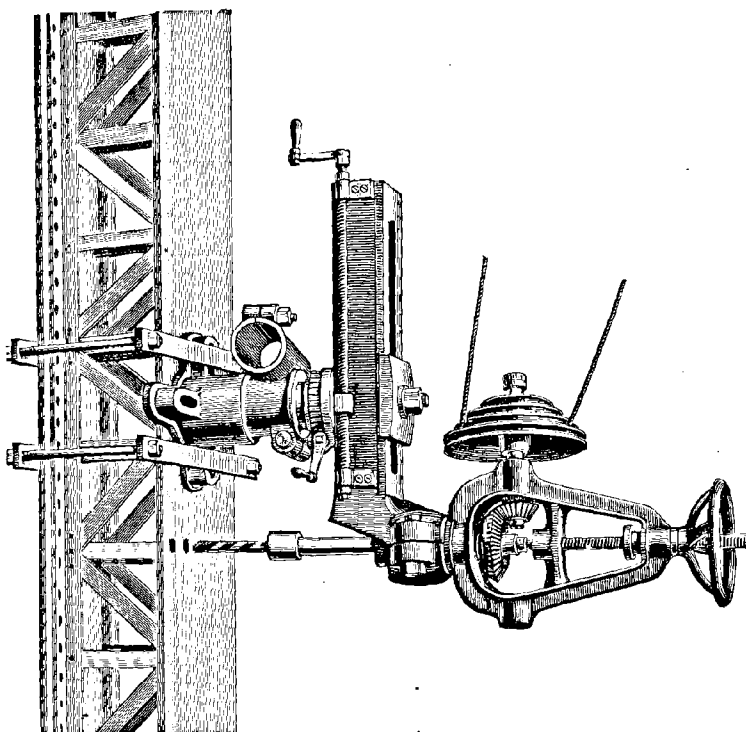


Fig. 678.— Machine universelle perceant horizontalement une ferme de charpente en fer.

Nos figures 678 et 679 montrent deux modes de travail que l'on peut réaliser avec cette perceuse radiale universelle portable. Dans la première la perceuse est fixée, par deux étriers, sur une ferme de charpente en fer verticale dans laquelle elle perce horizontalement des trous. Dans l'autre la machine perce verticalement des trous dans la charpente d'un bateau sur laquelle elle est fixée par deux boulons.

A propos de cette machine nous devons rappeler que les moteurs électriques, d'une si grande puissance sous un faible volume et un faible poids, permettent de réaliser des perceuses commandées directement et se déplaçant avec la plus grande facilité en emportant leur moteur ce qui donne à l'appareil un champ d'action illimité. Il suffit simplement d'amener au moteur le courant électrique par deux longs conducteurs flexibles.

Nous avons décrit plus haut, dans notre chapitre sur la commande électrique des machines, plusieurs de ces appareils qui trouveront chaque jour de nouveaux emplois et arriveront à remplacer dans bien des cas les anciennes machines à transmission mécanique.

\*  
\*  
\*

La machine à percer, représentée par la figure 680 et construite par les ateliers de constructions mécaniques de Mulhouse, est destinée à percer les bandages par l'intérieur. Un bâti bas porte les organes de rotation et ceux du mouvement de descente de l'arbre porte-foret.

Les organes de rotation sont constitués par un cône à trois étages calé sur un arbre hori-

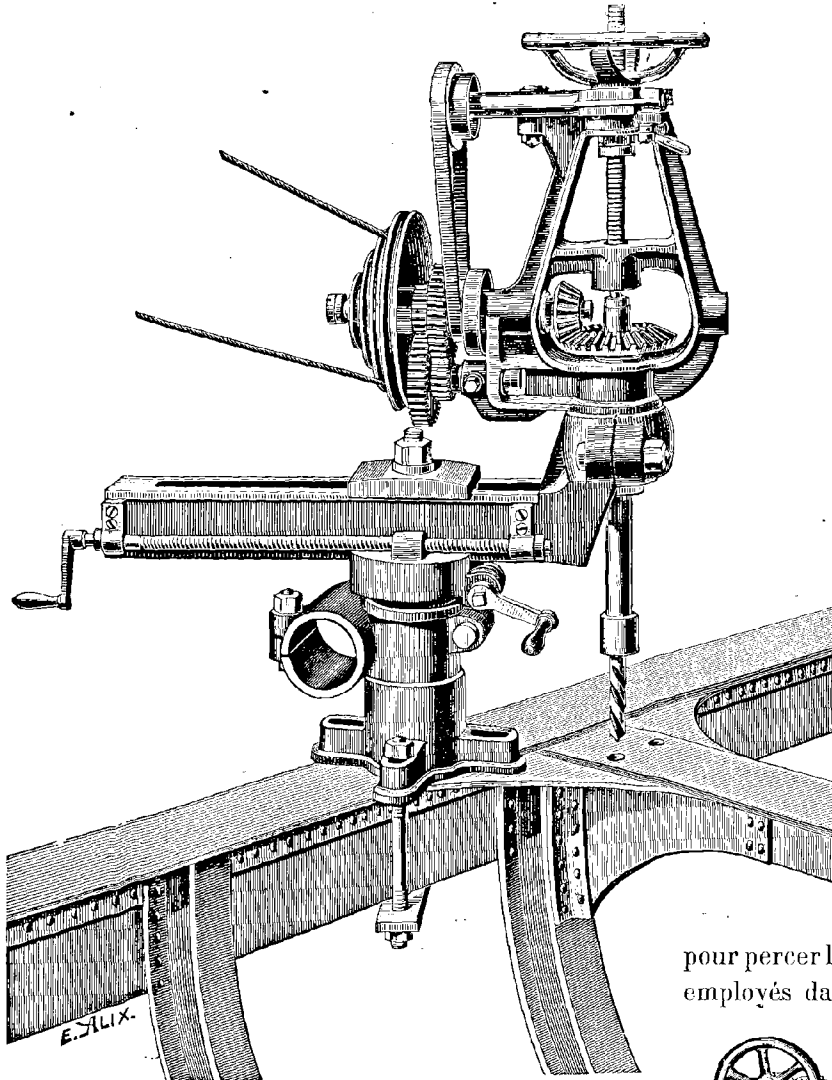


Fig. 679. — Machine universelle perceant verticalement des trous dans la charpente d'un bateau.

zontal; cet arbre commande, par engrenages coniques, un second arbre intermédiaire vertical qui actionne lui-même, par une série de trois engrenages, le foret directement fixé sur le moyeu de la dernière roue dentée.

Le déplacement longitudinal du foret est obtenu par un croisillon agissant par un pignon sur une crémaillère; quant à sa pression sur la surface à entamer elle est réalisée à la main par un volant supérieur commandant une vis de descente. Une paire de supports à galets reçoit les bandages à percer.

\*  
\*  
\*

La machine à percer horizontale de la figure 681 est spécialement construite, par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>, pour percer les cornières et les fers spéciaux employés dans les constructions navales.

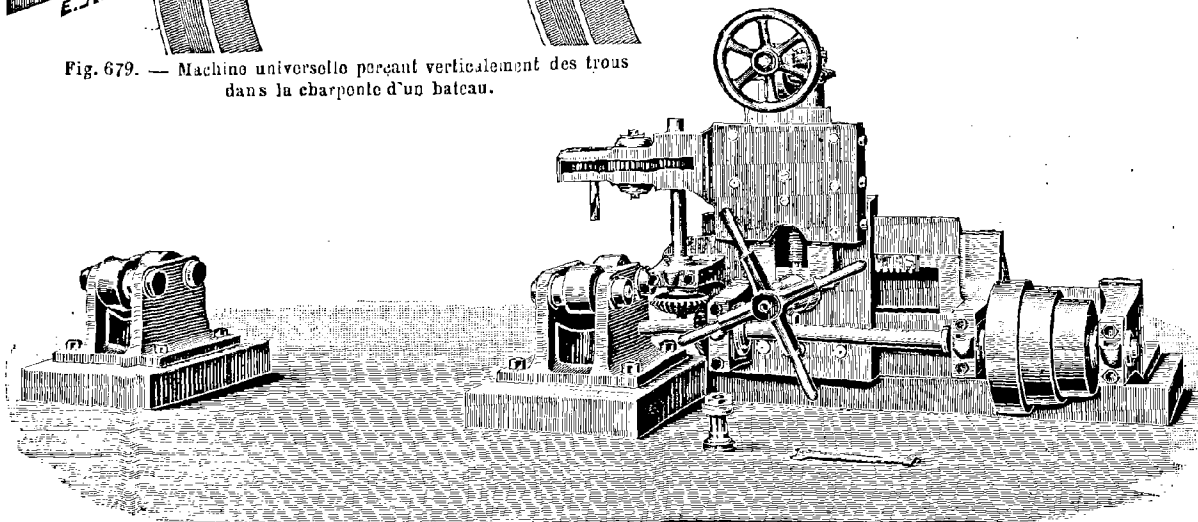
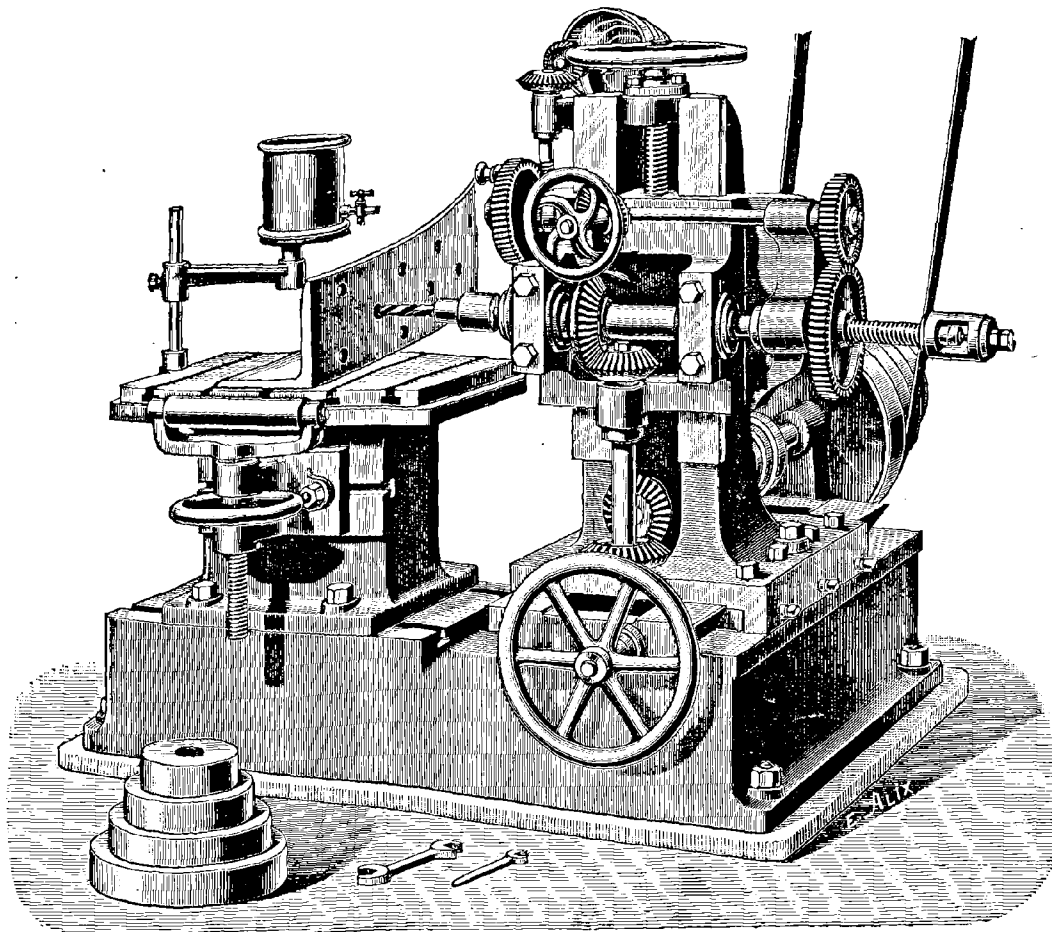


Fig. 680. — Machine à percer les bandages par l'intérieur des Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse.

Cette machine est constituée par un fort bâti recevant un chariot vertical à double coulisse sur lequel est monté l'arbre porte-foret qui peut ainsi se déplacer dans tous les sens sous l'action de deux volants. A l'arrière se trouve le cône de commande qui actionne l'arbre porte-foret par une double transmission à engrenages coniques lui laissant toute facilité de déplacement.



[Fig 681. — Machine à percer horizontale pour cornières et fers spéciaux de Dandoy-Mailliard et Lucq.

La pression du foret est obtenue automatiquement par une transmission à courroie et vis sans fin ou à la main par un petit volant. Enfin à gauche se trouve une table à rainures en T formant support et garnie d'un pot à eau de savon et de deux rouleaux montés sur fourches à hauteurs variables pour le roulement facile des fers à percer.

\*  
\* \*  
\*

La machine radiale horizontale représentée par la figure 682 est comme celles qui suivent de construction anglaise et importée en France par M. V. Lucas. Cette machine est constituée par un socle, portant le cône de commande à quatre étages, et recevant le bras radial vertical contre-balancé par une prolongation inférieure. Un chariot portant l'arbre porte-foret peut se déplacer tout le long du bras radial sous l'action d'une vis mue par une manivelle.

Le bras radial peut s'incliner de chaque côté sous tous les angles de la position verticale à la position horizontale; ces inclinaisons sont obtenues par une manivelle commandant une grosse

vis sans fin, laquelle actionne une grande roue à vis sans fin placée près du cône de commande et solidaire du bras radial; le bras radial étant parfaitement équilibré par son prolongement inférieur

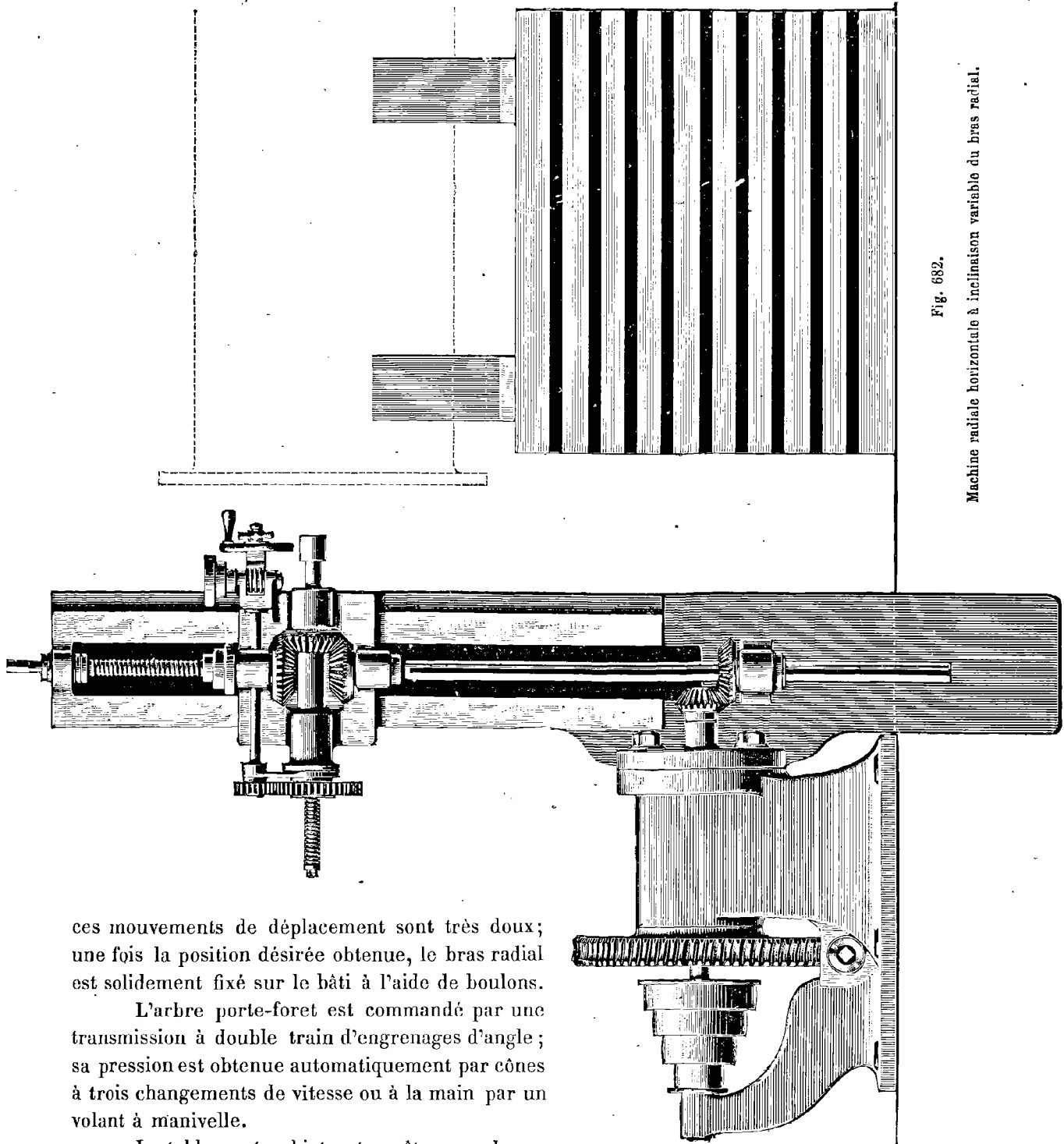


Fig. 682.

Machine radiale horizontale à inclinaison variable du bras radial.

ces mouvements de déplacement sont très doux; une fois la position désirée obtenue, le bras radial est solidement fixé sur le bâti à l'aide de boulons.

L'arbre porte-foret est commandé par une transmission à double train d'engrenages d'angle; sa pression est obtenue automatiquement par cônes à trois changements de vitesse ou à la main par un volant à manivelle.

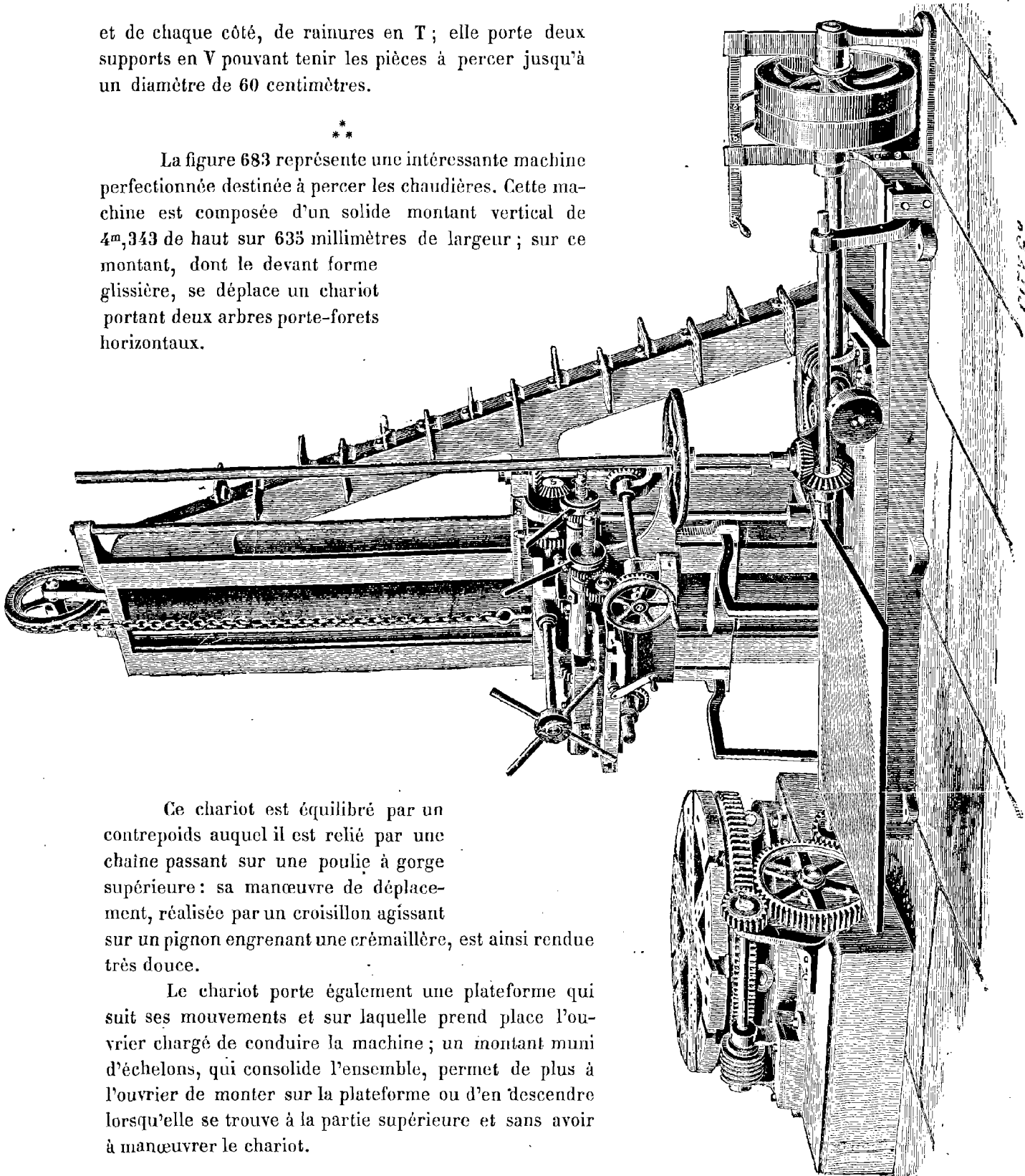
La table porte-objet est revêtue, au-dessus



et de chaque côté, de rainures en T ; elle porte deux supports en V pouvant tenir les pièces à percer jusqu'à un diamètre de 60 centimètres.

\*  
\*\*

La figure 683 représente une intéressante machine perfectionnée destinée à percer les chaudières. Cette machine est composée d'un solide montant vertical de 4<sup>m</sup>,343 de haut sur 635 millimètres de largeur ; sur ce montant, dont le devant forme glissière, se déplace un chariot portant deux arbres porte-forets horizontaux.



Ce chariot est équilibré par un contrepoids auquel il est relié par une chaîne passant sur une poulie à gorge supérieure : sa manœuvre de déplacement, réalisée par un croisillon agissant sur un pignon engrenant une crémaillère, est ainsi rendue très douce.

Le chariot porte également une plateforme qui suit ses mouvements et sur laquelle prend place l'ouvrier chargé de conduire la machine ; un montant muni d'échelons, qui consolide l'ensemble, permet de plus à l'ouvrier de monter sur la plateforme ou d'en descendre lorsqu'elle se trouve à la partie supérieure et sans avoir à manœuvrer le chariot.

Fig. 683. — Grande machine radiale horizontale à deux arbres porte-forets pour percer les chaudières de M. Lucas.

Le montant vertical est fixé sur une plaque de fondation sur laquelle il peut se déplacer longitudinalement. La machine est commandée par une double poulie, fixe et folle, qui actionne l'arbre vertical régnant sur toute la hauteur du montant par un premier arbre intermédiaire horizontal et un train d'engrenages d'angle. L'arbre vertical actionne à son tour les deux arbres porte-forets par une série d'engrenages coniques et droits.

Les arbres porte-forets peuvent travailler en même temps ou séparément, chaque porte-foret étant mû indépendamment de l'autre et pouvant être arrêté instantanément. L'avancement des outils peut être obtenu automatiquement ou à la main par un volant à manivelle.

La pièce à travailler est fixée sur un plateau circulaire à l'aide d'armatures radiales boulonnées dans les rainures en T dont il est muni. Ce plateau placé à côté du montant, sur un socle séparé, peut recevoir un mouvement de rotation destiné à orienter convenablement les pièces à travailler. Ce mouvement de rotation est commandé, de la plateforme même où se trouve l'ouvrier, à l'aide d'un volant ; ce volant se déplace, sur un arbre vertical régnant sur toute la hauteur du montant, en même temps que le chariot et la plateforme, [de manière à se

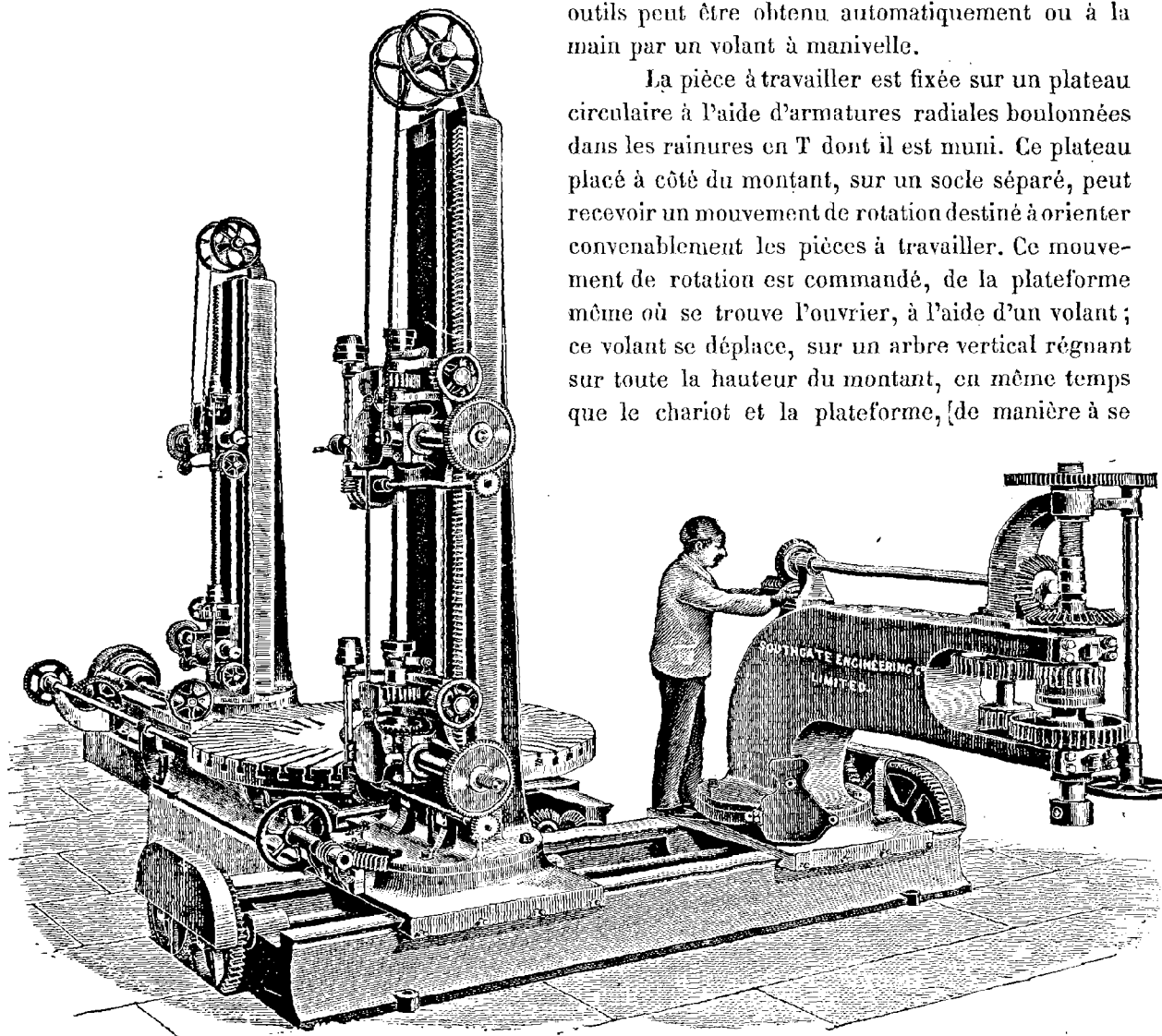


Fig. 684. — Machine double radiale horizontale à 4 forets pour percer les chaudières de M. Lucas.

trouver toujours à portée de la main de l'ouvrier qui conduit l'appareil. L'arbre vertical du volant commande par une paire d'engrenages coniques un second arbre horizontal qui actionne par une série d'engrenages droits une grande vis sans fin agissant sur le pourtour convenablement denté du plateau.

On comprend que dans ces conditions l'ouvrier, placé sur la plateforme, a toujours sous la main tous les organes nécessaires pour amener devant les forets la partie à perforer de la chaudière placée sur le plateau. Ce plateau a un diamètre de 1<sup>m</sup>,83 mais ses armatures peuvent s'écarter à 3<sup>m</sup>,65. La machine permet donc de travailler des pièces de 3<sup>m</sup>,65 de diamètre sur environ 3 mètres de hauteur. Cette machine se construit également avec deux montants verticaux et 4 arbres porte-forets.

\*  
\*\*

La machine à percer représentée par la figure 684 est également destinée à percer les chaudières jusqu'à un diamètre de 4<sup>m</sup>,575. Un plateau circulaire tournant muni de rainures en T reçoit les pièces à travailler; de chaque côté se trouve un grand montant vertical portant deux chariots mobiles sur toute sa hauteur; ces chariots sont munis chacun d'un arbre porte-foret horizontal.

Sur chacun des montants verticaux les deux chariots se déplacent indépendamment l'un de l'autre sous l'action d'un pignon

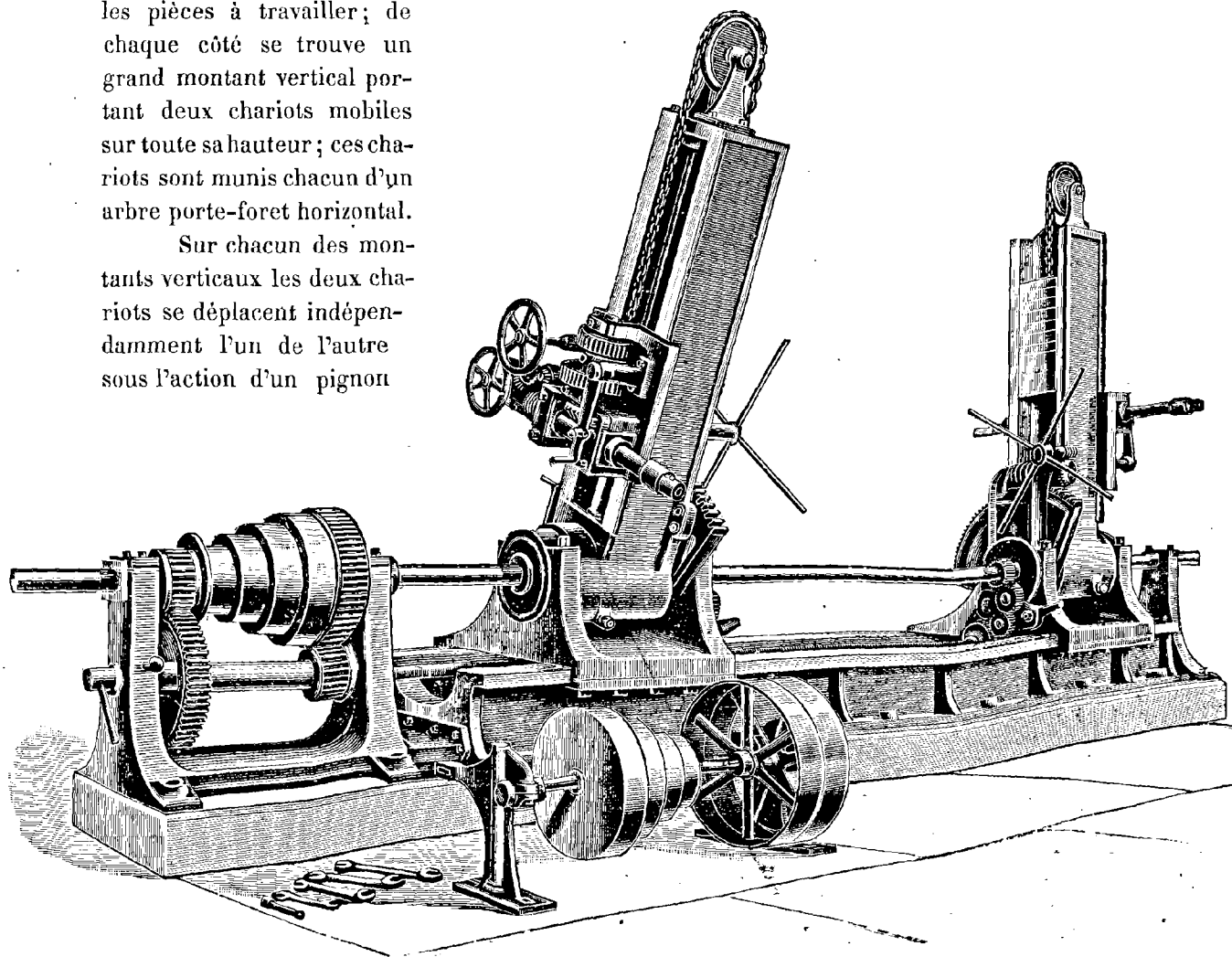


Fig. 685. — Machine à percer articulée à deux arbres porte-forets pour percer les chaudières de M. Lucas.

engrenant une longue crémaillère verticale; ils sont équilibrés par des cordes d'acier passant sur des poulies supérieures et reliées à des contrepoids de masse voulue. Les quatre arbres porte-forets peuvent fonctionner tous ensemble ou séparément.

Les montants verticaux peuvent sous l'action de vis se déplacer sur leur socle; ils peuvent

de plus recevoir un mouvement de rotation sous l'action de volants agissant par une vis sans fin sur un secteur convenablement denté.

A l'extrémité de l'une des glissières-socles se trouve un bras radial portant une perceuse verticale actionnée par la même transmission et destinée à percer les plaques à tubes des chaudières.

\*  
\*\*

La figure 685 représente encore une machine à percer spécialement construite pour percer les tôles des chaudières; cette machine articulée de grandes dimensions permet de percer des chaudières de 5<sup>m</sup>,400 de diamètre et 5<sup>m</sup>,700 de longueur.

Elle se compose d'un banc formant socle de 6<sup>m</sup>,100 de longueur supportant deux grands bras articulés à inclinaison variable portant chacun un chariot porte-foret équilibré par une chaîne à contrepoids. L'inclinaison de ces montants, dont la base forme tourillon, est obtenue par un croisillon agissant par une double transmission à vis sans fin sur un secteur denté; leur déplacement sur le banc est obtenu par une vis longitudinale.

Les arbres porte-forets sont commandés par un arbre horizontal de 10 centimètres de diamètre actionnant par des engrenages coniques les arbres verticaux des deux montants. L'arbre horizontal reçoit lui-même son mouvement par l'entremise d'un cône de commande à 4 étages muni d'un harnais de changement de vitesse.

On voit sur le devant de notre gravure la transmission intermédiaire portant le second cône, les poulies fixe et folle et le débrayage pour la mise en marche et l'arrêt de l'appareil.

Les arbres porte-forets à avancement automatique ou à main sont munis d'un dispositif de débrayage par roue conique permettant de modifier et de renverser la marche du porte-foret pour le taraudage.

\*  
\*\*

La machine de la figure 686 est destinée à percer les bords tombés des chaudières. Cette machine se compose d'un banc de fonte portant en son milieu un plateau circulaire recevant les chaudières à travailler, et de chaque côté un montant vertical formant glissière; sur ces glissières peut se déplacer un chariot équilibré recevant la perceuse spécialement disposée pour le genre de travail qu'elle doit remplir.

Le plateau circulaire central peut recevoir un mouvement de rotation complet sous l'action d'une vis sans fin agissant sur son pourtour convenablement denté; cette vis sans fin est elle-même commandée par une série d'engrenages et une roue à main placée horizontalement sur une colonne disposée sur la droite de l'appareil.

Ce dispositif est tel qu'une fois la chaudière bien centrée il suffit de donner, après le perçage d'une paire de trous par les deux forets, un tour ou une fraction de tour déterminée à la roue à main pour déplacer la chaudière de l'espace voulu entre chaque trou et pouvoir aussitôt sans tâtonnement remettre en marche les forets pour perforer de nouveaux trous. On voit par là la grande économie de temps que cet ingénieux dispositif permet ainsi de réaliser.

Les arbres porte-forets commandés par une série d'engrenages sont disposées verticalement à l'extrémité d'un petit bâti se déplaçant dans tous les sens sur les chariots des montants. C'est le déplacement vertical automatique de ce petit bâti qui provoque la pression et l'avancement des forets. Pour permettre aux bords des chaudières de résister à la pression de l'outil nécessitée pour le perçage, une butée réglable supportée par un petit bras vient se placer au-dessous de l'endroit où tra-

vaille le foret. Les deux forets sont absolument indépendants et peuvent marcher ensemble ou séparément.

\*  
\*  
\*

Enfin pour terminer ce chapitre sur les machines à percer nous allons rapidement décrire la machine à percer et tarauder de M. Lucas représentée par la figure 687. Cette machine est destinée à percer puis à tarauder rapidement des trous dans une pièce nécessitant une série de trous taraudés placés à des distances égales les uns des autres.

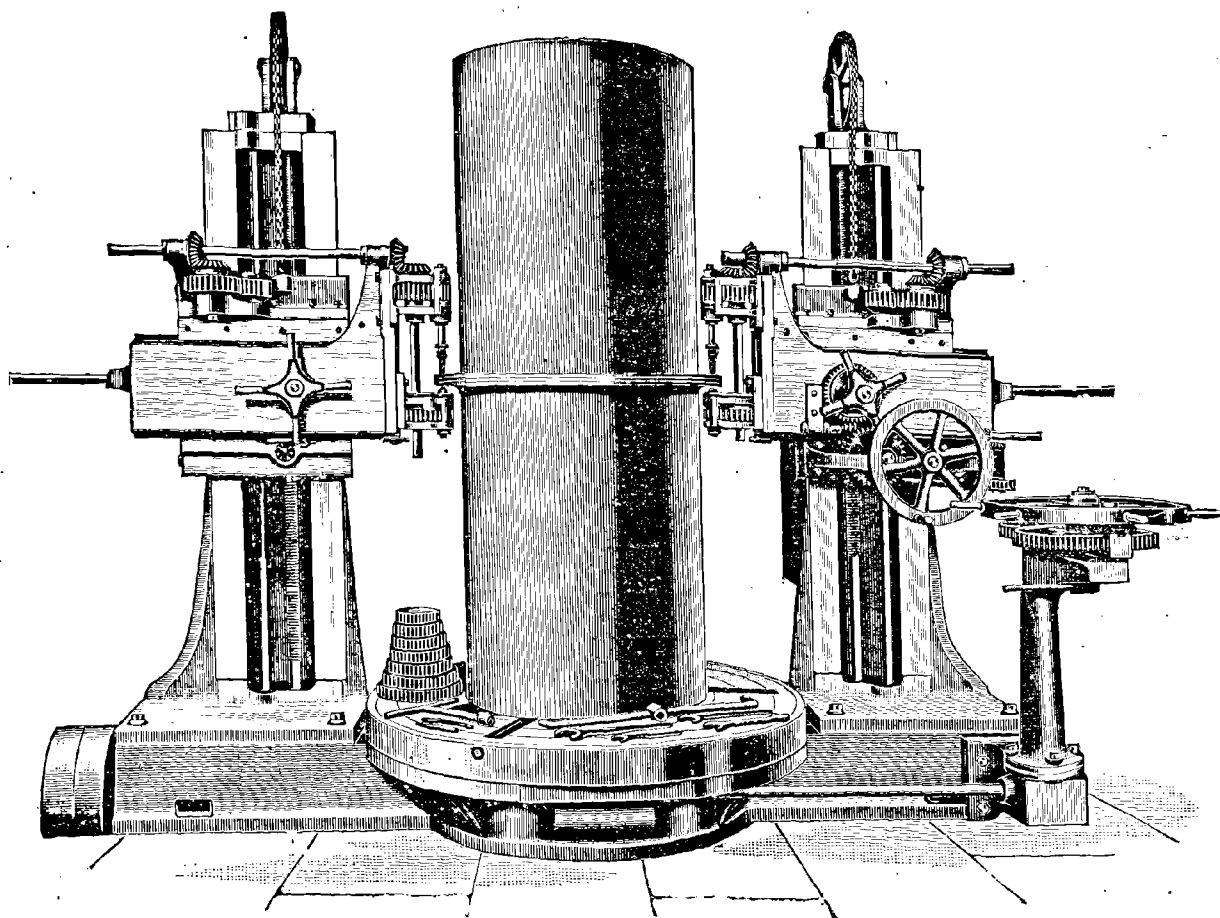


Fig. 686. — Machine double spéciale pour percer les bords tombés des chaudières de M. Lucas.

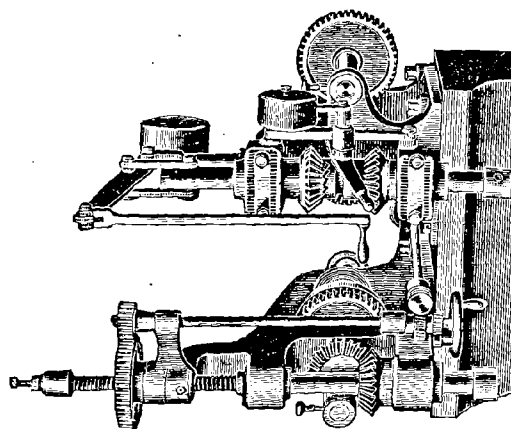
La machine est formée d'un banc de fonte dressé sur lequel peuvent se mouvoir deux chariots mus par croisillons, pignons et crémaillère; ces chariots reçoivent les pièces à travailler qui y sont fixées dans des étaux plats à mâchoires parallèles ou par des armatures quelconques boulonnées dans les rainures en T des plateaux.

Au centre du banc est disposée une table recevant deux petits bâtis indépendants, pouvant être plus ou moins rapprochés et qui reçoivent l'un l'arbre porte-foret, l'autre l'arbre porte-taraud. Chacun de ces deux arbres est actionné par un cône spécial muni d'un harnais d'engrenages et commandé par une transmission intermédiaire spéciale; on voit ces deux transmissions intermédiaires sur le devant de la gravure; l'une celle de la perceuse est à simple roue fixe et folle, l'autre

celle de la taraudeuse, est au contraire à doubles poulies fixes et folles de grandeurs différentes permettant le changement de vitesse et de marche.

L'arbre porte-foret reçoit son avancement automatiquement par courroie et vis sans fin ou à la main par volant à manivelle. L'arbre porte-taraud est muni de deux engrenages d'angle disposés en sens inverse et pouvant être tour à tour embrayés à l'aide d'un petit embrayage mû par un levier et permettant ainsi le changement de marche pour retirer le taraud du trou fileté; son avancement s'effectue à la main à l'aide d'un levier à contrepoids.

Pour utiliser cette machine on fixe l'objet à percer sur les tables des chariots du



banc et on règle l'écartement des deux arbres porte-foret et porte-taraud à la distance qui doit exister entre les différents trous; on perce alors un premier trou puis ceci fait on déplace les chariots pour amener le trou ainsi percé sous le taraud; on peut ainsi tarauder ce premier trou pendant que le foret perce un second trou et ainsi de suite; d'où il résulte une grande rapidité de travail.

\*  
\*  
\*

Il existe évidemment encore bien d'autres modèles de machines à percer et il s'en crée d'ailleurs chaque jour de nouvelles. Nous avons toutefois décrit les types les plus couramment employés dans les ateliers de constructions mécaniques; aussi croyons-nous avoir donné à ce chapitre tout le développement qu'il comporte dans un ouvrage de vulgarisation.

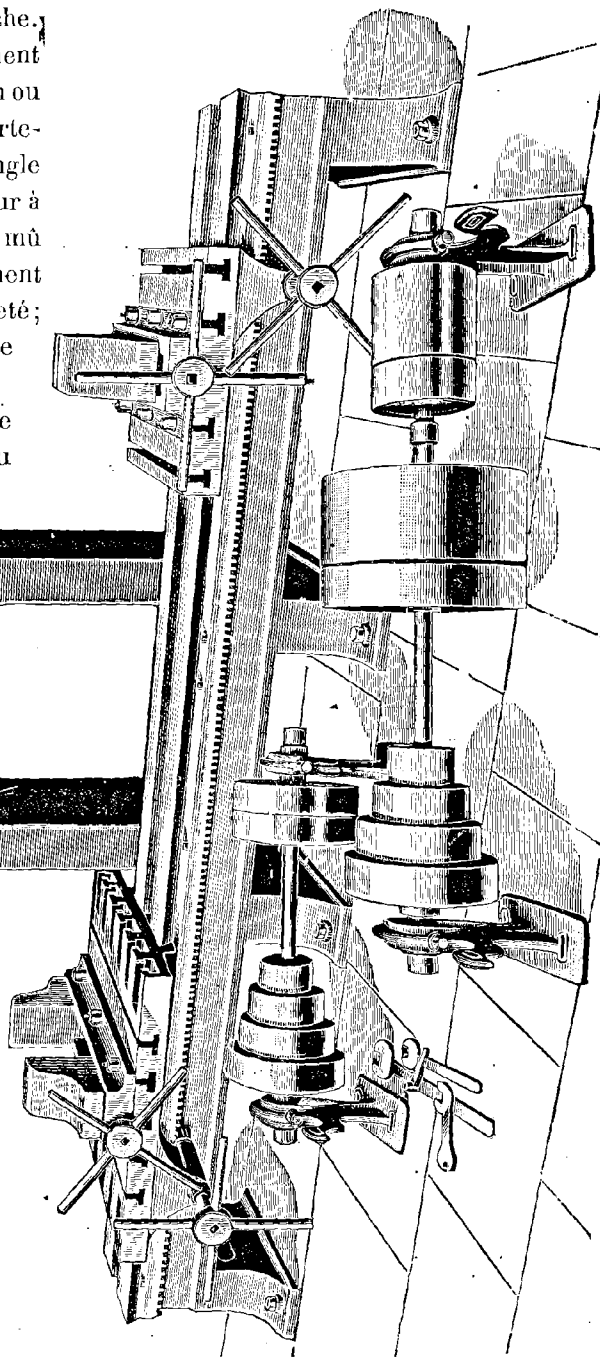


Fig. 687. — Machine double à percer et à tarauder de M. Lucas.

## CHAPITRE TROISIÈME

**LES MACHINES A FRAISER.** — Les machines à fraiser sont maintenant si répandues dans les ateliers de constructions mécaniques qu'elles méritent d'occuper la troisième place dans les machines-outils et de venir aussitôt après les tours et les machines à percer.

Les fraiseuses constituent pourtant un genre de machine-outil relativement récent et ce n'est guère qu'à l'exposition universelle de 1867 que ces précieux appareils ont fait leur apparition en France ; mais depuis ils ont pris un rapide développement.

Les fraiseuses sont d'ailleurs en réalité utilisées depuis les premières années du siècle par les américains qui en firent surtout usage au début dans leurs fabriques d'armes. Mais ce n'est que par la suite, et surtout dès qu'on put fabriquer facilement et économiquement les fraises, que les fraiseuses virent leurs emplois se multiplier de plus en plus et atteindre rapidement l'extension réellement considérable qu'elles ont aujourd'hui.

Cette extension des machines à fraiser dans les ateliers métallurgiques révolutionna certainement la construction mécanique et contribua à la transformation de la forme et du mode de fabrication de nombreuses machines. Anciennement en effet on cherchait toujours à réaliser des pièces de forme cylindrique pouvant se travailler sur le tour, le travail du tour présentant le maximum de rapidité et d'économie ; on évitait en revanche autant que possible les parties méplates ou creuses qu'on devait péniblement dresser au burin et à la lime. Aujourd'hui au contraire on étudie les pièces pour leur donner la forme la plus avantageuse et on ne recule pas devant une partie méplate ou creuse qui sont réalisées rapidement et économiquement grâce à la machine à fraiser.

Les machines à fraiser sont essentiellement constituées par un arbre tournant portant un outil spécial ou fraise, sorte de scie très épaisse de forme très variable, dont les dents entament le morceau de métal qui lui est présenté.

L'arbre porte-fraise peut être disposé horizontalement, verticalement ou sous une inclinaison quelconque ; certaines machines possèdent d'ailleurs deux arbres l'un horizontal et l'autre vertical ou encore un seul arbre pouvant prendre l'une ou l'autre de ces deux positions ; d'autres machines possèdent un arbre unique qui peut, non seulement prendre ces deux positions extrêmes, mais encore toutes les positions intermédiaires et recevoir par conséquent une inclinaison quelconque.

C'est sur ces dispositions que nous nous baserons pour faire la classification des fraiseuses que nous allons décrire dans ce chapitre. Nous examinerons donc successivement, après avoir dit quelques mots des outils qu'emploient ces machines c'est-à-dire des fraises : les machines à fraiser horizontales, les machines à fraiser verticales, les machines à fraiser mixtes horizontales et verticales, les machines à fraiser à inclinaisons variables et enfin les machines à fraiser spéciales construites pour un usage particulier.

**Les Fraises.** — On appelle généralement fraise un outil terminé par une partie conique présentant une série de dents coupantes et destiné à évaser des trous perforés à l'aide de la machine à percer, pour faire disparaître les bavures qui peuvent exister ou pour réaliser une excavation conique destinée à recevoir les têtes de vis et les empêcher de faire saillie au dehors. Ce genre de fraise (fig. 688, 1), qui affecte la forme d'un foret, est placé pour l'usage soit dans un vilebrequin, soit plutôt sur l'arbre porte-foret des machines à percer.

Mais ce n'est pas ce genre de fraise qui nous occupe ici. Les fraises, utilisées dans les machines à fraiser, sont essentiellement constituées par un solide de révolution dont la génératrice peut présenter une forme quelconque et sur lequel sont taillées symétriquement des dents à arêtes vives et coupantes. Ces outils, calés sur l'arbre des fraiseuses, reçoivent un rapide mouvement de rotation naturellement dans le sens de la partie coupante des dents ; on en approche alors les objets à travailler, solidement maintenus dans un étau supporté par un chariot mobile, et les dents entament le métal et le débite avec une rapidité qui surprend toujours ceux qui voient ce travail intéressant pour la première fois.

Au début les fraises étaient taillées au burin et à la lime ce qui en limitait considérablement la forme et ne pouvait d'ailleurs donner que des outils tout à fait imparfaits, de fabrication difficile et coûteuse ; de ce seul fait l'usage des machines à fraiser était forcément limité et on évitait autant que possible d'y avoir recours. De plus l'affûtage des fraises était également particulièrement difficile, car il était nécessaire pour le réaliser de donner un recuit suffisant pour pouvoir attaquer les dents au tiers-point très dur, ce qui en revanche enlevait de la dureté aux fraises et rendait plus

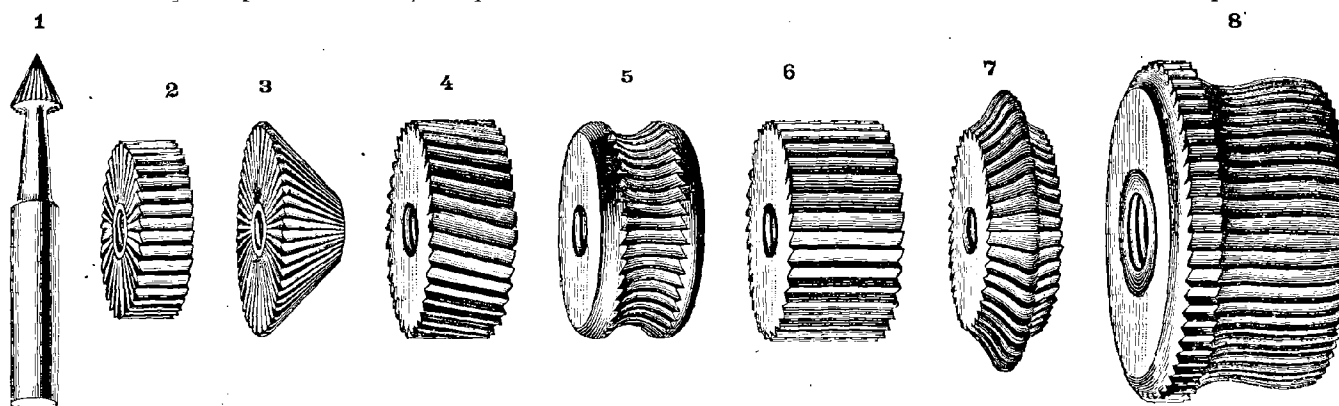


Fig. 688. — Spécimens de fraises usuelles de formes variées.

rapide leur usure et plus fréquent leur besoin d'affûtage ; si au contraire on donnait par la trempe toute la dureté possible aux fraises, il était indispensable, pour réparer l'usure, de les retailler à nouveau après les avoir détremées.

Maintenant au contraire on fabrique les fraises très rapidement et très économiquement avec des machines spéciales à diviser et tailler et on les affûte avec la plus grande facilité, quelles que soient leur dureté et leur trempe, à l'aide de machines spéciales à affûter munies de petites meules d'émeri. Ce sont ces deux genres d'appareils, machines à tailler et à affûter les fraises, qui ont certainement permis la grande extension des machines à fraiser en facilitant considérablement la fabrication et l'entretien des outils utilisés par ces machines. Nous ne nous arrêterons pas ici sur ces machines à tailler et affûter que nous étudierons en détail plus loin dans un chapitre spécial.

Nous l'avons déjà dit la forme et la disposition des fraises peuvent être extrêmement variées. Notre figure 688 représente quelques modèles de ces outils fabriqués par la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup> ; la première, dite fraise à champignon, est destinée, comme nous l'avons indiqué plus haut, à entamer l'entrée des trous déjà percés pour y pratiquer un évasement ordinairement destiné à recevoir les têtes de vis ; cette fraise se place, comme un foret, à l'extrémité de l'arbre des machines à percer ; les dents coupantes, dont est garnie la partie conique, entament le métal par suite de la pression exercée par l'arbre porte-foret comme pour la perforation des trous.



Les fraises suivantes sont destinées, comme il est facile de le constater, à être calées sur l'arbre porte-fraise des machines à fraiser; elles peuvent être fixées sur cet arbre soit par un pas de vis, comme celles de la figure 688, soit au contraire par une goupille se logeant dans une rainure spéciale comme celles des figures suivantes.

La fraise 2 de la figure 688 est rectiligne à trois tailles de 25 millimètres de diamètre sur 8 millimètres d'épaisseur; son pourtour et ses deux bases sont munis de dents coupantes. La fraise

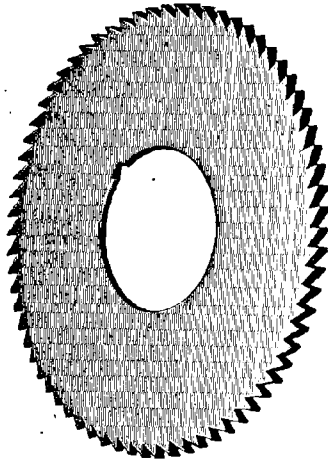


Fig. 689. — Fraise-scie.

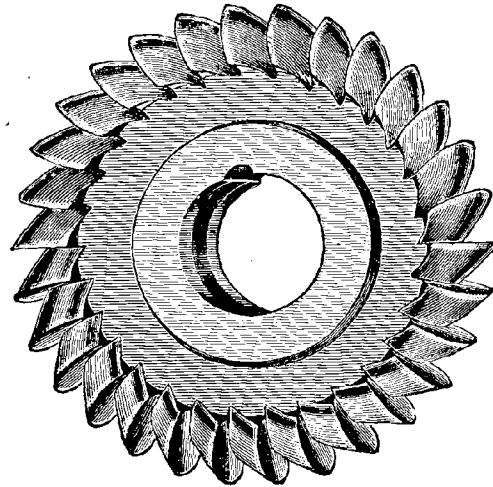


Fig. 690. — Fraise convexe.

d'angle 3 à deux tailles, de 6 centimètres de diamètre sur 21 millimètres d'épaisseur au centre, ne porte des dents que sur sa partie conique et sur sa grande base. La fraise 4 est rectiligne et ne possède des dents taillées en hélice que sur sa partie cylindrique; elle a ordinairement 61 millimètres de diamètre sur 22 millimètres d'épaisseur. La fraise 3, de forme curviligne, est destinée à arrondir

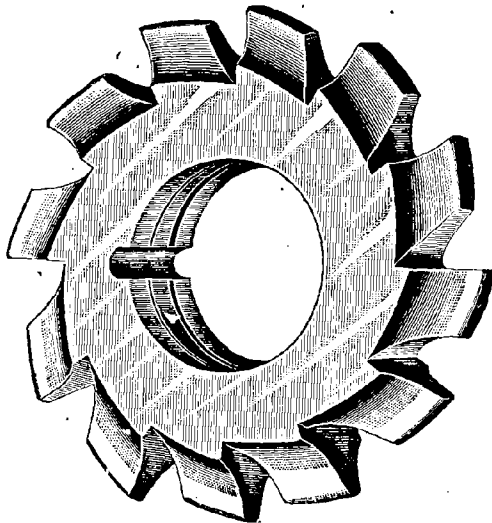


Fig. 691. — Fraise à denture d'engrenage.

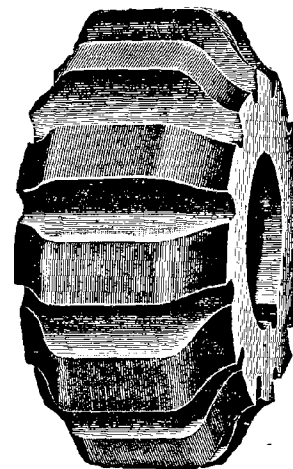


Fig. 692. — Fraise de forme.

les parties angulaires; elle a 6 centimètres de diamètre sur 28 millimètres d'épaisseur. La fraise rectiligne 6 est à deux tailles, c'est-à-dire qu'elle est munie de dents sur sa partie cylindrique et sur une seule de ses bases tandis que l'autre base en est dépourvue. La fraise 7 est une fraise de forme à pignon de 39 millimètres de diamètre sur 10 millimètres d'épaisseur. Enfin la fraise de forme 8

montre que l'on peut varier à l'infini, et suivant le genre de travail à effectuer, la forme de la partie coupante des fraises ; cette fraise a un diamètre de 63 millimètres sur 44 millimètres d'épaisseur. Il est bien entendu que les dimensions des fraises que nous venons de donner ne sont que des tailles usuelles et que ces dimensions peuvent varier dans de grandes limites.

Les fraises des figures suivantes, fabriquées par M. L. Besse, sont disposées, comme nous l'avons dit plus haut, pour être calées sur l'arbre des fraiseuses à l'aide d'une goupille spéciale. La figure 689 représente une fraise-scie, simplement constituée en somme par une petite scie circulaire de faible diamètre et d'assez grande épaisseur, destinée à scier des petites pièces ou à creuser, dans des pièces quelconques, des petites rainures de faible largeur ; il est à remarquer que l'épaisseur du métal va en augmentant légèrement du centre à la partie dentée, afin d'empêcher le frottement des deux faces sur les parois de la rainure creusée. La figure 690 représente une fraise convexe destinée à creuser dans le métal des rainures de forme concave. La figure 691 est

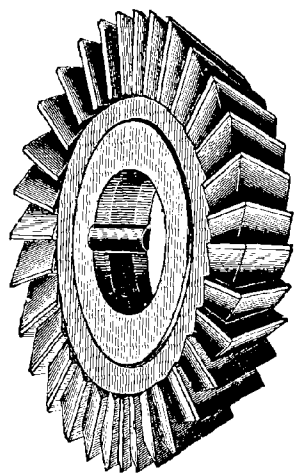


Fig. 693. — Fraise d'angle.

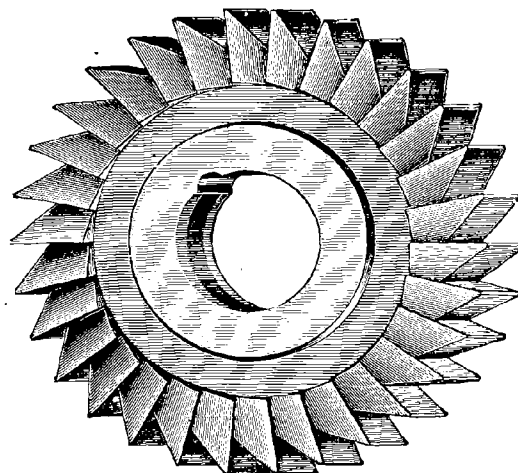


Fig. 694. — Fraise plate à trois tailles.

une fraise de forme spéciale destinée à tailler des roues dentées. La fraise de forme de la figure 692 est destinée à creuser des rigoles de forme spéciale. La figure 693 représente une fraise d'angle à deux tailles et la figure 694 une fraise rectiligne à trois tailles. La fraise cylindrique de la figure 695 est à deux tailles et la fraise ordinaire à rainures de la figure 696 ne présente qu'une seule taille sur sa partie cylindrique. Enfin la figure 697 représente une fraise à rainure à dépouille dont la forme particulière des dents permet une facile élimination des copeaux métalliques.

La taille des fraises présente naturellement une très grande importance et joue un grand rôle, d'une part dans le débit des fraiseuses et d'autre part dans la durée des outils. La grandeur des dents et leur forme présentent un grand intérêt et les avis sont sur ce point encore très partagés ; en effet certains constructeurs préfèrent de nombreuses petites dents, d'autres au contraire aiment mieux augmenter la dimension des dents et en diminuer par suite le nombre.

La denture fine présente plusieurs inconvénients sérieux ; elle exige d'abord une pression plus grande de l'objet à travailler sur la fraise, par suite du plus grand nombre de dents en contact avec le métal ; cette pression fatigue naturellement l'appareil et donne à l'arbre porte-fraise une flexion exagérée. De plus il est difficile, par suite de leur petite dimension, de donner une bonne coupe aux dents permettant le facile dégagement des copeaux métalliques. Enfin l'affûtage des dentures fines est beaucoup plus difficile et plus long.

Les fraises à grosses dentures ne possèdent pas ces inconvénients ; elles exigent une pression moins forte du métal à entamer sur la fraise, permettent un dégagement facile des copeaux et enfin sont d'un affûtage plus commode. Mais, en revanche, elles provoquent une série de chocs et de vibrations produits chaque fois qu'une des dents abandonne le métal et est remplacée par la dent suivante ; ces trépidations sont naturellement très nuisibles au fini du travail et à la bonne conservation de tout l'appareil.

On a toutefois recherché à remédier à cet inconvénient en utilisant des fraises à denture hélicoïdale. Avec ces dernières chaque dent ne quitte pas brusquement la matière à travailler, comme dans les fraises à denture droite ce qui occasionne les chocs successifs et néfastes que nous venons de signaler ; au contraire c'est progressivement que l'une des dents quitte le métal et voit son action remplacée par la dent suivante. Pour la plupart des travaux, et surtout lorsque l'attaque se fait sur une grande largeur avec un outil de grande épaisseur, la meilleure fraise à utiliser est donc la fraise à grosse denture hélicoïdale.

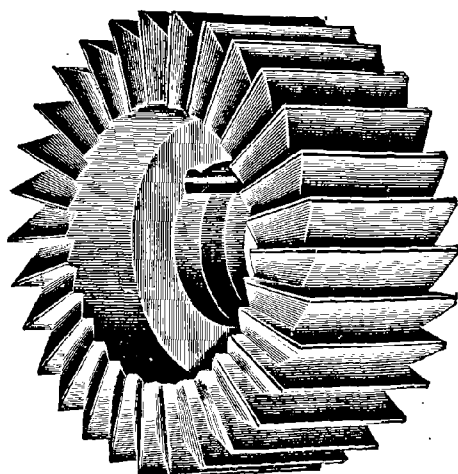


Fig. 695. — Fraise cylindrique à deux tailles.

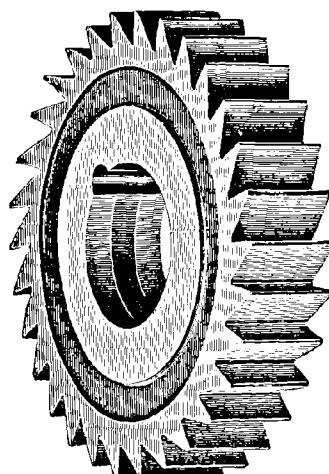


Fig. 696. — Fraise à rainure ordinaire.

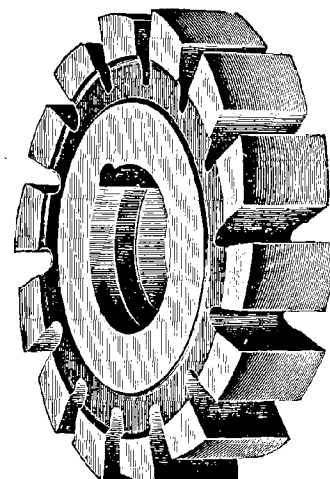


Fig. 697. — Fraise à rainure à dépuille.

Quant à la forme de la denture elle doit être déterminée pour fournir le maximum de travail avec le minimum d'usure ; on doit, pour trouver cette forme, considérer chaque dent comme constituant un outil indépendant dont la coupe doit être celle qui est reconnue la meilleure pour un outil simple. Cette coupe doit naturellement varier, comme pour les outils simples, suivant la nature du métal à entamer. Il en est de même d'ailleurs de la vitesse de rotation dont doit être animée la fraise.

Disons, pour terminer que les fraises doivent être fabriquées avec de l'acier de première qualité et être trempées le plus dur possible. Pour les faire recuire on introduit un morceau de fer chaud dans le trou central jusqu'au moment où la denture prend la teinte voulue ordinairement jaune paille ; de cette manière le centre, qui n'a pas besoin d'être aussi dur et qui doit être le moins cassant possible, se trouve plus recuit que la denture.

On fabrique également des fraises à lames mobiles dont les parties tranchantes sont constituées par des lames d'acier séparées, qui peuvent s'affûter séparément avec la plus grande facilité, et qui sont maintenues solidement sur la monture par des vis spéciales. Nos figures 698 à 701 représentent ainsi plusieurs de ces appareils construits par M. Huré ; comme on le voit ces fraises peuvent être disposées pour être calées sur un arbre porte-fraise, ou revêtues d'un manche pour être fixées à l'extrémité de l'arbre porte-foret d'une machine à percer quelconque.

Les deux premières fraises, à deux et trois lames mobiles, de la figure 698 sont munies d'un emmanchement cylindrique, tandis que la troisième, à cinq lames mobiles, est à trou fileté pour être calée sur un arbre porte-fraise.

Le porte-outil à deux lames mobiles de la figure 699 est destiné à découper les rondelles, percer les plaques tubulaires, etc.; ce porte-outil reçoit deux lames en acier plat du commerce, qu'il suffit d'affûter en bout et de placer sur le rayon voulu. Le tourillon, ou axe central en acier fondu, est mobile et se remplace au besoin par un axe ayant le diamètre de l'avant-trou.

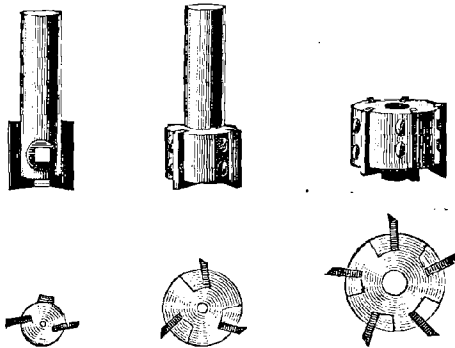


Fig. 698. — Fraises à 2, 3 et 5 lames mobiles.

La fraise à lames mobiles triangulaires de la figure 701 est destinée aux grandes machines à fraiser; les lames en acier triangulaire sont fixées chacune par deux vis dans des mortaises suivant l'angle de coupe théorique; il suffit de les affûter en bout. La fraise de notre gravure possède six lames mais il s'en construit également à huit, douze et seize lames. La figure 700 représente une fraise à quatre lames triangulaires mobiles inclinées.

Ces outils remplacent avantageusement les fraises dans un grand nombre de cas, et principalement pour dresser des surfaces, des évidements, des rainures, et pour faire des alésages. Les lames sont en acier plat ou triangulaire de qualité extra-supérieure; elles sont placées suivant l'angle de coupe théorique et fixées avec une rigidité absolue; elles peuvent être réglées à un diamètre quelconque, affûtées à la main ou à la machine et remplacées facilement à très peu de frais.

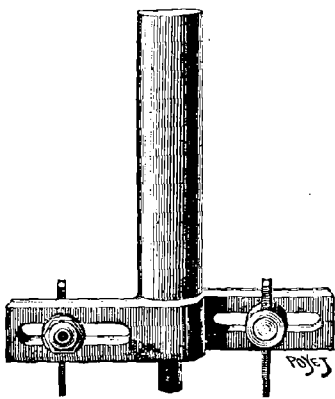


Fig. 699. — Fraise à deux lames mobiles.

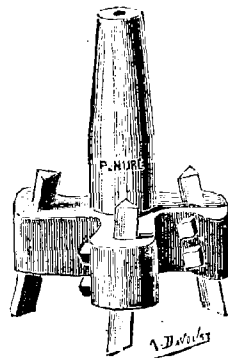


Fig. 700. — Fraise à quatre lames mobiles.

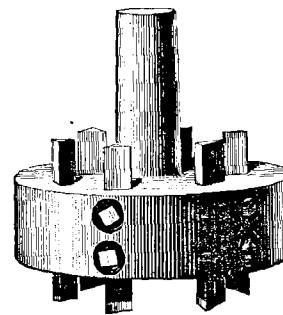


Fig. 701.  
Fraise à six lames mobiles.

**Machines à fraiser horizontales.** — Dans ces machines l'arbre porte-fraise est disposé horizontalement, position qui donne, dans la plupart des cas, le maximum de commodité pour fixer les objets à travailler sur le plateau de la fraiseuse et pour les présenter à l'action de la fraise. Lorsqu'on doit par exemple fraiser des rainures sur la partie supérieure d'un bâti plat (fig. 724) il est évident qu'il est très commode de maintenir solidement la pièce sur le plateau des fraiseuses horizontales, tandis qu'il serait au contraire très difficile de la fixer verticalement sur le plateau des machines à fraiser verticales. Nos figures 718 à 728 montrent d'ailleurs clairement, que pour la plupart des travaux de fraisage, la position horizontale de l'arbre porte-fraise présente le maximum

d'avantages et de commodité. Aussi les machines à fraiser horizontales sont les plus répandues dans les ateliers de constructions mécaniques.

\*  
\* \*

Par suite de sa position horizontale, l'arbre porte-fraise peut être simplement, dans ces machines, commandé par courroie au moyen d'un cône à plusieurs étages comme dans la figure 702. Cette figure représente une fraiseuse construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>; elle est simplement constituée par un bâti de fonte supportant à la partie supérieure l'arbre porte-fraise et son cône de commande à 4 étages.

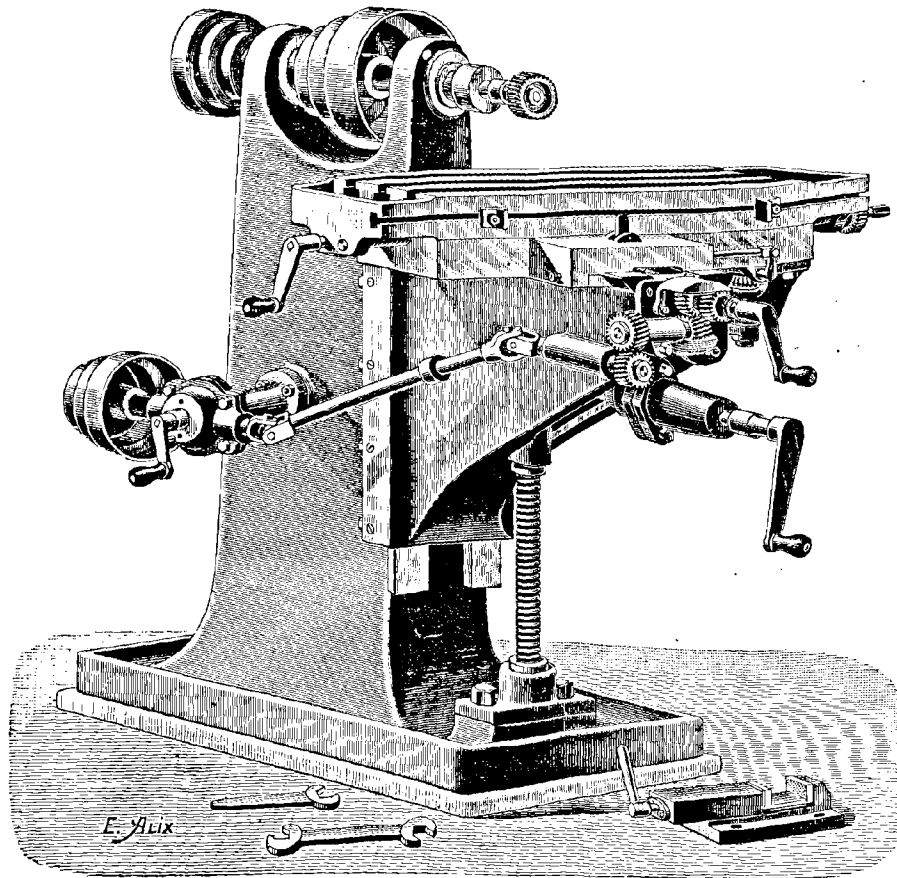


Fig. 702. — Machine à fraiser horizontale de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Le devant du bâti est dressé pour former glissière verticale sur laquelle peut se déplacer, au moyen d'une vis verticale mue par une manivelle et un train d'engrenages d'angle, une table supportant un plateau pouvant se mouvoir transversalement et longitudinalement. Ces déplacements peuvent être obtenus à la main par des manivelles agissant sur des vis, ou encore automatiquement; le déplacement automatique est réalisé par un petit cône à trois étages, placé sur l'arbre porte-fraise derrière le grand cône de commande, et pouvant actionner par courroie un second cône calé sur un petit arbre intermédiaire; cet arbre commande, par une genouillère extensible, qui ne gêne pas par suite les mouvements verticaux de la table, et une série d'engrenages hélicoïdaux, l'une des vis de déplacement du plateau; la seconde vis est elle-même commandée par une transmission analogue.

Ces mouvements sont d'ailleurs munis d'un changement de marche et d'un débrayage instantané.

Pour fraiser avec cet appareil on place l'objet à travailler sur le plateau où il se trouve maintenu dans un étau plat représenté sur notre gravure au pied de la machine, ou, s'il est de grande dimension, fixé avec des boulons et des étriers prenant prise dans les rainures en T dont est muni le dessus du plateau. On règle la hauteur pour amener la partie à entamer un peu au-dessus du niveau de la fraise et, après avoir mis celle-ci en mouvement, on provoque l'avancement de l'objet transversalement ou longitudinalement, à la main ou par la transmission automatique, suivant les cas.

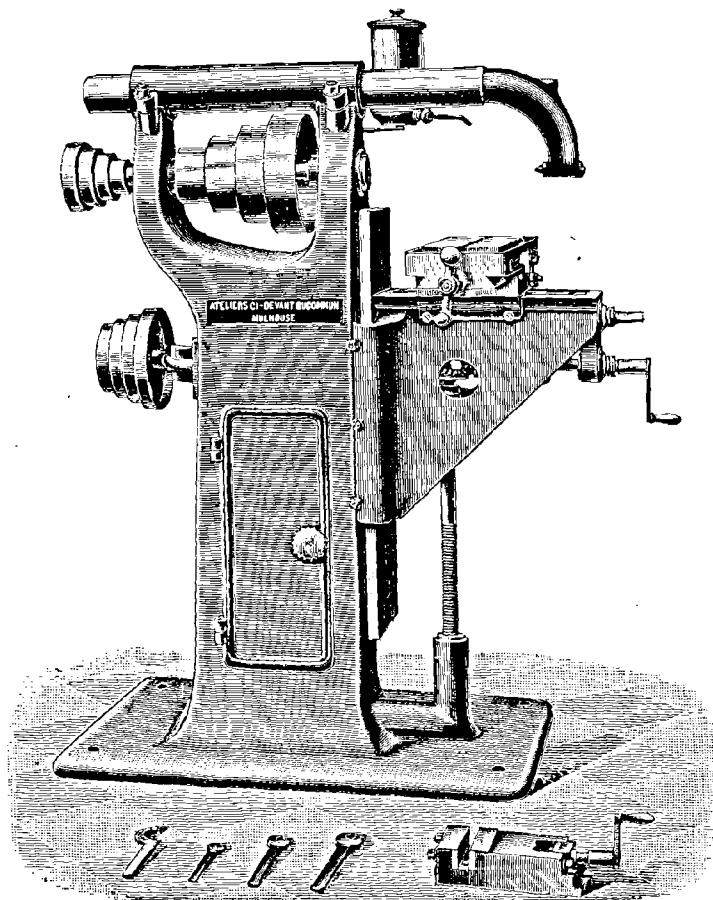


Fig. 703  
Fraiseuse horizontale des Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse.

et rectifiées; il est commandé par un cône à quatre étages et courroie de 50 millimètres.

Le mouvement du chariot, perpendiculairement à l'axe de l'arbre porte-fraise, a lieu à la main ou mécaniquement, avec déclenchement automatique en un point quelconque de la course.

Des disques gradués avec retour à zéro, permettent un déplacement de la table de 2/100 transversalement et verticalement.

Un pot à huile au sommet de la machine, permet le facile arrosage des fraises en travail.

\*  
\* \*

La machine à fraiser horizontale du « Progrès Industriel », représentée par la figure 704, est munie d'un plateau circulaire pouvant recevoir un mouvement de rotation, en plus des mouvements

Le plateau porte-objet de la machine à fraiser que nous venons de décrire possède une course longitudinale de 80 centimètres, et une course transversale de 27 centimètres; la course verticale de la table est enfin de 35 centimètres.

\*  
\* \*

La fraiseuse horizontale des ateliers de constructions mécaniques de Mulhouse, représentée par la figure 703, diffère surtout de la précédente par l'adjonction d'une contre-pointe fixée à un bras horizontal solidement assujéti sur la poupée porte-fraise, et destinée à soutenir les tiges des fraises ayant une grande longueur; le bras peut être tourné de 180° pour éloigner rapidement la contre-pointe.

Le bâti est d'une seule pièce et très robuste. L'arbre porte-fraise est percé de part en part, et tourne dans des coussinets en bronze à jeu ratchetable; toutes ses parties soumises au frottement sont trempées

de déplacement latéral et longitudinal. Cette machine sert principalement pour les travaux de fraise, de dressage circulaire, de forage, etc.

L'arbre porte-fraise est à ajustements coniques, avec disposition pour rattraper le jeu; il est en acier trempé et rectifié et tourne dans des coussinets en bronze dur. Les fraises sont maintenues par une longue vis qui traverse l'arbre porte-fraise dans toute sa longueur.

La poupée est disposée soit avec redoublement d'engrenages, soit avec commande à la volée. Dans ce cas, si la commande est à la volée, le cône à trois vitesses permet l'emploi d'une courroie de 120 millimètres de largeur, si au contraire elle se fait avec redoublement d'engrenages le cône est disposé de façon à recevoir une courroie de 90 millimètres de largeur. La poupée peut être munie en outre d'un bras mobile permettant de soutenir la fraise.

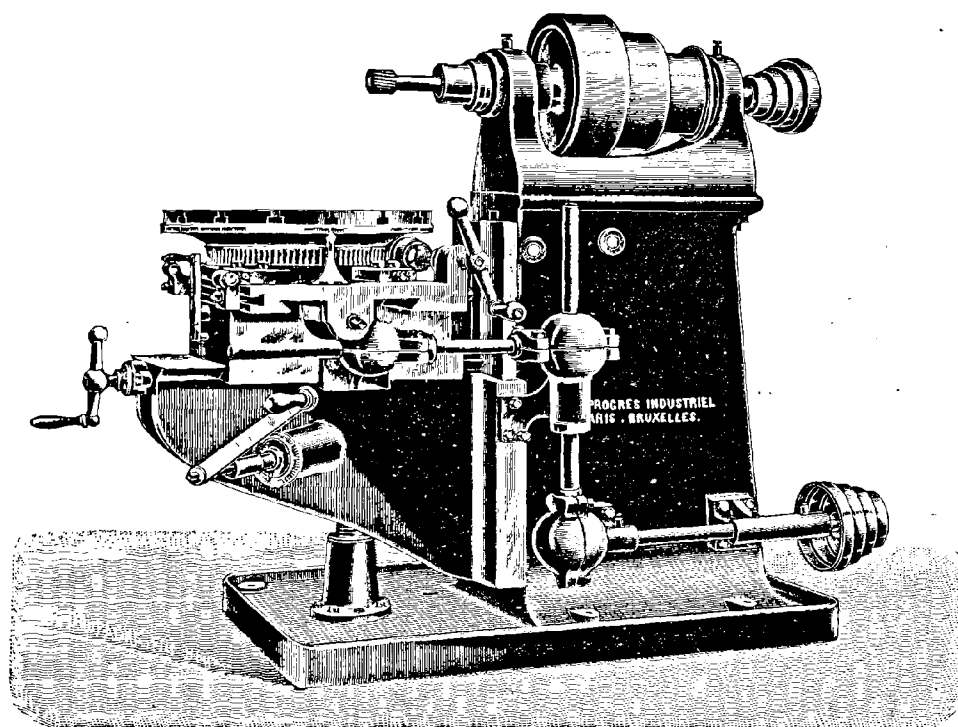


Fig. 704. — Machine à fraiser horizontale à plateau circulaire du Progrès Industriel.

L'équerre portant les chariots, se déplace verticalement à la main à l'aide d'une forte vis sur laquelle on agit au moyen d'une roue, d'une vis sans fin et d'un arbre muni d'une manivelle. Sur ce dernier est fixé un plateau gradué permettant de mesurer le déplacement de l'équerre dans le sens vertical. L'équerre est équilibrée au moyen d'un contrepoids placé à l'intérieur du bâti.

Le chariot transversal, coulissant transversalement sur l'équerre, a son déplacement soit automatiquement, soit à la main, au moyen d'une vis-mère actionnée par engrenages, roue et vis sans fin et d'une tringle munie d'une manivelle. Sur la tringle est fixée une rondelle graduée indiquant à  $1/20$  de millimètre le déplacement transversal.

Le chariot longitudinal coulissant sur le chariot transversal a son déplacement à la main par vis. Le plateau circulaire est muni de rainures permettant de fixer les pièces à fraiser et peut être déplacé au moyen d'une vis sans fin travaillant sur la couronne dentée du plateau. La circonférence du plateau est graduée.

\*  
\*\*

Dans la machine à fraiser horizontale de la figure 705, construite par M. Huré, le cône de commande est muni d'un harnais d'engrenage à dents hélicoïdales, permettant de faire varier dans de plus grandes limites la vitesse de rotation de la fraise. Le bâti en fonte de cette machine forme armoire.

L'arbre porte-fraise est en acier percé de part en part, à collets coniques tournant dans des bagues en bronze phosphoreux avec écrous de réglage pour compenser l'usure ; à l'arrière se trouve un support mobile avec butée. Une contre-pointe pour maintenir l'extrémité de l'arbre-porte-fraise peut se déplacer sur un support horizontal.

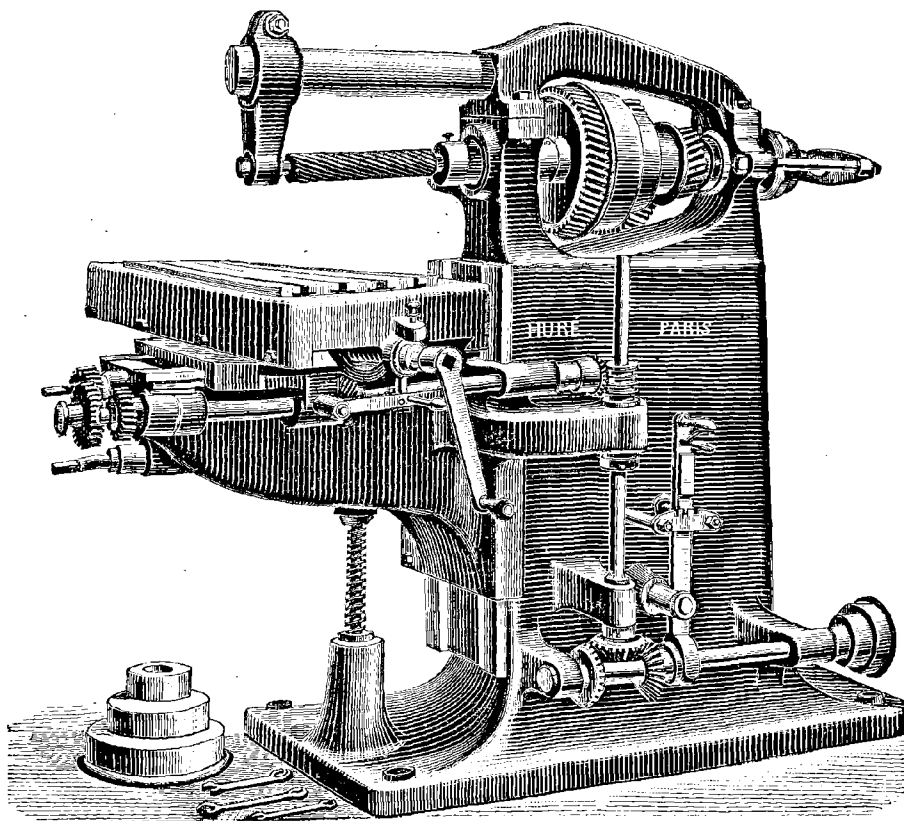


Fig. 705. — Machine à fraiser horizontale de M. Huré.

Les mouvements longitudinal et transversal du plateau peuvent être effectués à la main, ou obtenus automatiquement par une transmission spéciale à courroie et engrenages ; un levier, visible nettement sur notre gravure, permet, en embrayant l'un ou l'autre des deux engrenages coniques placés sur le premier arbre intermédiaire, de procurer la marche en avant ou en arrière du plateau ; on arrête instantanément l'un ou l'autre de ces mouvements en débrayant l'engrenage en fonction. Les engrenages des mouvements automatiques sont à dents taillées.

Une cuvette règne tout autour du plateau à rainures en T pour recevoir l'eau de savon ou l'huile qui arrose constamment l'outil. La course longitudinale du plateau est de 60 centimètres et sa course transversale de 30 centimètres ; la course verticale de la table est enfin de 40 centimètres.



\*\*\*  
La machine à fraiser horizontale de M. Lucas, représentée par la figure 706, est également

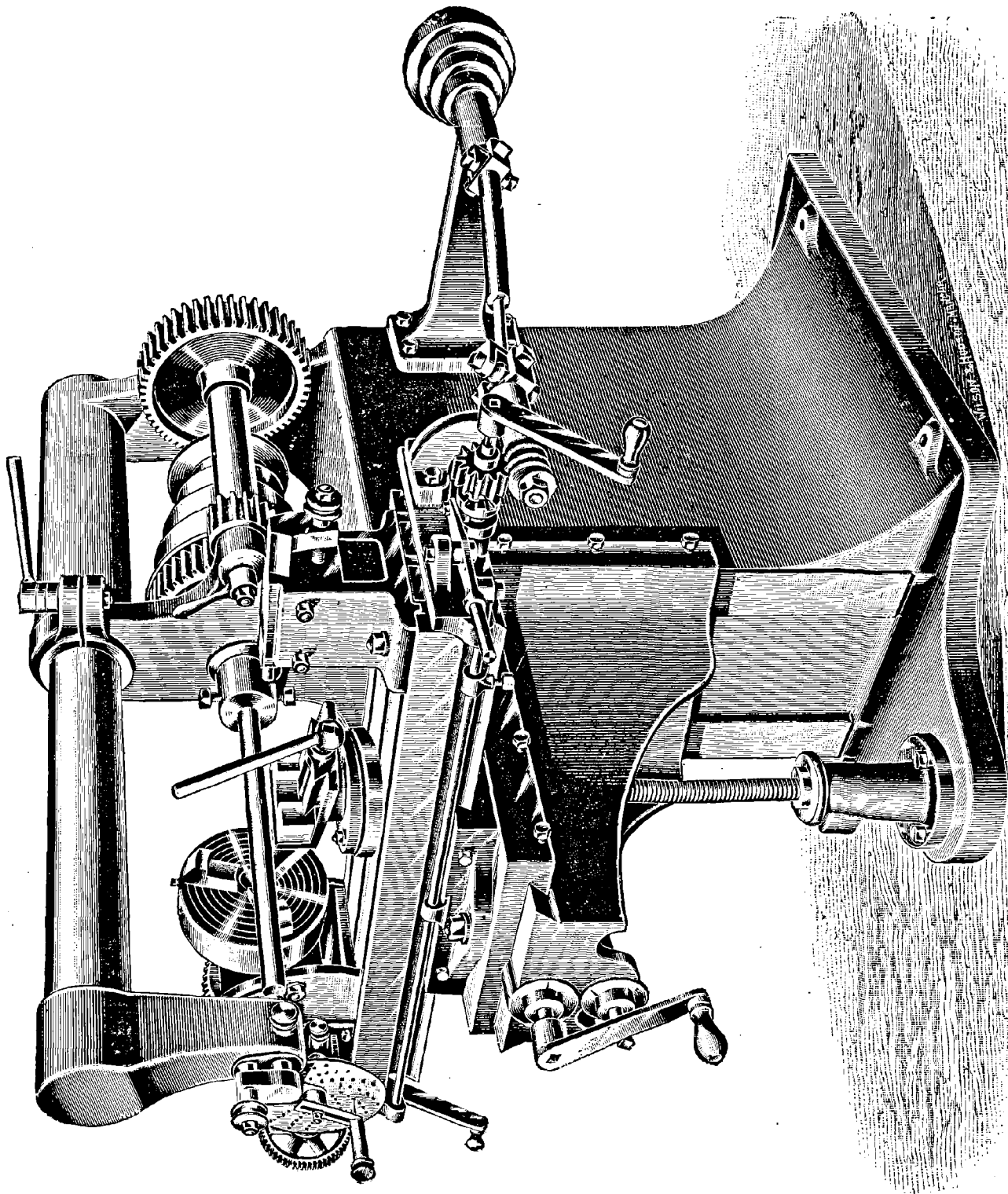


Fig. 706. — Machine à fraiser horizontale de M. Lucas.

pourvue d'un cône de commande à quatre étages muni d'un harnais de changement de vitesse. Un support à contre-pointe réglable permet de maintenir l'extrémité de l'arbre porte-fraise et d'empêcher son fonctionnement en porte-à-faux.

Le plateau porte-objet à rainures en T, de 1<sup>m</sup>,20 de long sur 33 centimètres de large, présente un mouvement longitudinal automatique avec mouvement d'arrêt automatique pour régler la longueur de la course; ce mouvement longitudinal automatique est obtenu par une petite courroie, un arbre à genouillère extensible et une vis sans fin commandant la roue dentée calée sur la vis d'avancement; une manivelle permet d'ailleurs de donner ce mouvement à la main.

Le mouvement transversal est obtenu à la main par une manivelle commandant directement la vis de déplacement. Le déplacement vertical de l'ensemble est effectué par une vis verticale formant vérin.

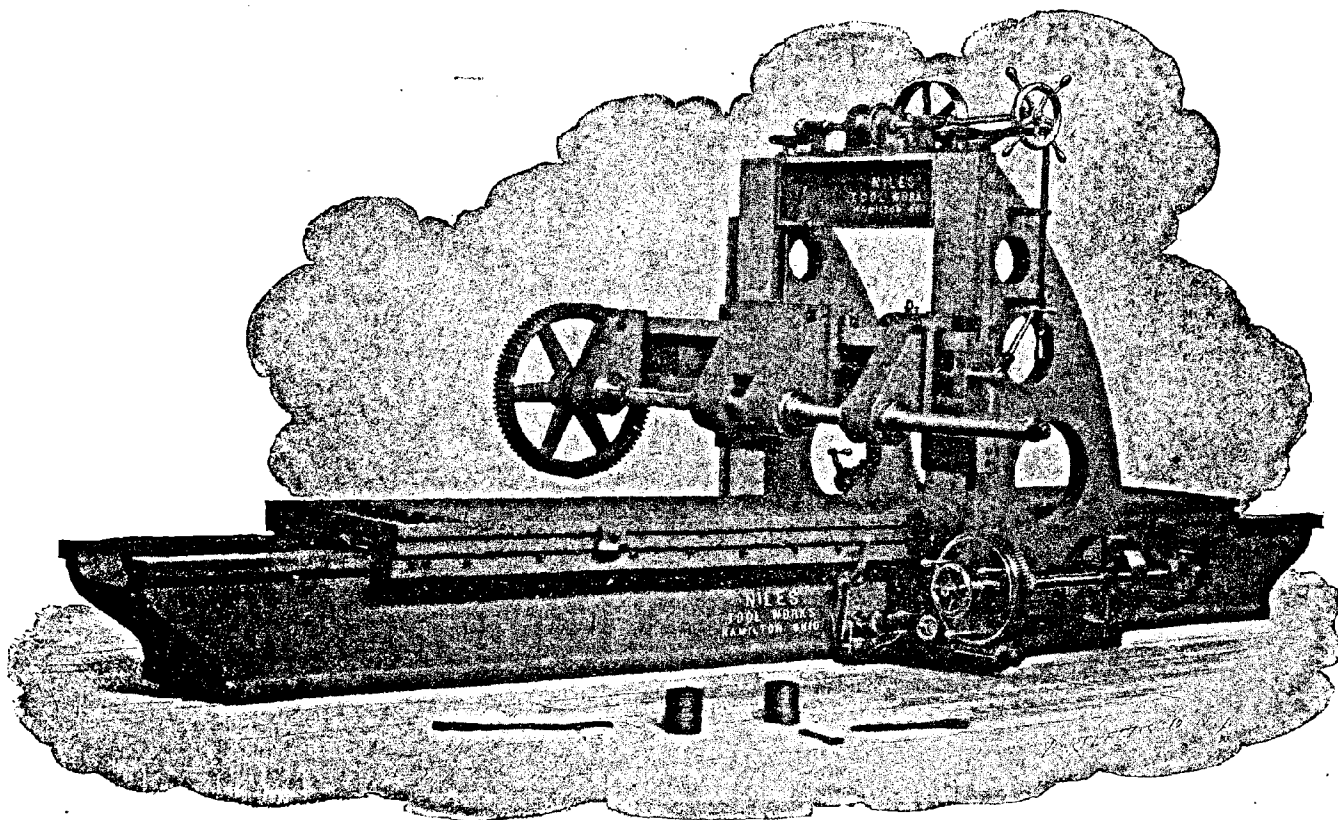


Fig. 707. — Machine à fraiser horizontale « Niles » genre raboteuse.

Le plateau peut recevoir un étau à mâchoires parallèles sur base pivotante, ou encore un appareil pour fraiser entre pointes avec poupée diviseur pour tailler les engrenages droits et coniques, les roues de vis sans fin, les fraises, les tarauds, etc. Sur notre gravure l'appareil pour fraiser entre pointes ainsi que l'étau sont disposés sur le plateau; mais ils peuvent naturellement en être facilement retirés ou employés séparément.

\*  
\*\*

La machine à fraiser horizontale Niles de MM. Glaezer et Perreaud représentée par la figure 707 est d'une disposition très différente. A première vue et par suite de la forme de son bâti, cet appareil ressemble plus à une raboteuse qu'à une fraiseuse.

L'arbre porte-fraise horizontal est en effet soutenu par une traverse horizontale supportée par deux montants verticaux disposés de chaque côté d'une grande table mobile. Cette traverse peut se déplacer verticalement sur ses montants à l'aide de deux vis mues par des engrenages d'angle calés sur un petit arbre horizontal commandé par une roue à poignées. L'arbre porte-fraise peut ainsi être amené à la hauteur voulue suivant la taille des pièces à travailler. L'arbre porte-fraise reçoit son mouvement de rotation par un arbre vertical et une série d'engrenages.

La table porte-objet peut être manœuvrée à la main ou automatiquement par un pignon et une crémaillère ; la longueur et la vitesse du déplacement de la table se règlent à volonté suivant la taille et la nature de la pièce à travailler. Les glissières sont suffisamment longues pour empêcher toute inclinaison de la table à l'extrémité de la course. Les bords de la table sont pourvus de canaux destinés à recevoir le liquide lubrifiant, eau de savon ou huile, qui a été déversé sur l'outil.

Cette machine est spécialement destinée au fraisage des plaques de grandes dimensions et des bâtis de machines.

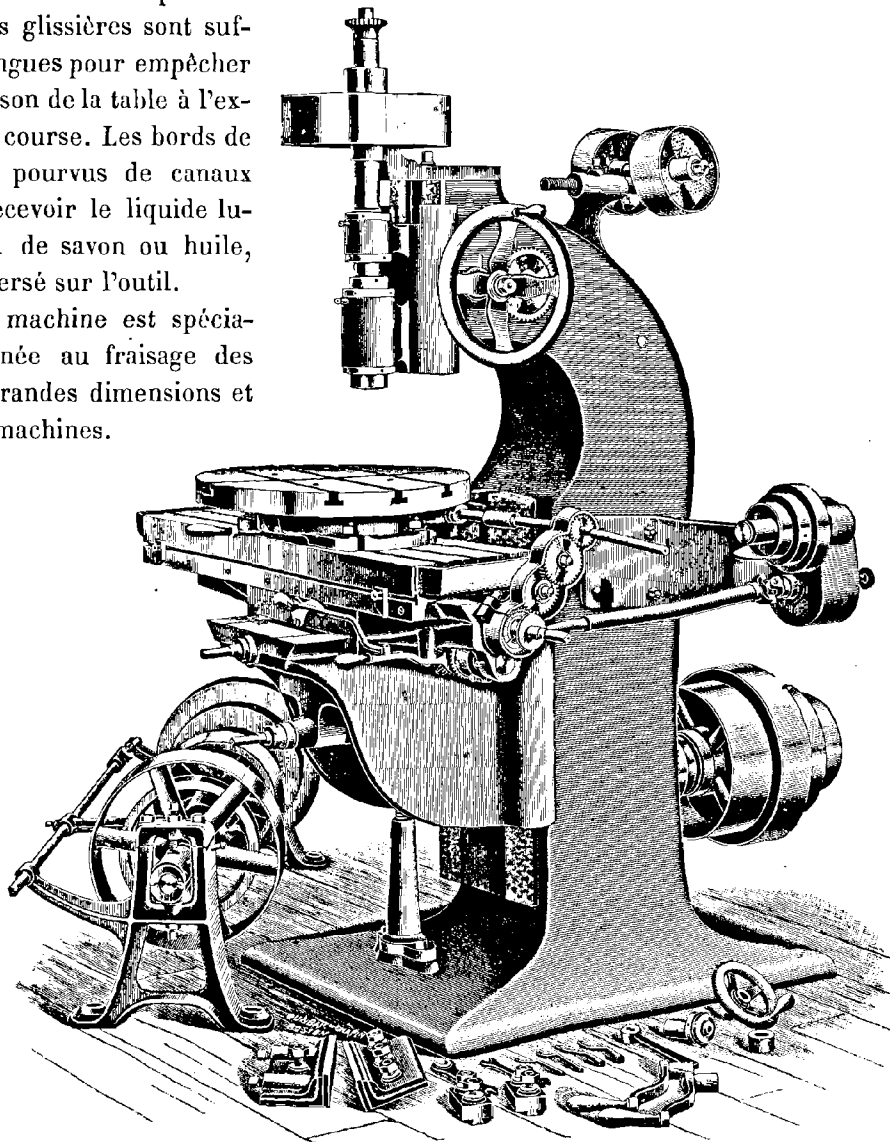


Fig. 708. — Machine à fraiser vertical de Becker.

**Machines à fraiser verticales.** — Dans ces machines l'arbre porte-fraise, au lieu d'être disposé horizontalement, est placé verticalement ; cette disposition complique légèrement le

mécanisme en exigeant une transmission spéciale, par courroie ou engrenages, pour la commande de l'arbre porte-fraise qui ne peut plus se confondre avec l'arbre, forcément horizontal, du cône de commande. Le reste des organes est analogue à ceux des fraiseuses horizontales.

Nous avons vu plus haut que les fraiseuses verticales sont d'un emploi moins commode pour la plupart des travaux de fraisage, mais, en revanche, elles présentent l'avantage, sur les machines à fraiser horizontales, de pouvoir commodément profiler un objet sur tout son pourtour (fig. 729) ; elles sont d'ailleurs munies ordinairement à cet effet, comme nous allons le voir, d'un plateau circulaire pouvant recevoir, en même temps qu'un mouvement de déplacement transversal et longitudinal, un troisième mouvement de rotation à la main ou automatique ; un disque placé sur ces plateaux peut, par exemple, recevoir l'action d'une fraise cylindrique, ou de forme quelconque, sur tout son pourtour.

\*  
\* \*

Dans la fraiseuse Becker de MM. Roux frères, représentée par la figure 708, le cône de commande à trois étages, disposé dans le bas du bâti, actionne l'arbre vertical porte-fraise au moyen d'une courroie passant sur deux galets de renvoi servant à la fois de tendeur.

L'arbre porte-fraise, en acier trempé et rectifié à coussinets longs en bronze à rattrapage d'usure, est monté sur tête glissante avec système de calage en un point quelconque ; il peut se déplacer verticalement sous l'action d'un volant à manivelle.

Un support indépendant ajustable sur le bâti permet de neutraliser l'effort dû à la traction de la courroie et assure la verticalité parfaite de l'arbre, condition indispensable à l'exécution des travaux de précision. Ce support permet de réduire le frottement de l'arbre sur ses coussinets et par suite l'usure de ces derniers ; on peut donc donner à la fraise des vitesses notablement plus considérables sans dommage pour le bon fonctionnement de l'appareil.

La table porte-objet, qui peut se déplacer verticalement sous l'action d'un vérin, peut également recevoir un mouvement transversal et longitudinal, soit à la main, soit automatiquement par une transmission à cônes, genouillère extensible, vis sans fin et engrenages. Cette table peut recevoir un plateau circulaire muni de rainure en T et pouvant prendre un mouvement de rotation automatique ou à la main.

\*  
\* \*

Dans la machine à fraiser verticale de Dandoy-Mailliard et Lucq, représentée par la figure 709, la commande de l'arbre porte-fraise est effectuée par un train d'engrenages d'angle.

Le bâti portant les deux cônes de changement de vitesse, les poulies fixe et folle et leur débrayage, l'appareil peut être commandé directement par un moteur ou une transmission quelconque sans nécessiter de transmission intermédiaire.

L'arbre porte-fraise peut se déplacer verticalement ; ce déplacement est effectué par le glissement, sur la tête du bâti de la machine, du support de l'arbre, glissement obtenu par un volant à manivelle, une vis sans fin et une vis de déplacement.

Les mouvements transversal et longitudinal de la table porte-objet et le mouvement de rotation du plateau circulaire qu'elle supporte, peuvent être commandés à la main, ou automatiquement par une transmission à cônes, roues dentées d'angle et roues dentées droites. Le premier arbre horizontal intermédiaire de cette transmission commande, comme l'indique clairement notre gravure, un second arbre intermédiaire vertical par engrenages d'angle ; il reçoit deux pignons disposés en sens inverse et pouvant être tour à tour embrayés pour changer le sens du mouvement.

Des butoirs réglables existent dans tous les sens permettant d'effectuer le travail de précision en série. Cette machine est spécialement construite pour façonner et fraiser des pièces de petites et moyennes dimensions avec toutes les facilités permettant à l'ouvrier d'obtenir un travail fini et une grande production.

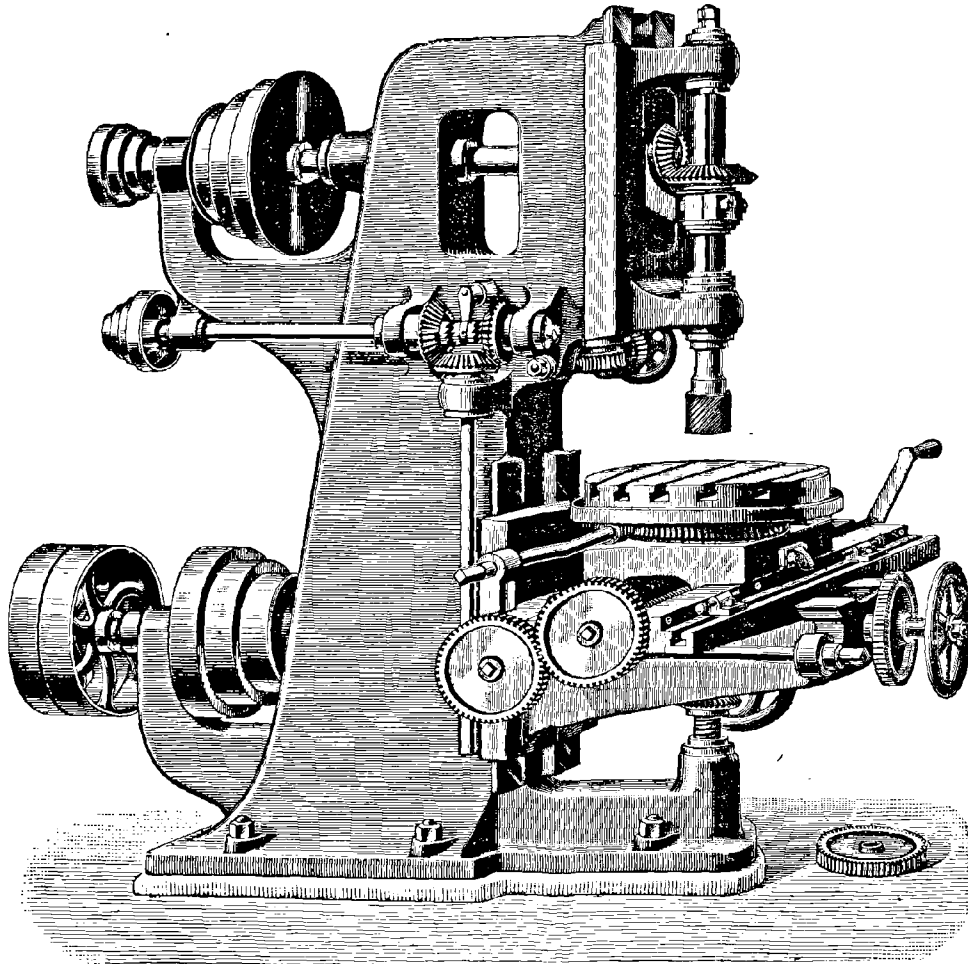


Fig. 709. — Machine à fraiser verticale de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

\*  
\*  
\*

La machine à fraiser verticale automatique du Progrès Industriel (fig. 710) possède un bâti d'une seule pièce et d'une construction fort robuste et très bien conditionnée. Le chariot porte-fraise, mobile dans le sens vertical, est équilibré par un contrepoids placé à l'intérieur du bâti; la course verticale se fait par vis et est réglable au moyen de butées et d'un taquet.

L'arbre porte-fraise trempé et rectifié a des ajustements coniques et tourne dans des coussinets en bronze dur; il est en outre muni de bagues filetées, trempées et rectifiées, pour permettre de rattraper le jeu produit par l'usure; il est commandé par des roues coniques actionnées par un cône à plusieurs vitesses permettant l'emploi de courroies de 60 à 100 millimètres de largeur, selon la grandeur de la machine.

La table devant recevoir les pièces à fraiser, se compose de trois parties, savoir: 1° un chariot

transversal coulissant sur le bâti ; 2° un chariot longitudinal glissant sur le chariot transversal ; 3° un plateau circulaire pivotant sur le chariot longitudinal.

Les mouvements automatiques s'obtiennent de la manière suivante : le cône à trois vitesses se trouvant sur l'arbre principal de la fraiseuse, commande le cône à trois vitesses qui est ajusté sur la tringle placée au bas du bâti à droite, cette tringle actionne les mouvements automatiques. Elle porte un jeu de pignons coniques qui a un mouvement de débrayage, dont le levier peut être actionné au

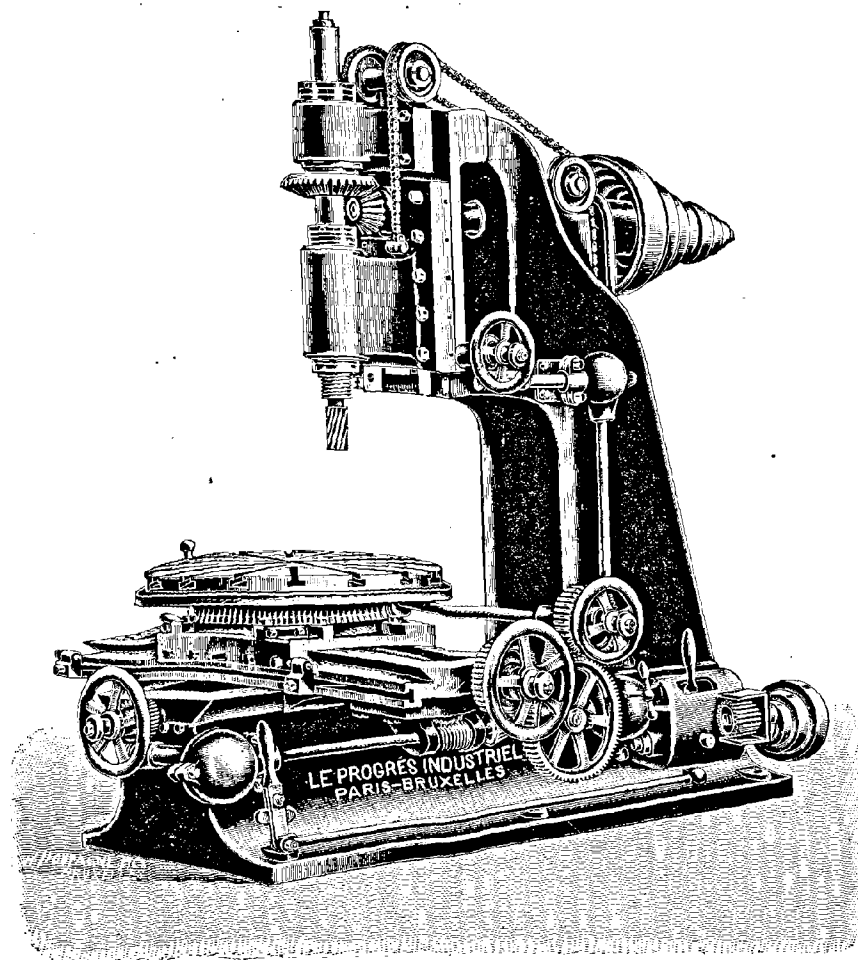


Fig. 710. — Machine à fraiser verticale automatique du Progrès Industriel.

moyen d'une tringle munie d'un second levier se trouvant sur le devant de la machine à la portée de l'ouvrier ; ces leviers servent soit à arrêter tous les mouvements du plateau de travail, soit à les renverser pour obtenir la commande à gauche ou à droite.

Pour la commande automatique dans le sens transversal, il se trouve sur le devant de la machine une tringle sur laquelle est fixée une roue conique et une vis sans fin ; cette roue travaille avec celle fixée sur la tringle principale, et la vis sans fin avec la roue fixée sur la vis-mère.

La commande automatique du chariot longitudinal se fait au moyen d'une vis sans fin et d'une série de roues intermédiaires agissant sur la vis-mère longitudinale. La course longitudinale est réglable au moyen d'un taquet et de butées.

Le mouvement circulaire automatique du plateau se fait au moyen d'une vis sans fin travaillant sur la couronne dentée du plateau circulaire. La commande de la vis sans fin se fait par une série de roues d'engrenages recevant le mouvement de la tringle principale.

Les vis-mères des chariots, transversal et longitudinal, ainsi que la tringle de commande du plateau circulaire sont munies de mouvements à friction pour permettre le débrayage instantané des mouvements automatiques.

\*  
\* \*

La figure 711 représente une machine à fraiser verticalement et à profiler de M. L. Besse. L'arbre porte-fraise est commandé, à l'aide d'un train d'engrenages d'angle, par un cône à quatre étages muni d'un harnais de changement de vitesse.

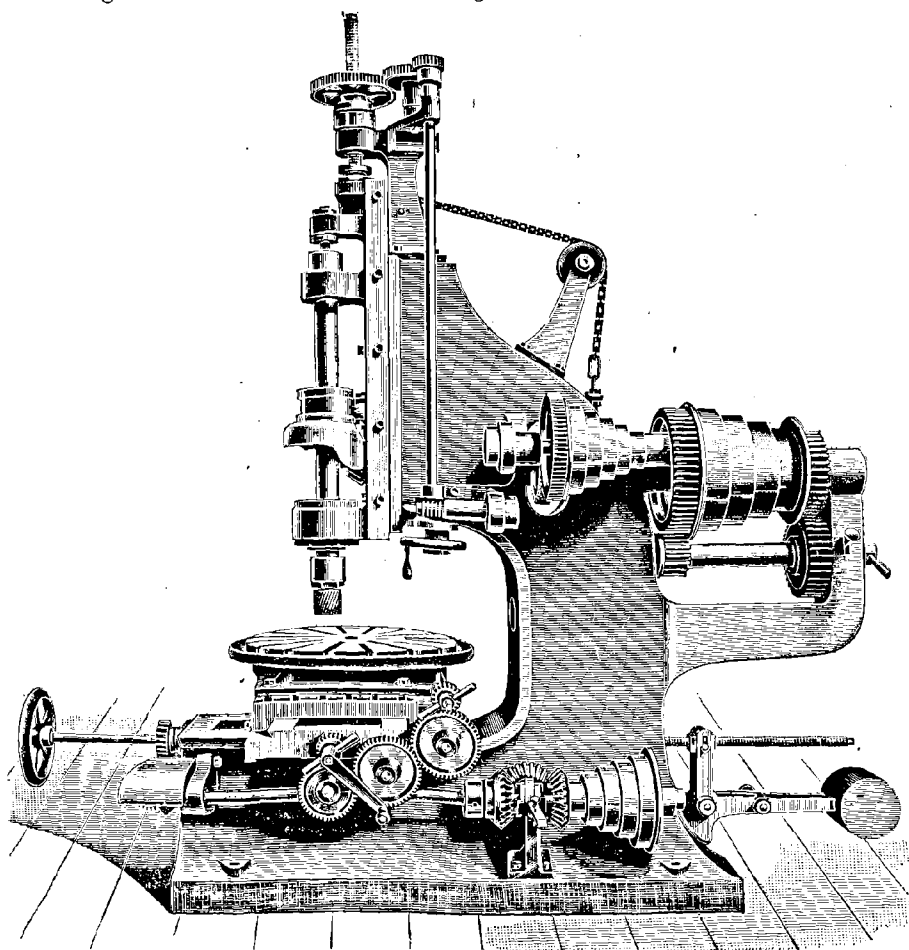


Fig. 711. — Machine à fraiser verticalement et à profiler L. Besse

Cet arbre porte-fraise peut se déplacer avec ses paliers sur une glissière verticale placée sur le bâti ; ce déplacement est obtenu à la main par un volant à manivelle et une série de roues dentées agissant sur une vis ; ou encore automatiquement par une petite courroie commandant par vis sans fin le volant à manivelle dont nous venons de parler. Pour faciliter ce mouvement vertical de l'arbre porte-fraise son support est équilibré par un contrepoids placé dans le bâti et relié par une chaîne visible sur la gravure.

Les mouvements transversal et longitudinal de la table porte-objet et le mouvement circulaire du plateau qu'elle supporte sont automatiques et réversibles ; ils sont commandés par une petite courroie passant sur deux petits cônes à 5 étages.

Le plateau circulaire peut s'enlever très facilement de manière à permettre l'emploi direct de la table rectangulaire pour les objets de grande dimension. Cette machine peut servir à reproduire une forme déterminée suivant gabarit.

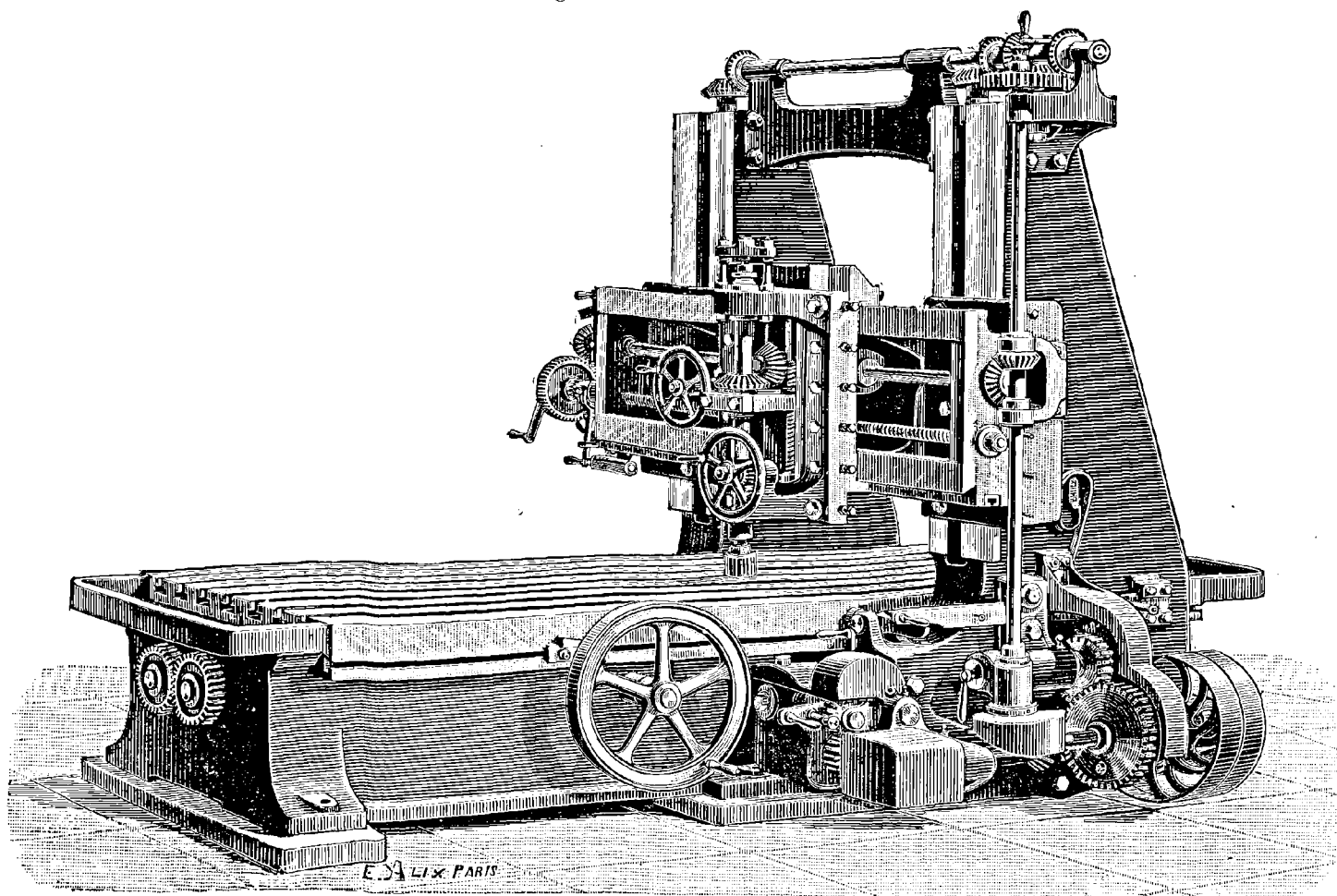


Fig. 712. — Machine à fraiser universelle verticale, forme raboteuse, de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

\*  
\*  
\*

La figure 712 représente une machine à fraiser verticale construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup> et présentant une disposition toute différente de celle des fraiseuses que nous venons de décrire. Cette machine, qui permet de travailler des pièces de très grandes dimensions, est disposée d'une façon analogue aux machines à raboter que nous étudierons plus loin.

L'arbre porte-fraise se trouve placé sur un chariot pouvant se déplacer longitudinalement sur une traverse supportée par deux montants latéraux et pouvant elle-même recevoir un mouvement de déplacement vertical sur ces montants. L'objet à travailler est au contraire placé sur une grande table à rainures qui reçoit comme dans les raboteuses un mouvement longitudinal.



L'arbre porte-fraise est commandé par une série d'arbres intermédiaires et d'engrenages coniques, qui n'entravent pas ses déplacements. Son mouvement transversal est obtenu automatiquement ; il est réversible et à déclenchement automatique. Le mouvement de la table est également automatique, réversible et à déclenchement.

Cette machine se construit en plusieurs tailles dont la plus grande possède une table porte-objet de 2<sup>m</sup>,50 de longueur sur 1<sup>m</sup>,50 de largeur ; la plus grande distance comprise entre la table et la fraise est de 1<sup>m</sup>,20 ; on voit par là que cet appareil peut recevoir des pièces de très grande dimension.

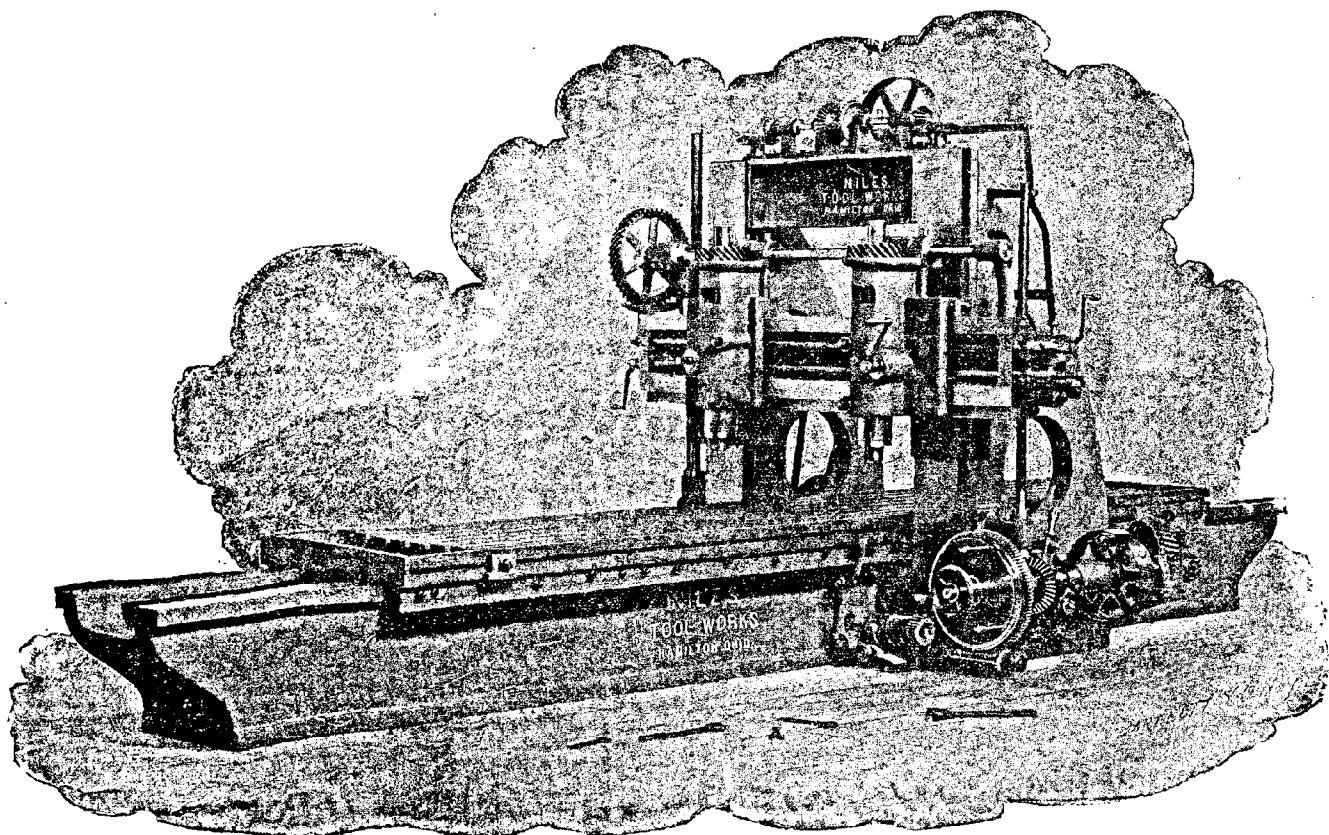


Fig. 713. — Machine à traîner verticale Niles genre raboteuse à deux porte-fraises.

La fraiseuse verticale Niles a deux porte-fraises, représentée par notre figure 713, est comme la précédente disposée comme une machine à raboter.

Les deux arbres porte-fraises verticaux sont supportés par des chariots pouvant se déplacer sur une traverse horizontale mobile sur deux montants latéraux entre lesquels se trouve la table porte-objet. Le déplacement des chariots des arbres porte-fraises s'effectue à la main par deux vis commandées par manivelle ; la montée ou la descente de la traverse horizontale est obtenue mécaniquement par une poulie commandant par engrenages d'angle deux vis verticales placées sur les montants latéraux.

Le déplacement des chariots des arbres porte-fraises peut encore être effectué automatiquement par un arbre vertical et un train d'engrenages. Les arbres porte-fraises sont actionnés par

un arbre horizontal à l'aide d'engrenages hélicoïdaux ; cet arbre horizontal est lui-même commandé par un arbre vertical à l'aide d'un train d'engrenages hélicoïdaux.

La table porte-objet peut être manœuvrée à la main ou automatiquement par pignon et crémaillère. Les glissières sont suffisamment longues pour éviter toute inclinaison de la table à l'extrémité de la course. Cette table porte des canaux sur son pourtour pour recevoir le liquide lubrifiant, eau de savon ou huile, qu'il est nécessaire, dans certains cas, de déverser sur les outils en travail. La longueur et la vitesse de déplacement de la table porte-pièce peuvent être réglées à volonté suivant la taille et la nature des objets à travailler.

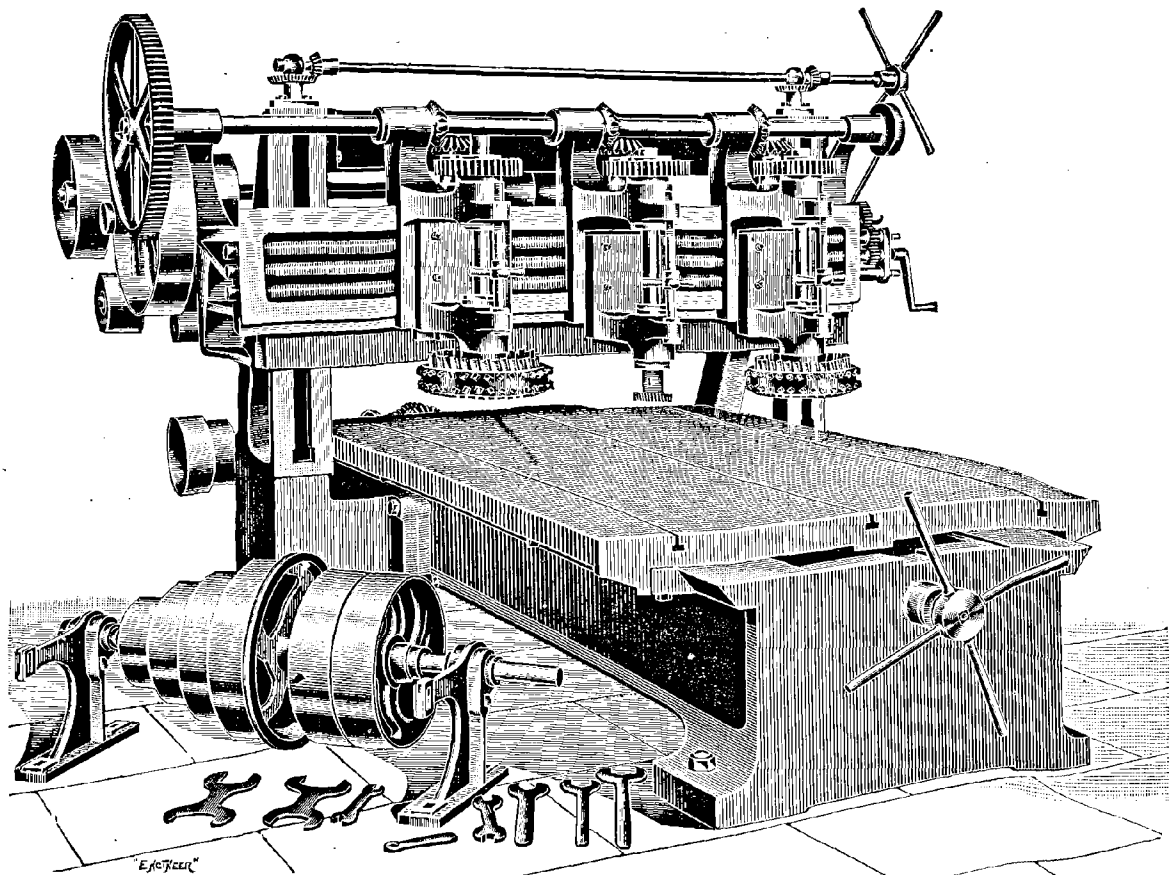


Fig. 714. — Machine à fraiser verticale à trois outils, type raboteuse de M. Lucas.

\*  
\* \*

Citons enfin, la machine à fraiser type raboteuse à trois arbres porte-fraises de M. Lucas, représentée par la figure 714. Cette machine est constituée par une grande table de raboteuse recevant automatiquement un mouvement de translation longitudinale et au-dessus de laquelle se trouve une traverse supportée par deux montants latéraux. Cette traverse qui peut se déplacer verticalement sur ces montants reçoit trois petits bâtis portant chacun un arbre porte-fraise vertical.

Chacun de ces bâtis peut se déplacer à la main ou automatiquement sur la traverse ; leurs mouvements peuvent se produire séparément ou simultanément. Sur notre gravure, l'arbre porte-

fraise central est muni d'une fraise cylindrique ordinaire, tandis que les deux arbres porte-fraises de côté possèdent des fraises à lames mobiles.

La table porte-pièce de 1<sup>m</sup>,525 de large sur 2<sup>m</sup>,135 de longueur est mue automatiquement par une vis à vitesse variable ; elle possède un mouvement de retour rapide. Cette machine permet de fraiser longitudinalement des pièces de 2<sup>m</sup>,592 de longueur sur 1<sup>m</sup>,626 de largeur. Les trois fraises peuvent naturellement travailler ensemble ou séparément.

**Machines à fraiser horizontales et verticales.** — Pour obtenir à la fois les avantages des fraiseuses verticales et des fraiseuses horizontales on construit des machines mixtes pouvant tour à tour fraiser verticalement et horizontalement. On peut ainsi, dans les ateliers peu considérables où la quantité de travail à produire ne nécessite pas l'emploi simultané des deux

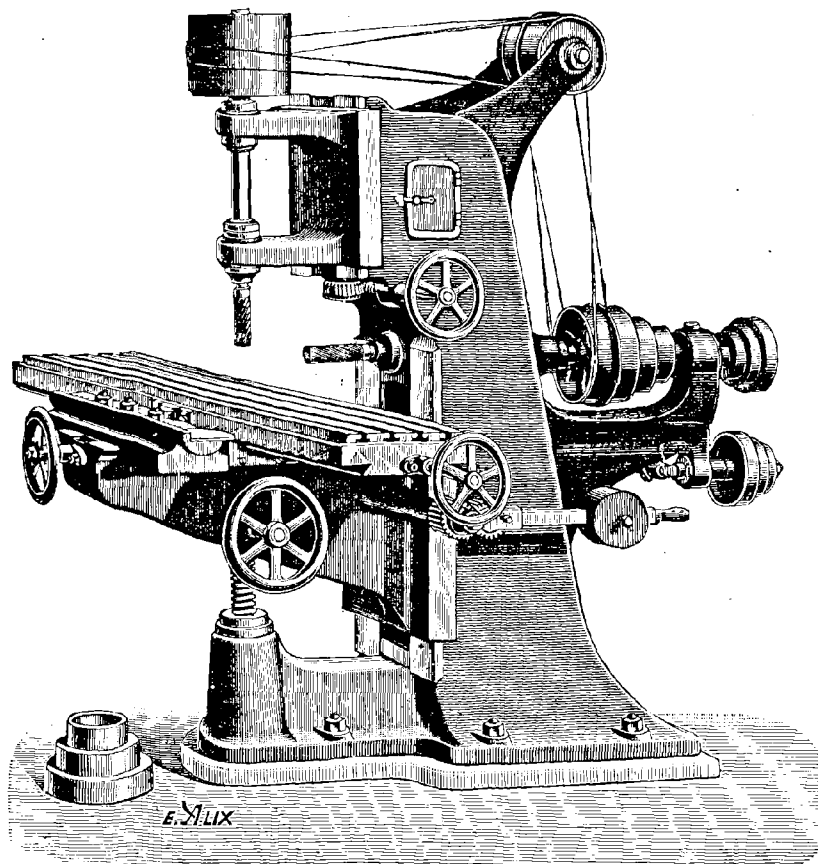


Fig. 715. — Machine à fraiser horizontale et verticale système Frey.

sortes de machines, en posséder une seule pouvant remplir les deux usages avec commodité, tenant moins de place et coûtant naturellement beaucoup moins cher que l'ensemble des deux autres.

Pour réaliser ces machines mixtes on peut disposer simplement sur le même bâti deux arbres porte-fraises recevant tour à tour leur mouvement d'une transmission commune. C'est ainsi qu'est disposée la machine de la figure 715 construite par la maison Dandoy-Mailliard, Lueq et C<sup>ie</sup>.

L'arbre porte-fraise horizontal est directement formé par le prolongement de l'arbre du cône de commande et par conséquent actionné directement par celui-ci.

L'arbre porte-fraise vertical est commandé, par ce même cône, au moyen d'une courroie passant sur deux galets de renvoi. Le bâti de cet arbre porte-fraise vertical forme chariot qui peut

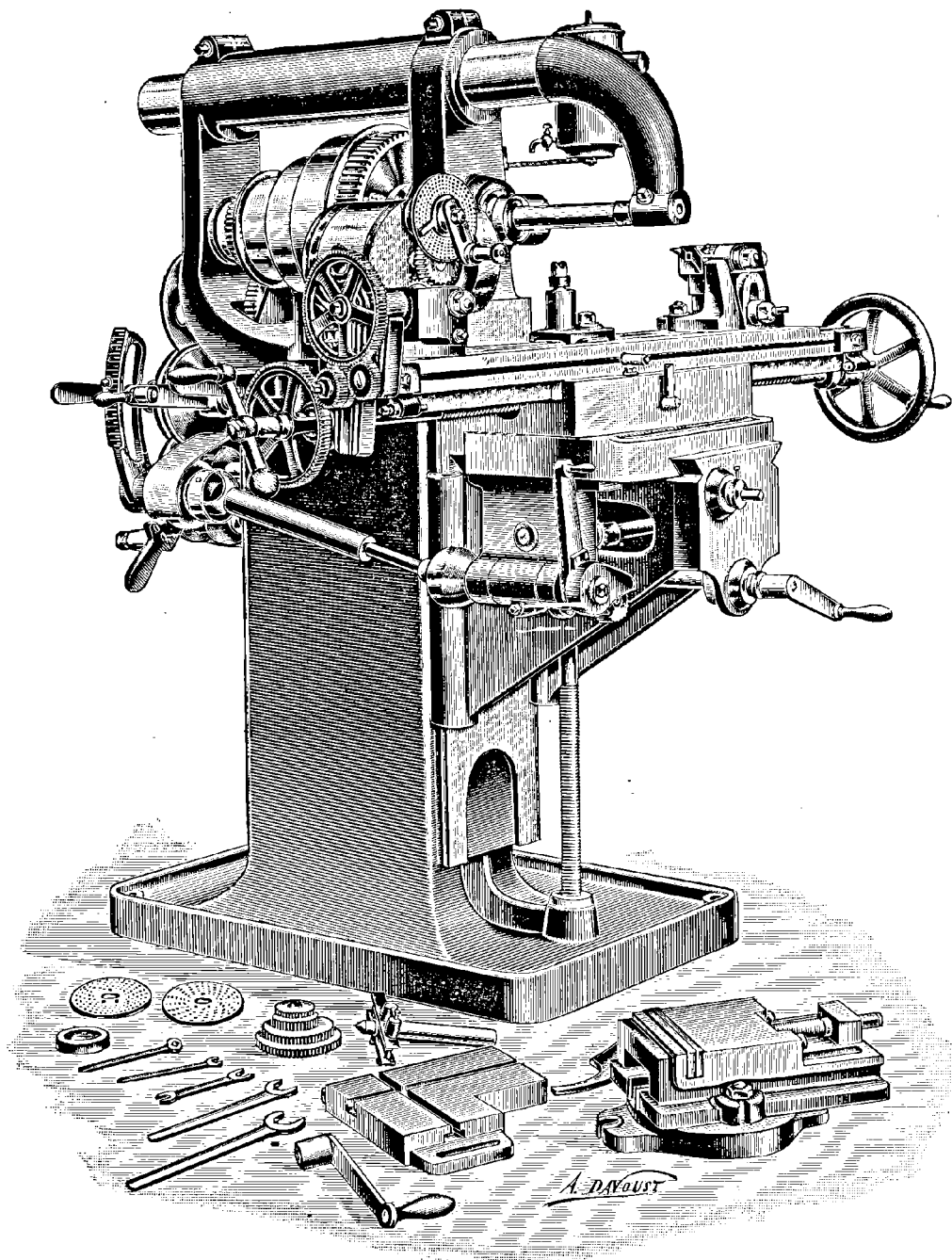


Fig. 716. — Machine à fraiser de Kemp Smith disposée pour fraiser horizontalement.

se déplacer verticalement sur une glissière sous l'action d'un volant commandant, par vis sans fin et roue dentée, une vis de déplacement.

La table porte-objet se déplace transversalement et longitudinalement à la main par des

volants, ou automatiquement à l'aide d'une transmission à cône et arbre à genouillère extensible.

Faisons remarquer que lorsque la commande des arbres porte-fraises se fait, comme dans la machine que nous venons de décrire, au moyen de courroies le travail de la fraise est plus régulier, ne subissant aucune trépidation produite par les engrenages.

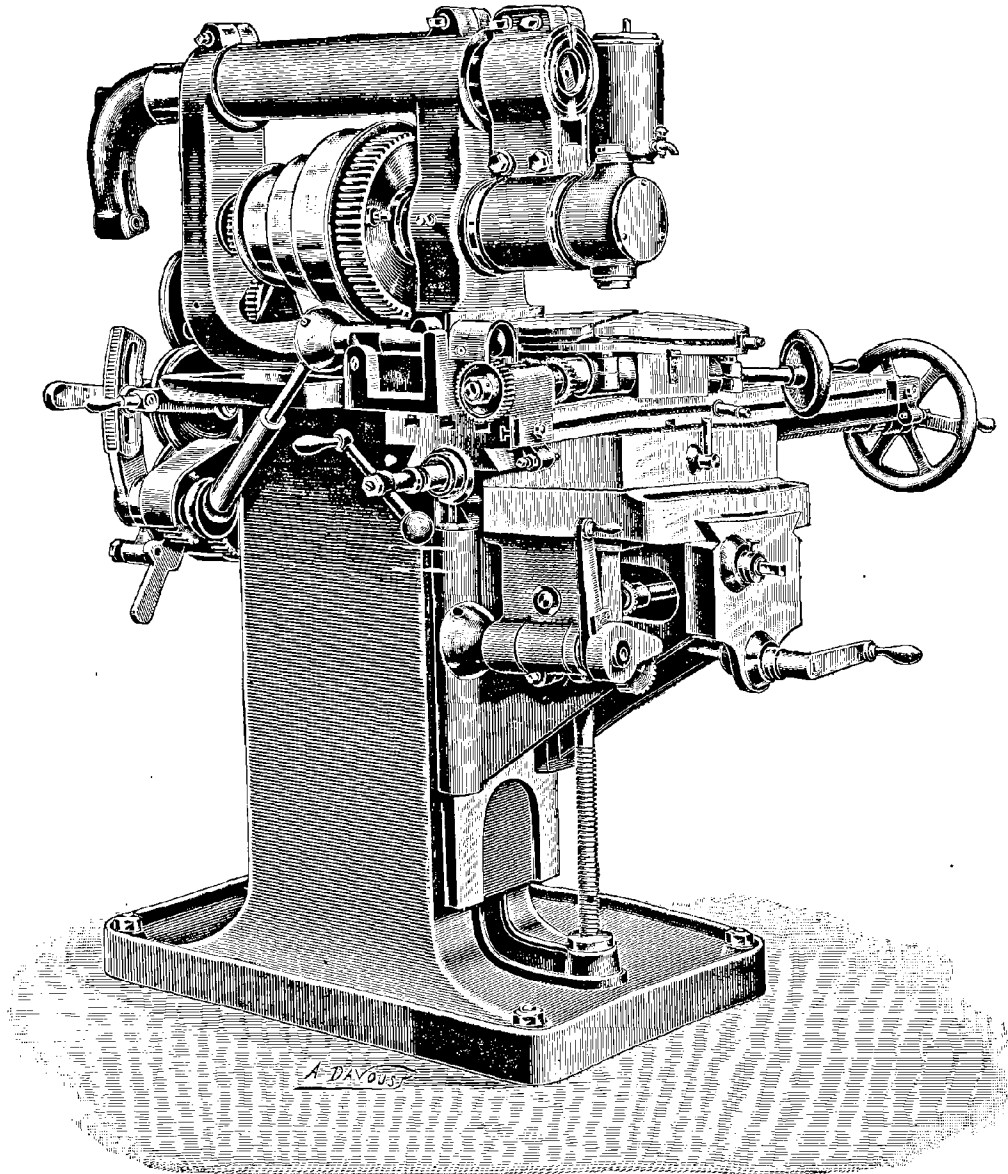


Fig. 717. — Machine à fraiser de Kemp Smith disposée pour fraiser verticalement.

\*  
\*  
\*

Au lieu d'utiliser deux arbres porte-fraises, l'un vertical et l'autre horizontal, placés à poste fixe sur le bâti, on emploie quelquefois des fraiseuses ne possédant qu'un seul arbre porte-fraise horizontal, mais pouvant recevoir un second arbre supplémentaire vertical s'ajoutant en cas de besoin et recevant son mouvement du premier par un train d'engrenages d'angle.

C'est cette solution qui est employée dans la machine à fraiser Kempsmith de M. Besse représentée par les figures 716 et 717. Dans la première de ces gravures la machine est disposée pour fraiser horizontalement et ne diffère guère des fraiseuses horizontales que nous avons étudiées plus haut. Dans la seconde gravure au contraire l'appareil a été transformé en fraiseuse verticale par l'adjonction d'un petit arbre porte-fraise supplémentaire commandé, par l'arbre horizontal, au moyen d'engrenages coniques et maintenu en place par un bâti prenant prise sur l'extrémité de la tige de la contre-pointe qui a été à cet effet retournée dans sa monture.

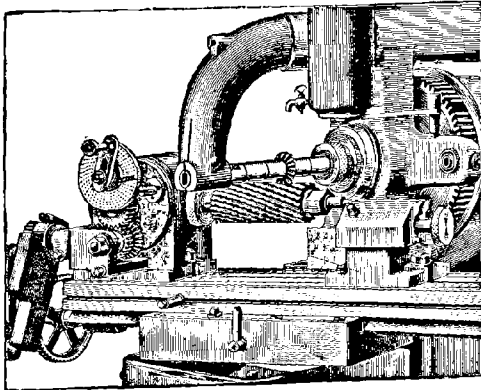


Fig. 718. — Fraisage hélicoïdal

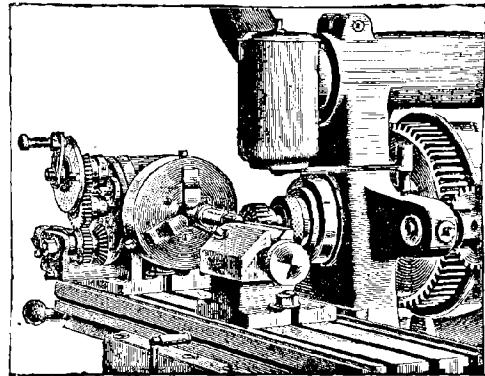


Fig. 719. — Fraisage d'un carré de manivelle.

Le cône a trois vitesses de cette machine peut recevoir une courroie de 8 centimètres de largeur ce qui permet de prendre de fortes passes sans craindre les glissements de courroie.

L'avancement automatique de la table est commandé par des disques à friction qui permettent de varier à l'infini la vitesse de déplacement ; ce mouvement est muni d'un renversement de marche. Cet avancement peut être débrayé automatiquement au moyen d'une butée adaptée sur le côté de la table ; cette butée est mobile et détermine la longueur de la course automatique.

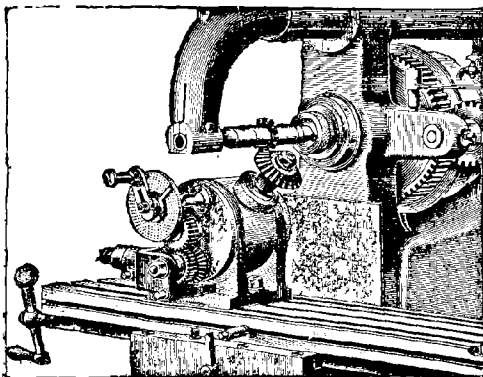


Fig. 720. — Taillage d'un pignon d'angle

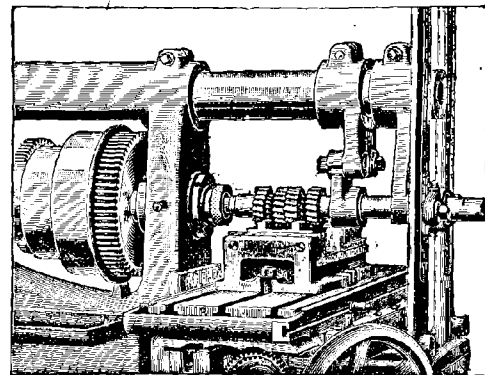


Fig. 721. — Fraisage de rainures.

Sur la table peuvent se monter : 1° l'appareil à diviser et à fraiser hélicoïdalement, représenté installé dans la figure 716 ; ce mouvement rend de grands services pour tailler les engrenages à denture hélicoïdale, les mèches américaines, les tarauds, les alésoirs, etc., il peut également tailler les pignons d'angle. 2° La contre-pointe (fig. 716), qui est d'une disposition très ingénieuse ; elle peut monter ou descendre et s'incliner, la pointe est dégagée dans le plan horizontal et vertical, ce qui permet de fraiser très près du centre dans ces deux positions. 3° Le plateau circulaire qui tourne automa-

tiquement, et qui est muni d'une butée de débrayage automatique ; cet appareil est représenté dans la figure 717 monté sur la table. 4° L'étau pivotant à base graduée, représenté au pied de la machine dans la figure 716. 5° La lunette de soutien qui permet de fraiser les axes de faible diamètre et qui se trouve montée sur la table dans la gravure 716. 6° La table d'équerre pour faire des montages, figurée près de l'étau dans la gravure 716.

Nous donnons dans les figures suivantes quelques exemples des opérations que l'on peut exécuter avec les fraiseuses Kempsmith :

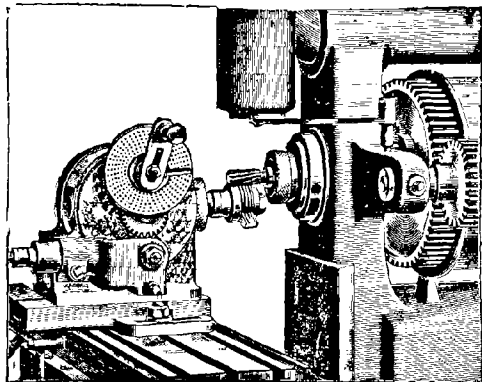


Fig. 722. — Fraisage circulaire d'un secteur.

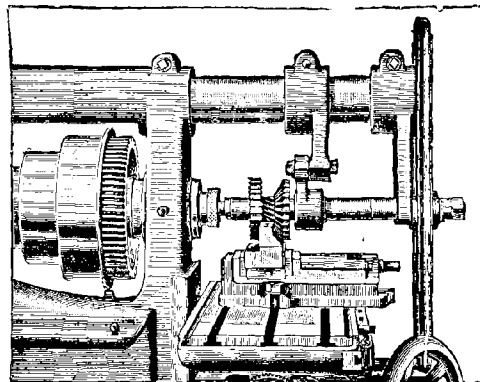


Fig. 723. — Fraisage de forme.

La figure 718 représente ainsi le fraisage d'une fraise à denture hélicoïdale, effectué au moyen de l'appareil à fraiser hélicoïdalement monté sur le plateau.

La figure suivante montre le fraisage d'un carré de manivelle dans un petit arbre maintenu entre pointes.

La figure 720 montre la manière d'opérer pour tailler un pignon d'angle au moyen de l'appareil diviseur.

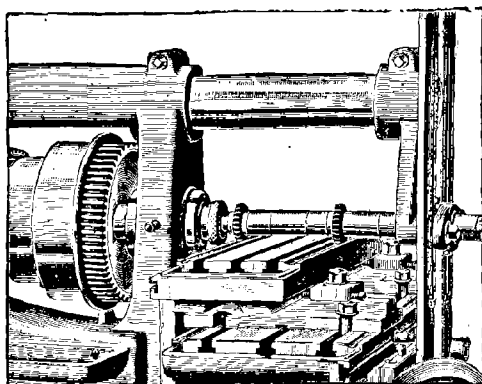


Fig. 724. — Fraisage de rainures pour recevoir l'huile.

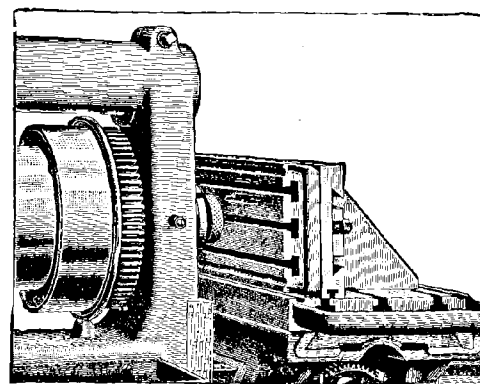


Fig. 725. — Fraisage de rainures en T.

Dans la figure suivante plusieurs fraises montées sur l'arbre horizontal entament des rainures dans un bâti.

La figure 722 représente le fraisage circulaire d'un secteur.

L'emploi des fraises de forme pour la confection de pièces de disposition spéciale, est indiqué par la figure 723.

Dans la figure 724, deux petites fraises convexes pratiquent dans un bâti des petites rainures destinées à recevoir l'huile.

Le fraisage de rainures en T, à l'aide d'une fraise spéciale, est représenté par la figure 725.

Dans la figure 726 l'arbre porte-fraise reçoit une petite scie circulaire pour effectuer le sciage d'un bâti.

La figure 727 représente le fraisage d'une surface plane d'équerre à l'aide d'une fraise à lames mobiles.

Dans la figure suivante l'appareil procède au fraisage d'une coulisse en queue d'aronde.

Enfin, dans la figure 729, la machine est munie de l'appareil à arbre porte-fraise vertical et

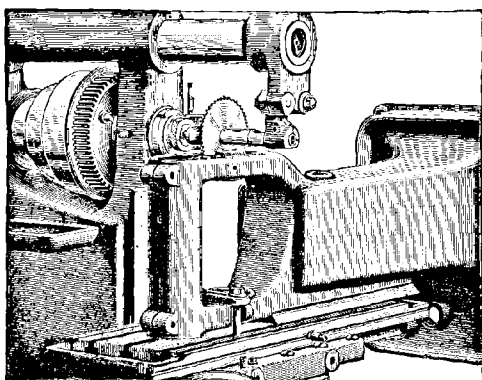


Fig. 726. — Sciage d'un bâti.

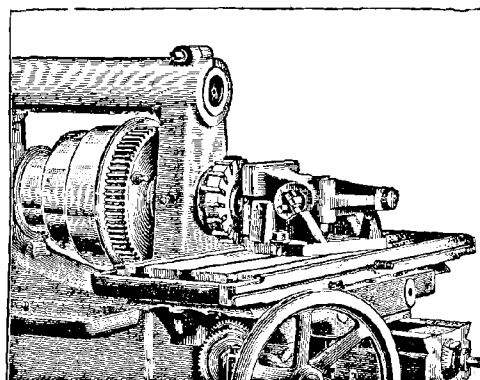


Fig. 727. — Fraisage d'une surface d'équerre.

effectue le fraisage circulaire automatique d'une pièce fixée sur le plateau à mouvement circulaire automatique.

On voit par ces quelques exemples, choisis au hasard entre beaucoup d'autres, qu'elle est la multiplicité des travaux que l'on peut effectuer à l'aide des machines à fraiser, et l'on peut par suite se rendre facilement compte des services considérables que ces machines-outils peuvent rendre à l'industrie mécanique.

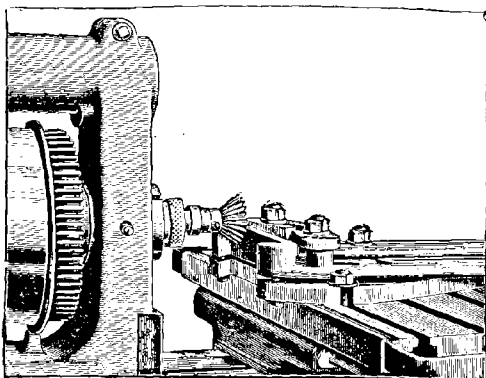


Fig. 728. — Fraisage d'une queue d'aronde.

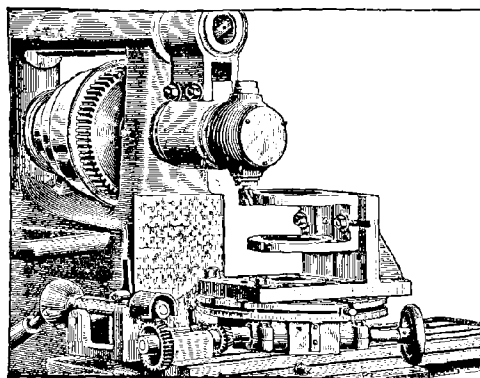


Fig. 729. — Fraisage vertical circulaire automatique.

\*

\*

\*

Contrairement à la précédente, la machine à fraiser de la figure 730, construite par la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, est disposée comme une machine à fraiser verticale. Et c'est pour utiliser la machine comme fraiseuse horizontale, que l'on y adjoint, comme l'indique très clairement la figure 731, un petit arbre porte-fraise horizontal commandé par l'arbre vertical principal, à l'aide d'engrenages d'angle.



En plus de cela, ce nouveau type de fraiseuses est à porte-outil équilibré et à portée variable; c'est-à-dire que la distance de la fraise au bâti est variable, ce qui permet d'augmenter considérablement le champ d'action de la fraise; de plus la course verticale de ces machines est relativement plus grande que dans les autres types; le porte-fraise peut se faire pivotant sur sa tête.

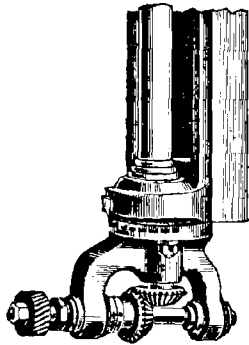


Fig. 731  
Disposition pour fraiser  
horizontalement.

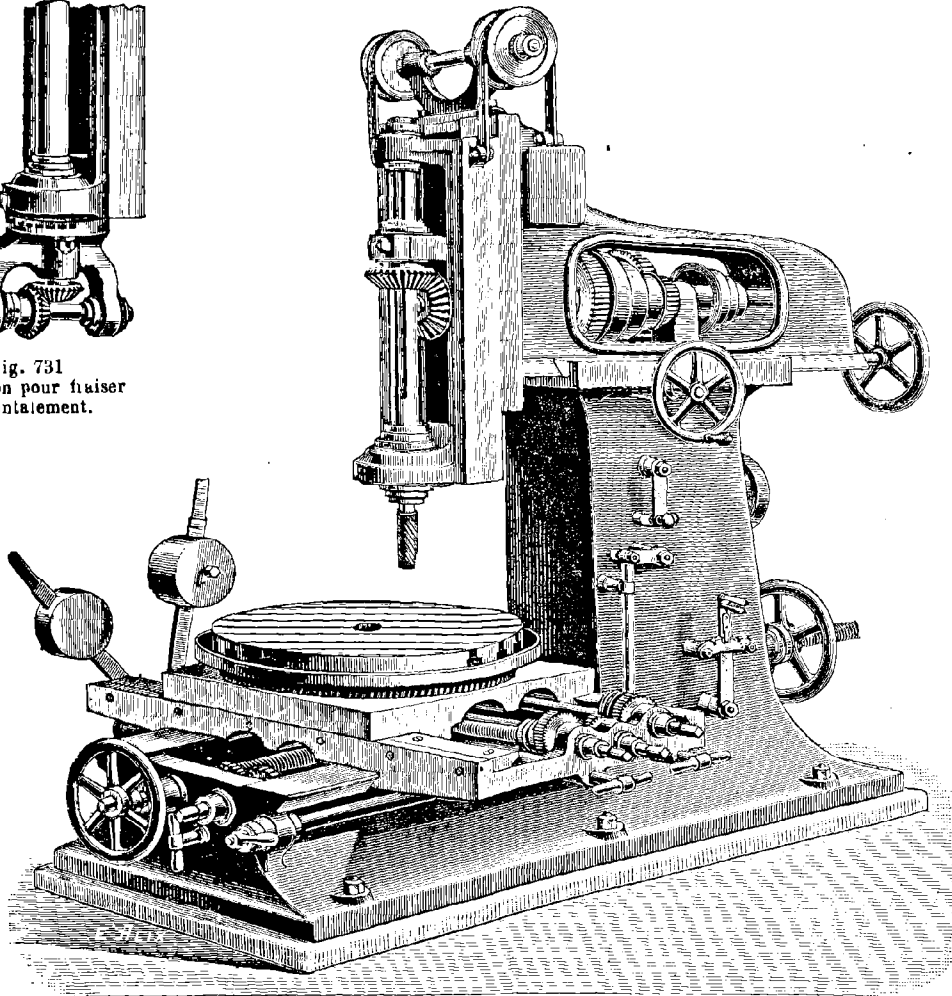


Fig. 730. — Machine à fraiser verticale et horizontale de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>

Un point très important : la disposition des mouvements d'avance est complètement dans l'intérieur du bâti ce qui évite ainsi toute crainte d'accident. Des leviers permettent à l'ouvrier d'embrayer ou de débrayer les mouvements automatiques ou d'en changer la marche, mais aucun engrenage n'est à l'extérieur. Tous les mouvements des chariots possèdent un système de déclenchement automatique. Comme nous l'avons dit plus haut, une tête spéciale peut s'adapter à la machine et permettre de fraiser, percer et aléser horizontalement, tailler des engrenages, etc.

**Machines à fraiser à inclinaisons variables.** — Il peut être parfois très commode, pour faciliter considérablement certaines opérations de fraisage, de disposer d'un arbre porte-fraise pouvant prendre une inclinaison quelconque entre l'horizontale et la verticale. Les machines que

nous venons d'examiner ne peuvent pas procurer cette facilité de travail. C'est pourquoi on a étudié d'autres machines dans lesquelles l'arbre porte-fraise peut prendre une inclinaison quelconque. Nous allons voir comment les différents constructeurs sont arrivés à ce résultat intéressant.

\*  
\*  
\*

La machine à fraiser de la figure 732 construite par MM. Bariquand et Marre présente cette disposition. Cette machine possède deux arbres porte-fraises : l'un horizontal qui reçoit son mouvement directement d'un cône à trois étages muni d'un harnais de changement de vitesse; l'autre vertical et recevant son mouvement du même cône par l'entremise d'une roue dentée à denture hélicoïdale, engrenant avec la grande roue dentée du harnais d'engrenage, et d'un train d'engrenages d'angle.

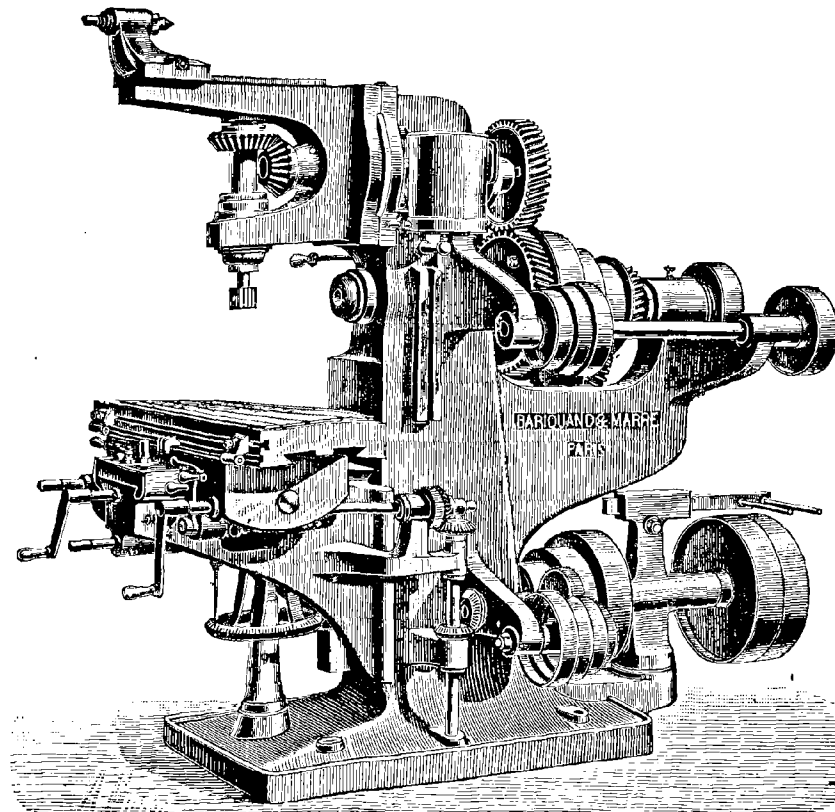


Fig. 732. — Machine à fraiser horizontale, verticale et à inclinaison variable de Bariquand et Marre.

Toutefois ce dernier arbre porte-fraise n'est pas supporté par un bâti fixe et sa tête peut prendre dans un plan vertical toutes les inclinaisons possibles suivant un cercle gradué. De plus, cette tête verticale peut pivoter de  $180^\circ$  de façon à présenter une contre-pointe qui vient soutenir, en cas de besoin, le porte-fraise horizontal pendant son travail.

La commande du mouvement automatique du plateau porte-pièce est disposée pour donner douze vitesses différentes de déplacement; elle permet la marche et le débrayage automatique dans les deux sens en assurant l'immobilité du plateau après l'arrêt, la marche lente pour le fraisage à la main et la marche très rapide du plateau pour le réglage et le changement de pièces. La machine porte son renvoi de mouvement avec débrayage sur le côté du bâti et ne nécessite pas, par suite, l'installation d'une transmission intermédiaire.

\*  
\*  
\*

La figure 733 représente une machine à fraiser Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup> qui présente une disposition analogue à la précédente. Elle possède également deux arbres porte-fraises dont l'un horizontal commandé directement par le cône de commande et l'autre vertical commandé par le même cône au moyen de deux trains d'engrenages, l'un droit et l'autre conique.

Ce dernier arbre porte-fraise peut, d'ailleurs, être incliné sous un angle quelconque à l'aide d'un petit volant commandant une vis sans fin engrenant avec un secteur denté; la figure 734 représente une de ces positions inclinées permettant de fraiser ou même de percer obliquement.

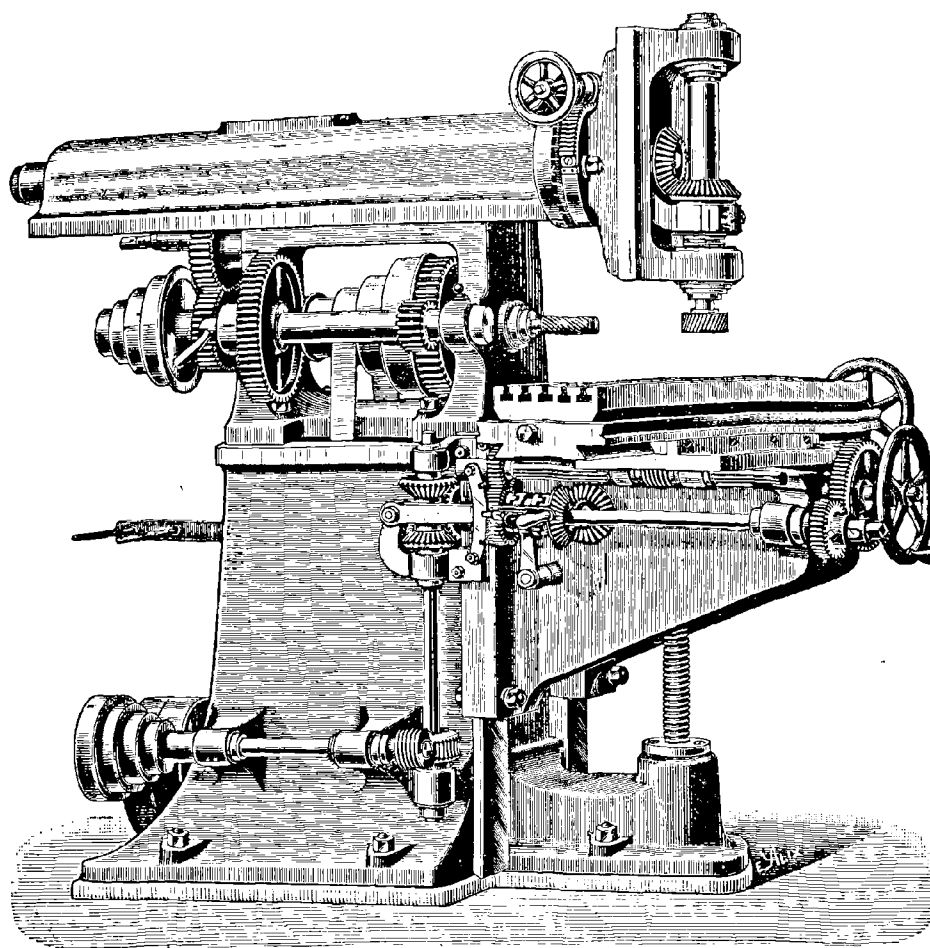


Fig. 733. — Machine à fraiser horizontalement, verticalement et sous une inclinaison quelconque.

La principale particularité de cette machine réside dans ce fait que l'arbre porte-fraise vertical peut recevoir en plus de ses mouvements vertical et de rotation, un mouvement transversal obtenu par le déplacement de toute la partie supérieure du bâti sous l'action d'une vis, ce qui peut, dans certains cas, faciliter considérablement certaines opérations. En somme, ces machines peuvent fraiser horizontalement, verticalement ou obliquement et même souvent dans deux plans à la fois.

Les chariots de ces machines sont très robustes; la commande est aussi forte dans le travail vertical que dans le travail horizontal; les deux mouvements possèdent la même vitesse. Le porte-outil vertical, non seulement, possède une course transversale, mais encore une course verticale et

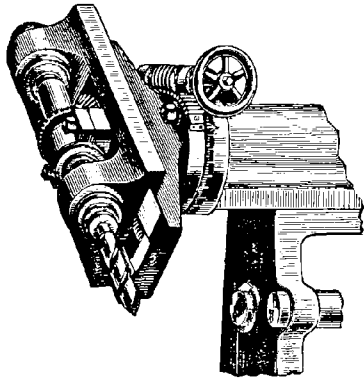


Fig. 734. — Disposition pour fraiser ou percer obliquement.

inclinée, qui permet, ainsi qu'il est dit plus haut, de travailler souvent à la fois dans le plan horizontal et vertical, ce qui est pratiquement impossible dans presque toutes les autres machines. Le

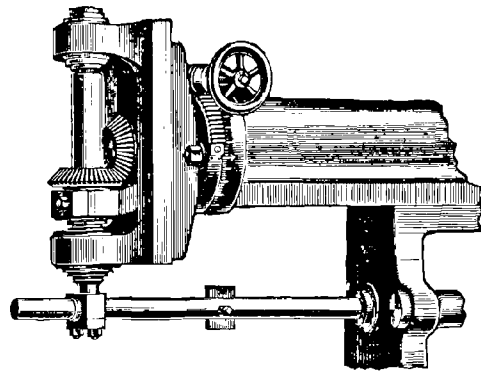


Fig. 735. — Disposition pour fraiser et aléser horizontalement.

renvoi de mouvement est adhérent à chaque fraiseuse, c'est-à-dire que chaque machine possède son débrayage et ses poulies folle et fixe, l'installation en est ainsi très simplifiée; la commande principale est à double harnais d'engrenage.

Pour fraiser horizontalement, une lunette se monte directement sur le porte-fraise vertical sans aucun démontage à effectuer (fig. 735). Tous les mouvements sont automatiques et réversibles, le mouvement longitudinal est à déclenchement automatique.

\*  
\*\*

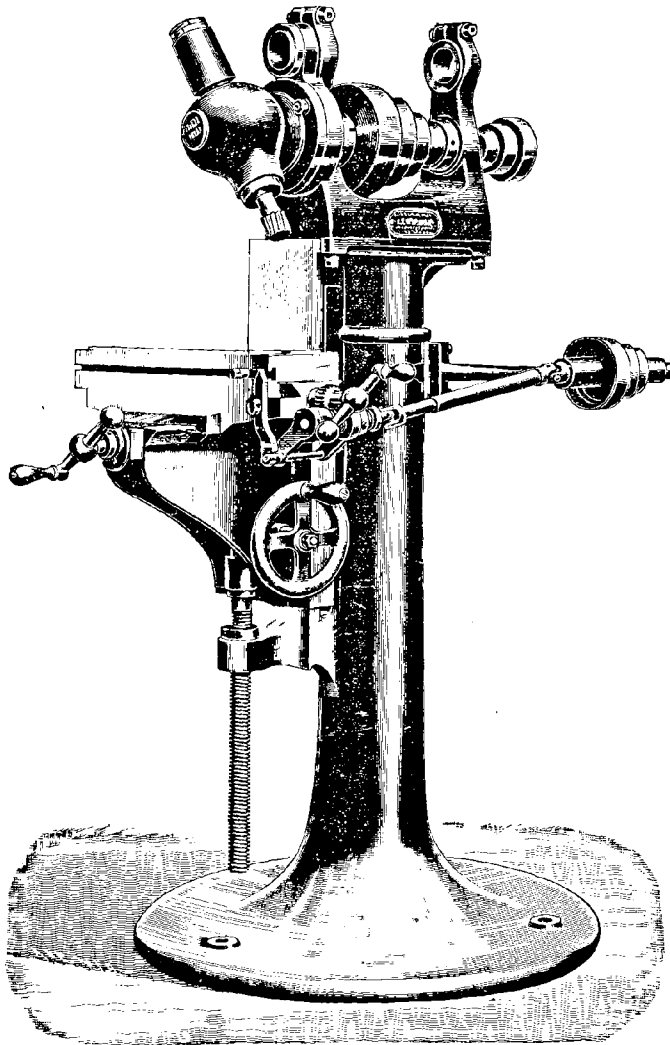


Fig. 736. — Petite machine à fraiser du « Progrès Industriel ».

Dans la petite machine à fraiser du « Progrès Industriel » représentée par la figure 736 il n'existe qu'un seul arbre porte-fraise horizontal, actionné directement par le cône de commande à quatre étages et qui peut être maintenu à son extrémité par une contre-pointe portée par une tige passant dans les deux colliers supérieurs.} Pour fraiser verticalement ou obliquement on fixe à l'extrémité de l'arbre horizontal une monture spéciale pouvant prendre une inclinaison quelconque et portant l'arbre porte-fraise qui est commandé par un train d'engrenages d'angle.

Cette machine peut donc servir de machine verticale ordinaire, machine ver-

ticale pouvant fraiser sous un angle déterminé et comme machine à fraiser horizontale. La tête mobile étant graduée, on trouve immédiatement l'angle désiré.

L'arbre porte-fraise est à ajustement conique avec dispositif pour rattraper le jeu. Il tourne dans des emboîtages en fonte et est en acier cémenté, trempé et rectifié dans les parties frottantes. Les fraises sont maintenues par une longue vis qui traverse l'arbre porte-fraise dans toute sa longueur. Le cône à quatre étages permet de mettre une large courroie.

La table a le mouvement longitudinal automatique. Le diviseur indique les courses transversales; des butées réglables limitent la course à volonté et arrêtent la table au moyen d'un déclenchement automatique. Le mouvement du chariot transversal est donné au moyen d'une manivelle. Le volant à manivelle permet de donner la course dans le sens vertical.

\*  
\* \*

La machine à fraiser « Van Norman Duplex » de la Société Franco-Américaine d'outillage, représentée de face sur son socle par la figure 737 et de profil sans son socle par la figure 738, ne possède qu'un seul arbre porte-fraise. Mais cet arbre est disposé pour être déplacé, et fixé sous n'importe quel angle, de la position verticale à la position horizontale.

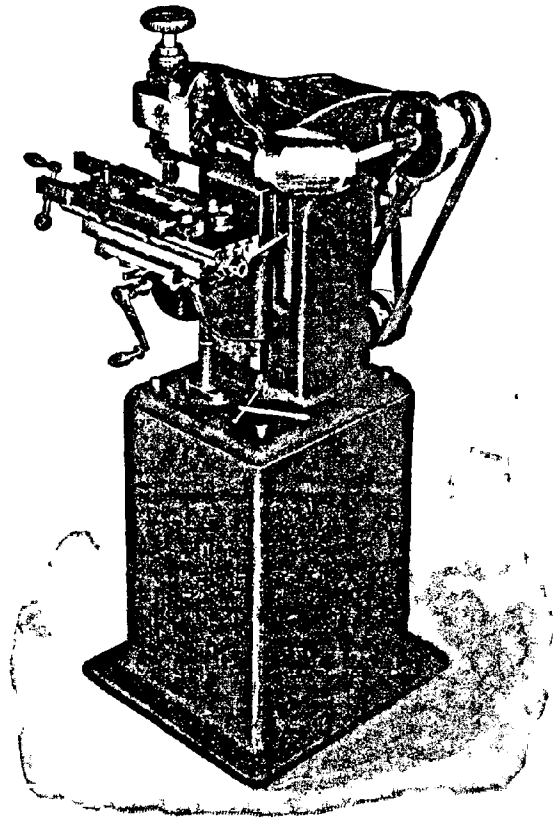


Fig. 737. — Machine à fraiser « Van Norman Duplex » avec socle.

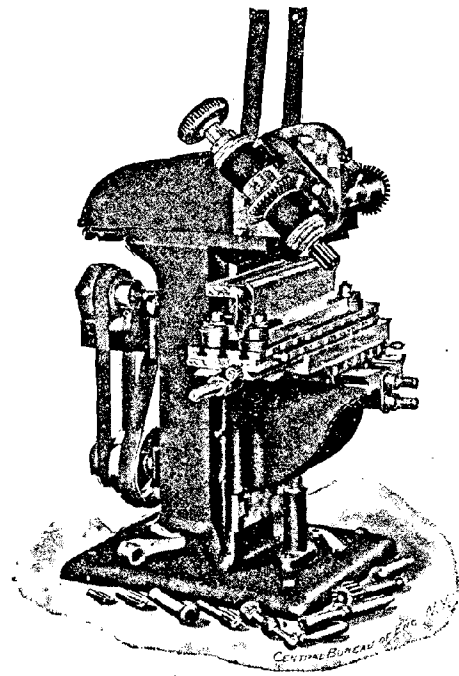


Fig. 738. — Machine à fraiser « Van Norman Duplex » sans socle.

La construction ainsi que le dispositif de la machine sont tels que l'arbre est aussi rigide dans ses différentes positions que dans les machines à arbre fixe. Aucune trépidation n'est donc à craindre, même en enlevant de fortes passes. L'arbre est placé verticalement dans la figure 737, tandis qu'il est incliné à 45° dans la figure 738; dans cette dernière gravure on distingue facilement le mode de pivotement de cet arbre.

\*  
\*  
\*

La fraiseuse universelle de M. Huré, représentée par la figure 739, possède un arbre porte-fraise unique pouvant travailler dans toutes les positions et présente des dispositions véritablement ingénieuses et originales. Notre gravure représente cette fraiseuse opérant la taille d'une roue à dents hélicoïdales. L'arbre porte-fraise étant incliné perpendiculairement à la tangente de l'hélice.

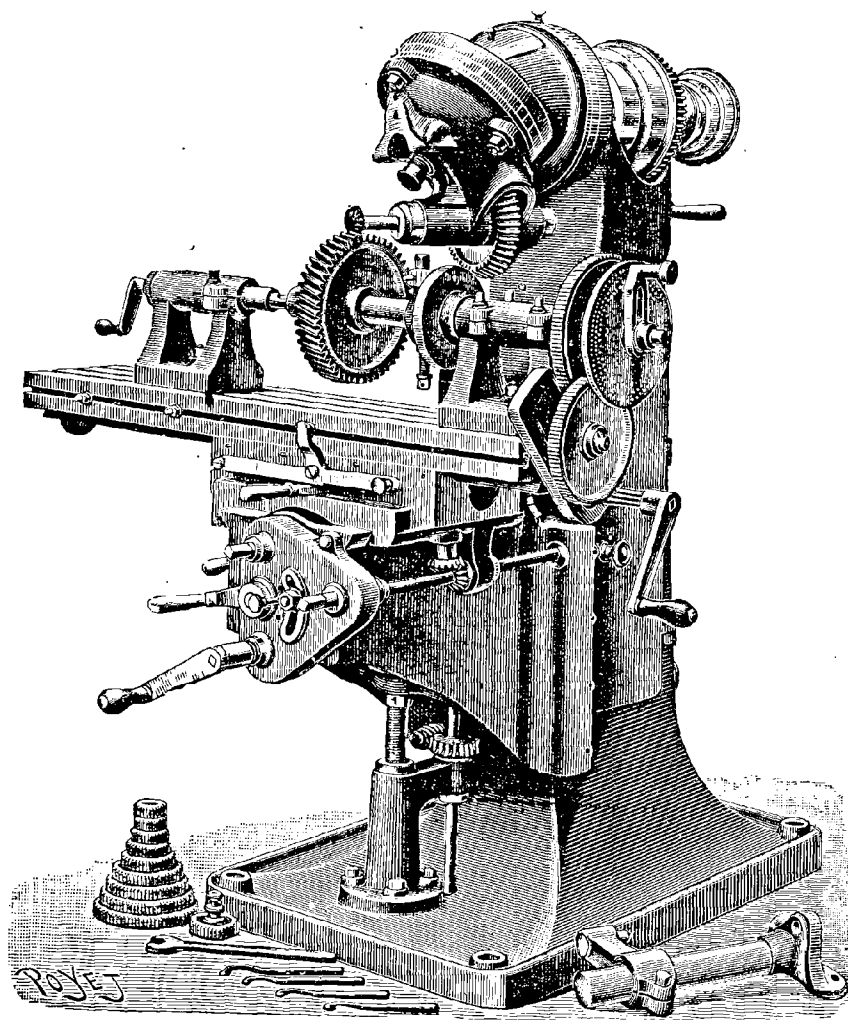


Fig. 739. — Fraiseuse universelle de M. Huré

L'arbre porte-fraise en acier trempé et rectifié peut s'orienter pour travailler : 1° Dans toutes les positions horizontales suivant les génératrices d'un cylindre ; 2° Dans toutes les positions d'un plan vertical suivant les rayons d'un cercle ; 3° Dans toutes les positions des génératrices d'un cône.

Ces divers déplacements de l'arbre se font, sans démonter aucune pièce, par le simple serrage de quelques écrous, ce qui offre l'avantage de la rapidité de manœuvre et la sécurité des organes.

Les différentes positions de l'arbre sont indiquées par des divisions en degrés tracées sur la circonférence des brides des coulisses circulaires avec une précision absolue.

Cette machine peut donc fraiser horizontalement, verticalement et obliquement sous tous les angles; l'arbre porte-fraise peut se placer parallèlement ou perpendiculairement à la table et s'incliner suivant la tangente à une hélice quelconque, pour tailler des fraises, des forets, des engrenages hélicoïdaux, etc., sans incliner la table de la machine.

Tous les organes des mouvements automatiques sont entièrement recouverts et disposés de façon à transmettre le mouvement à chacun des chariots avec changement de marche et faculté d'arrêt automatique ou à la main.

La mise en marche de chacun des cha-

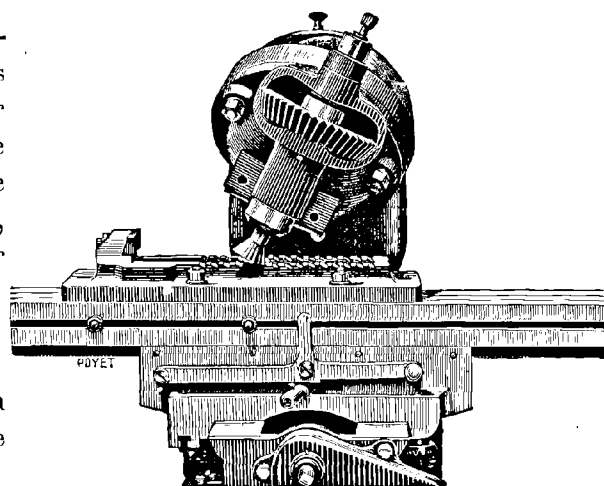


Fig. 740. — Fraiseuse Huré disposée pour fraiser obliquement.

riots s'opère par un levier unique muni de repères indiquant le mouvement commandé.

L'ensemble de toutes ces dispositions forme une machine à fraiser des plus complètes, permettant d'exécuter les travaux les plus variés, sans addition d'accessoires coûteux et encombrants.

Les quatre figures 740, 741, 742 et 743, montrent quelques applications de la fraiseuse universelle Huré, que nous venons de décrire, à des travaux divers.

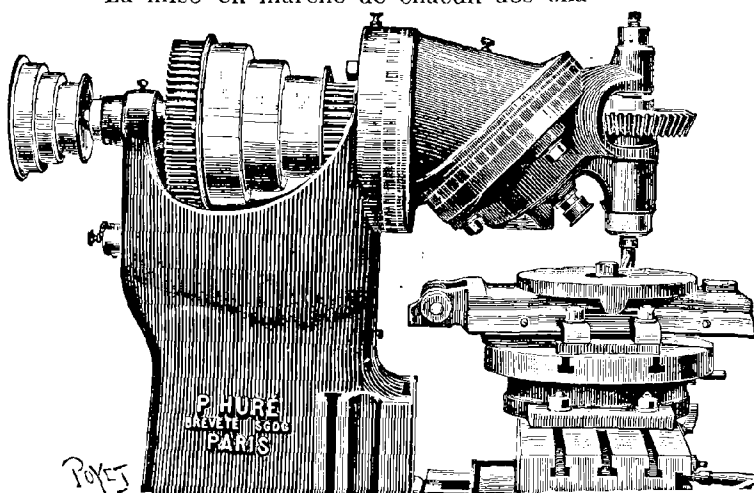


Fig. 741. — Fraiseuse Huré disposée pour fraiser verticalement.

Dans la figure 740, la tête de la machine est vue de face; l'arbre est incliné obliquement pour fraiser une crémaillère à dents de scie. Les divisions sont obtenues par le mouvement de la vis de la table.

Dans la figure 741, la tête de la machine est vue de côté; l'arbre travaille verticalement pour fraiser le pourtour circulaire d'une pièce placée sur un plateau circulaire à mouvement de rotation; la pièce peut évoluer facilement dans tous les sens, suivant les exigences des opérations.

Dans la figure 742, l'arbre est orienté horizontalement suivant une position parallèle à la table, orientation nécessaire pour aléser commodément un bâti de machine à percer.

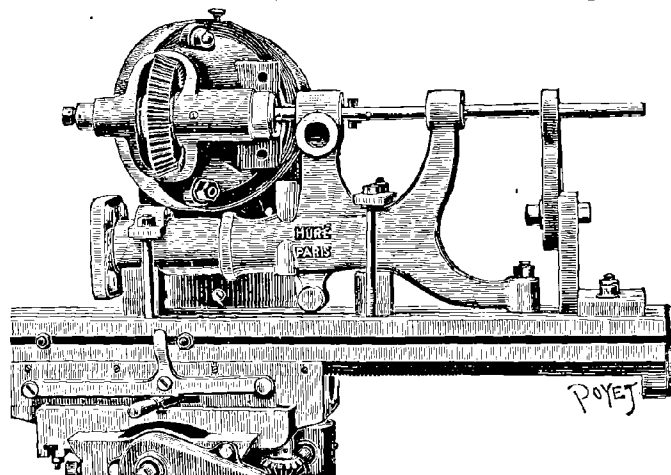


Fig. 742. — Fraiseuse Huré disposée pour aléser horizontalement.

Enfin, la figure 743 montre l'arbre porte-fraise disposé horizontalement, et perpendicu-

lairement à la table, avec la butée à contre-pointe servant à maintenir les fraises travaillant en porte-à-faux.

Ces exemples montrent nettement quels avantages peut procurer l'emploi de ce genre de machine qui a d'ailleurs été très apprécié dans l'industrie et a déjà reçu de très nombreuses applications.

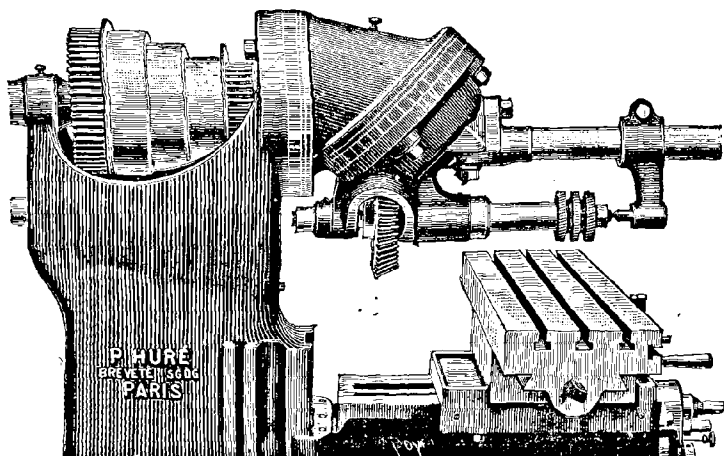


Fig. 743. — Fraiseuse Huré disposée pour fraiser horizontalement.

caractéristiques, il existe un grand nombre de fraiseuses spécialement construites pour un usage

**Machines à fraiser spéciales.** — En plus des machines à fraiser ordinaires dont nous venons de passer en revue les types les plus particuliers et pour la fabrication automatique d'un grand nombre de pièces semblables. Il est naturellement impossible de décrire toutes les innombrables machines de ce genre qui ont été créées, aussi nous contenterons-nous d'en citer quelques-unes.

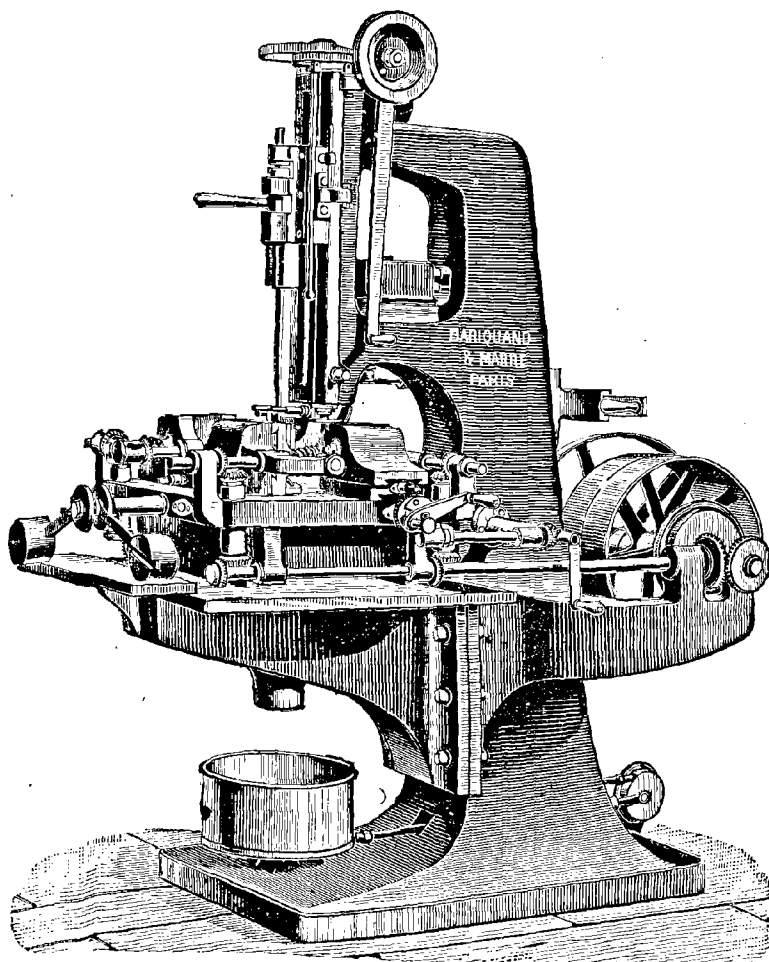


Fig. 744. — Machine à fraiser quadruple de Bariquand et Marie.

La figure 744 représente une machine à fraiser quadruple de MM. Bariquand et Marre. Cette machine est construite pour fraiser, en une seule opération, les quatre côtés d'une pièce quadrangulaire ou conique, et elle s'applique en particulier au fraisage des épées baïonnettes. Cette fraiseuse se distingue pour la rapidité, la commodité et le fini du travail.

La marche et l'arrêt de cette machine sont automatiques, de sorte qu'un ouvrier en peut conduire plusieurs à la fois, d'où il résulte une économie considérable dans la production.



\*  
\*  
\*

La fraiseuse représentée par la figure 745 et construite par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Mulhouse est destinée à reproduire des pièces d'après un gabarit et à fraiser des corps cylindriques ou des pièces de formes.

Elle se compose d'une table montée sur un socle ; d'une poupée portant sur le même arbre la pièce à fraiser et un gabarit ; et d'un support oscillant qui reçoit la fraise taillante et qui porte un gulet devant reposer sur le gabarit, pour donner à la pièce à travailler la forme de ce gabarit.

Le mouvement de rotation de la pièce à travailler est produit à la main ou automatiquement, avec déclenchement automatique.

**Accessoires des machines à fraiser.** — Pour utiliser les machines à fraiser avec le maximum de commodité et de rendement, on fut naturellement conduit à créer une série d'accessoires qui facilitent le travail et permettent d'étendre les applications des fraiseuses. Chaque constructeur a ainsi réalisé une série de pièces accessoires qui viennent compléter leurs fraiseuses. Pour donner une idée de ces appareils à nos lecteurs, nous allons rapidement énumérer et décrire les accessoires de fraiseuses construits par la maison Bariquand et Marre.

Il y a d'abord l'étau (fig. 746), qui permet de serrer rapidement des pièces de toutes formes et remplace les montages spéciaux toujours coûteux. Il se compose de deux parties : la semelle qui se fixe sur le plateau de la fraiseuse, et l'étau proprement dit, qui peut pivoter sur la semelle en prenant une inclinaison quelconque déterminée au moyen d'un cercle gradué. Les mordaches qui serrent la pièce à fraiser sont en acier et fixées par de longues vis disposées pour un démontage extérieur facile ; ces mordaches sont les parties qui doivent être appropriées à chaque travail et qui sont entaillées, percées, etc., suivant les besoins. Entre elles on place des chevalets de différentes hauteurs sur lesquels on appuie les pièces à fraiser.

L'appareil à fraiser les pans (fig. 747), est spécialement destiné à fraiser les pièces à divisions régulières telles que les carrés, les six pans, etc. L'arbre est monté à cône dans le bâti pour éviter le jeu. La pièce est serrée dans un manchon extensible entre trois chiens rapportés et qu'on

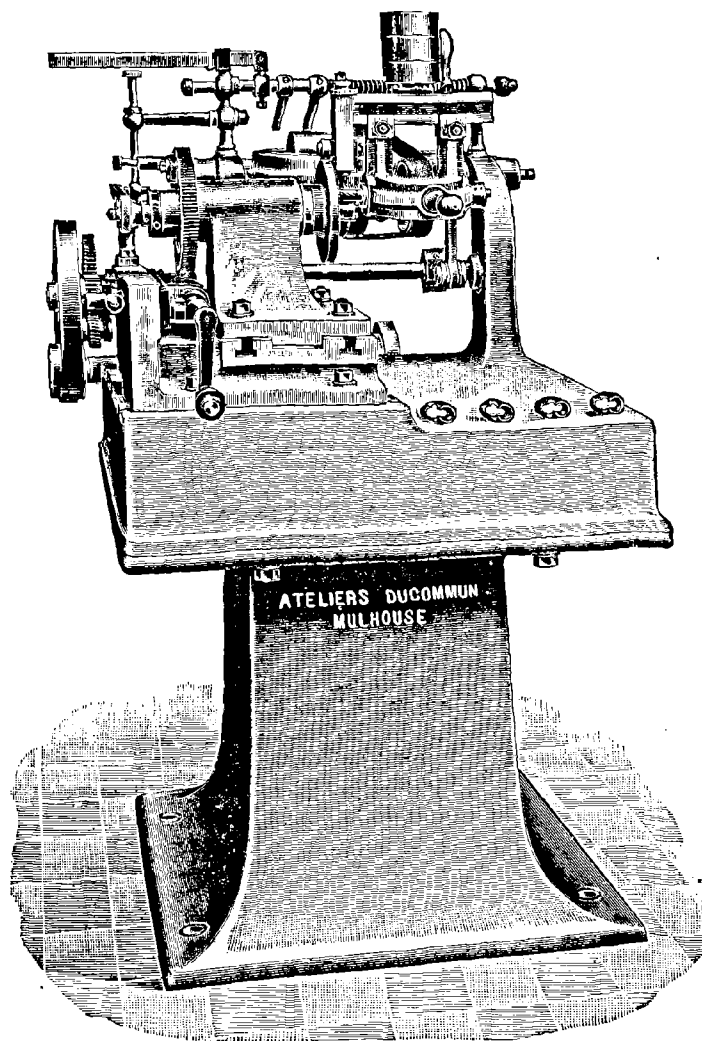


Fig. 745. — Machine à fraiser sur gabarit des ateliers Ducommun.

peut changer suivant le diamètre (30 millimètres au maximum). Les pièces taraudées ou lisses telles que les écrous s'adaptent sur un nez dont la tige cylindrique, munie d'une manivelle, peut se mou-

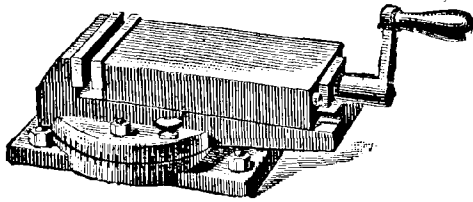


Fig. 746. — Etai pour fraiseuse

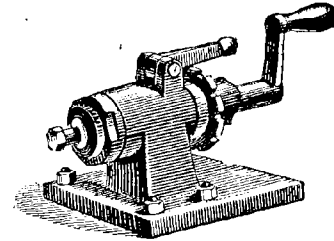


Fig. 747. — Appareil à fraiser les pans.

voir à friction dure dans le manchon, ce qui permet de placer toujours les faces ébauchées de la pièce brute parallèlement à la fraise. Un levier alidade s'engage dans les échancrures du plateau et permet de donner à la pièce les positions correspondant aux divisions.

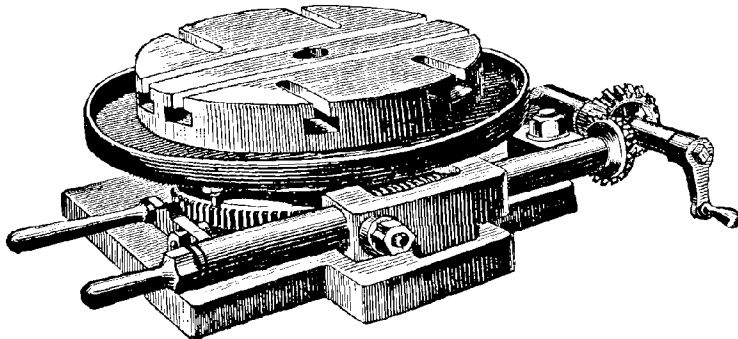


Fig. 748. — Appareil à plateau pour fraiser circulairement.

sans fin montée sur une bascule que l'on peut à volonté embrayer et débrayer à la main ou automatiquement à n'importe quel point de la course.

L'appareil à plateau, pour fraiser circulairement, représenté par la figure 749, comporte un débrayage à main ou automatique, obtenu au moyen d'une noix logée dans la bascule même, de

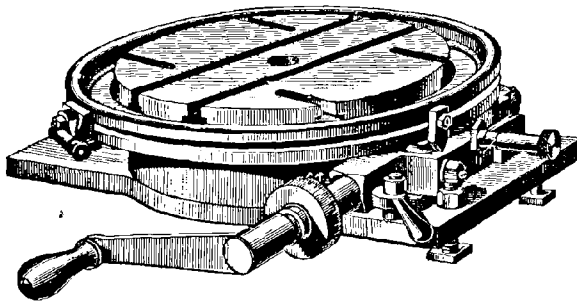


Fig. 749. — Appareil à plateau perfectionné pour fraisage circulaire.

sorte que la vis sans fin reste en prise après l'arrêt et assure l'immobilité du plateau. La bascule à vis est disposée pour obtenir un embrayage et un débrayage rapides avec rattrapage de jeu. Deux butées micrométriques réglables sont disposées le long de la couronne extérieure du plateau. Enfin l'arbre de la vis sans fin porte un tambour divisé qui permet de faire les centièmes de tour et de se servir de cet appareil comme d'un diviseur de précision.

Les deux appareils décrits ci-dessus peuvent être disposés pour la reproduction circulaire des cames-plateaux ou des pièces mécaniques. Pour cela le plateau est disposé comme l'indique la figure 750, pour glisser sur la plateforme sous l'effort d'un contrepoids suspendu par des lames flexibles passant sur des galets. Un porte-galet fixé sur la plateforme sert d'appui au gabarit.

L'appareil à double entraînement, des mêmes constructeurs, est disposé pour fraiser les pièces circulaires profilées et qui exigent un entraînement à chaque extrémité. Les moyeux de cycles, par exemple, sont fraisés automatiquement et très économiquement avec cet appareil, au

lieu d'être tournés. La pièce est portée aux deux extrémités de son axe par des mandrins qui reçoivent un mouvement de rotation continu, une commande spéciale rend ce mouvement simultané du mouvement longitudinal de la plateforme, de telle sorte que le fraisage est entièrement automatique.

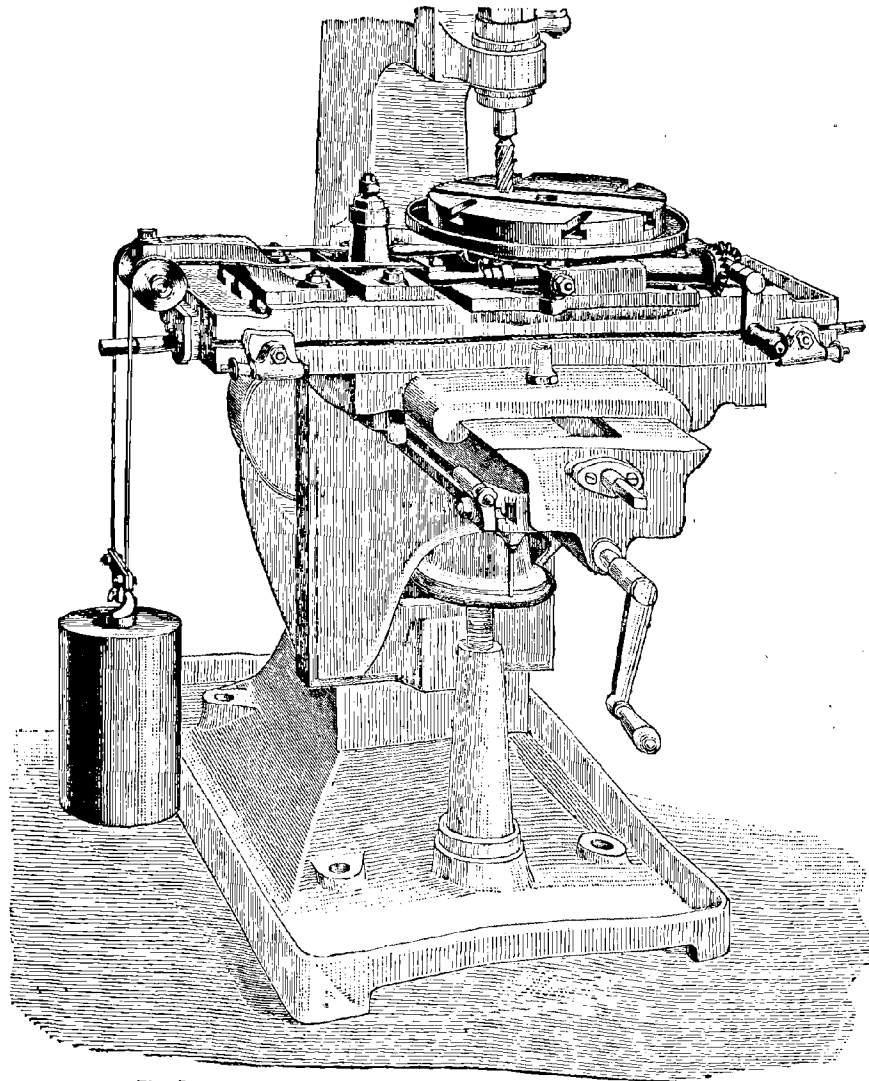


Fig. 750. — Appareil à plateau disposé pour la reproduction circulaire.

L'appareil représenté par la figure 751, permet de tailler des crémaillères d'une longueur égale à la course de la plateforme dans des barres quelconques. Il se monte sur le support de la contre-pointe d'une machine horizontale et reçoit son mouvement de l'arbre même de la machine. La division est obtenue au moyen d'un plateau diviseur ou d'un barillet monté sur la vis de la plateforme.

L'appareil de la figure 752 est destiné à fraisage circulairement ; le mouvement rotatif est à axe horizontal et s'emploie, parallèlement au montage à axe vertical, suivant la facilité de disposer la pièce sur l'appareil pour l'opération de fraisage à effectuer sur les machines verticales ou horizontales. Il se compose d'une poupée à socle et d'une tête mobile réglable. Cette seconde tête sert

de support à un arbre horizontal ou bien elle est disposée en contre-pointe analogue à celle d'un tour. Le manchon de la poupée tourne soit librement à la main, soit à la main et automatiquement par l'intermédiaire d'une vis sans fin montée sur bascule. Le mouvement automatique s'arrête à la main ou automatiquement en tout point de la course. Ce mouvement automatique est obtenu pour cet appareil comme pour les précédents, à l'aide de l'appareil de commande des montages automatiques, représenté par la figure 753.

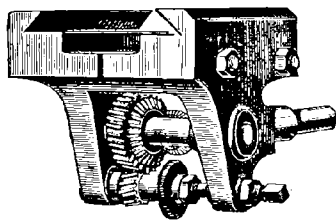


Fig. 751. — Appareil à tailler les crémaillères.

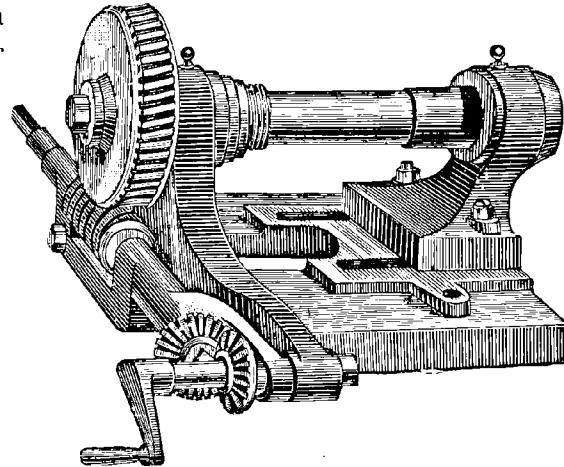


Fig. 752. — Appareil pour fraiser circulairement.

Cet appareil a en effet pour but de transmettre le mouvement automatique à tous les montages spéciaux, qui se fixent sur les machines à fraiser. Il se compose d'une lyre portant une combinaison de roues réglables qui prend son mouvement sur l'arbre supérieur du mouvement automatique des machines, et sa position est assurée par une équerre qui se fixe sur une rainure dans

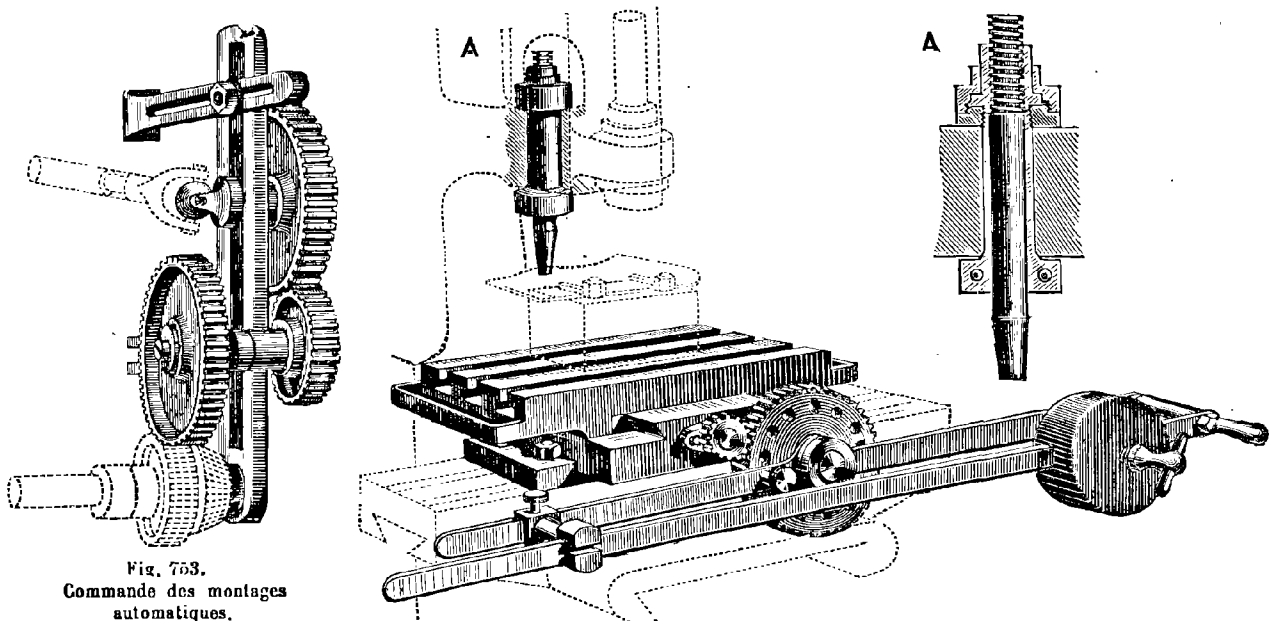


Fig. 753.  
Commande des montages  
automatiques.

Fig. 754. — Appareil pour reproduire à mouvement horizontal.

le bâti de la fraiseuse. La combinaison des pièces de cet appareil est faite de telle manière qu'une fois en place, les trois mouvements perpendiculaires de la machine sont libres et conservent toutes leurs propriétés de réglage et de marche.

L'appareil pour reproduire à mouvement horizontal représenté par la figure 754 est destiné

au fraisage des pièces de forme d'après un gabarit reproducteur. Il se fixe sur la plateforme des machines à fraiser et se compose, comme le montre le dessin, d'un plateau mobile sur un socle au moyen d'un système de vis, roues dentées, leviers et contrepoids. Le plateau porte la pièce à fraiser et le gabarit, et pendant le mouvement automatique même de la machine, la pression du contrepoids fait suivre au plateau la forme du gabarit qui se reproduit ainsi sur la pièce. La gravure montre en A la tou-

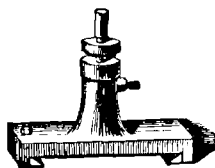


Fig. 755. — Porte-touche.

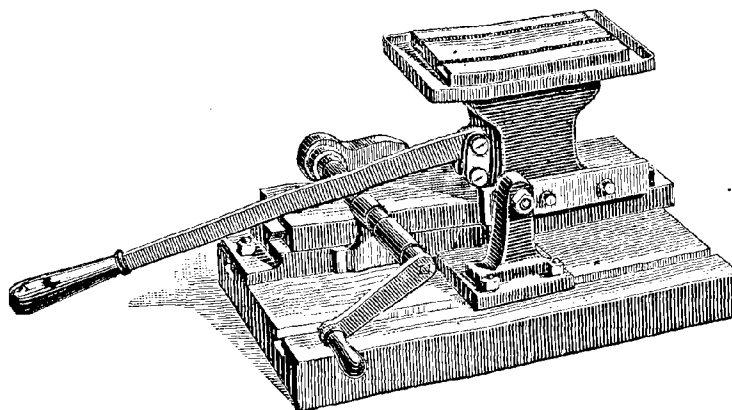


Fig. 756. — Appareil pour reproduire à mouvement vertical.

che d'appui du gabarit de reproduction. Cette touche se monte dans un logement spécialement alésé dans la tête de la machine, et elle est disposée pour recevoir un mouvement de réglage vertical. On construit également des porte-touches de reproduction, s'adaptant sur la potence des machines à fraiser; la figure 755 représente la disposition adoptée dans ce dernier cas.

L'appareil pour reproduire, à mouvement vertical, représenté par la figure 756, s'applique à la reproduction rapide sur 20 centimètres de longueur de tout profil dont les saillies n'excèdent pas 4 centimètres. La coulisse verticale est commandée par un levier à la main qui appuie constamment le gabarit qu'elle porte sur un galet fixe. Toutes les parties de la pièce à exécuter viennent successivement sous la fraise pendant le mouvement de la coulisse horizontale, qui est mue au moyen d'une manivelle et d'un pignon agissant sur une crémaillère. Cet appareil s'adapte sur les machines à fraiser horizontales et donne la reproduction rapide et parfaite de tout profil.

L'appareil pour reproduire, à mouvement automatique, représenté par la figure 757, est analogue comme fonctionnement au précédent; mais il possède un système de vis à roues dentées, levier et contrepoids semblables à ceux de l'appareil à mouvement horizontal (fig. 754) et il peut donner comme ce dernier des reproductions automatiques.

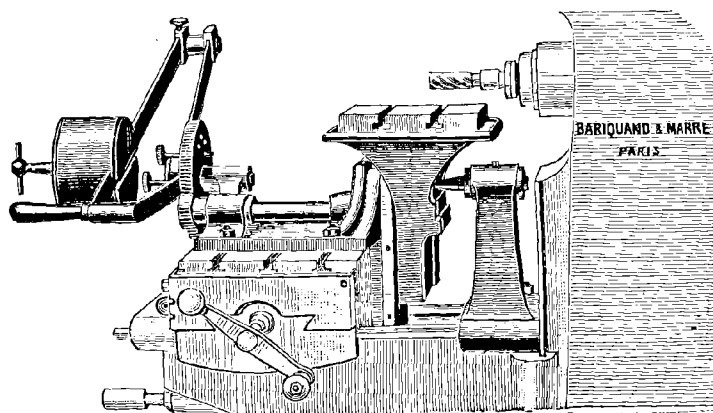


Fig. 757. — Appareil à reproduire à mouvement vertical automatique.

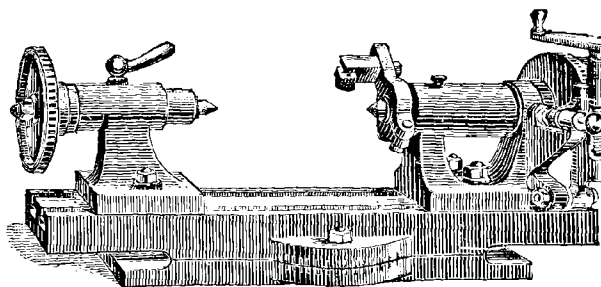


Fig. 758. — Appareil diviseur avec contre-pointe.

Notre figure 758 représente un appareil diviseur avec contre-pointe et coulisse pivotante. Cet appareil sert à monter en pointe ou en l'air toute pièce à fraiser qui doit être divisée. Monté sur la coulisse pivotante comme il est représenté sur notre gravure, il sert à tailler les fraises cylindriques ou coniques à dents rectilignes, à dégager les tarauds, à tailler les alésoirs, les engrenages droits et coniques. Les divisions les plus usuelles sont données par un cylindre divisé et par une alidade ; ce cylindre porte les divisions de 56, 72, 80, 100, 120 ; les autres nombres s'obtiennent au moyen d'une vis tangente, munie d'un barillet portant 100 divisions. La position de la pièce montée sur l'appareil est réglable au moyen d'un serrage extensible qui fixe le cylindre diviseur.

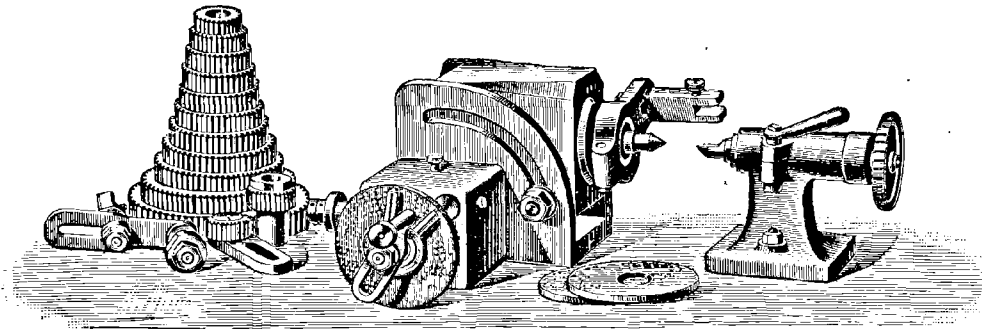


Fig. 759. — Appareil diviseur universel pour fraiser en hélice.

Les mêmes constructeurs ont également établi un appareil diviseur spécialement disposé pour tailler les pignons d'angle. On peut, avec cet appareil, tailler à la fraise sur une machine à fraiser verticale des pignons d'angle de 120 millimètres de diamètre sur 50 millimètres de largeur. Deux plateaux divisés, réglables l'un par rapport à l'autre, remplacent le tambour de l'appareil ordinaire. On taille un côté des dents en se servant du premier plateau pour donner la division. Pour le deuxième côté, l'autre plateau convenablement réglé donne immédiatement la division avec le déplacement angulaire. Il y a lieu de faire varier pour la deuxième opération la hauteur de la potence.

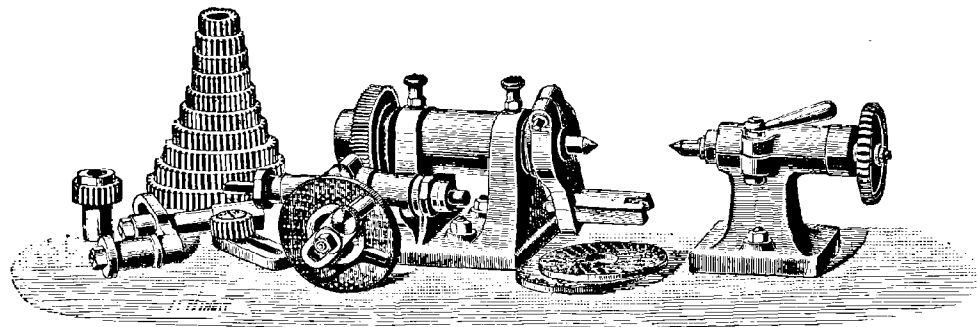


Fig. 760. — Appareil diviseur simple pour fraiser en hélice.

L'appareil diviseur universel pour fraiser en hélice représenté par la figure 759, s'emploie sur les machines à fraiser universelles horizontales ou horizontales et verticales, pour le travail à la fraise des pièces divisées, telles que : les fraises cylindriques ou coniques à denture rectiligne ou hélicoïdale, les tarauds ordinaires, les tarauds et vis-mères, les alésoirs, les engrenages droits, coniques ou hélicoïdaux, etc. Cet appareil est disposé pour permettre, au moyen de roues dentées, de combiner le mouvement de rotation de son arbre avec le mouvement de translation de la plateforme de la machine à fraiser sur laquelle il se monte. De cette combinaison résulte une hélice. La

poupée peut s'incliner de 0 à 90°. La vis sans fin embraye avec la roue de la poupée par un dispositif à rattrapage de jeu. Son arbre porte l'alidade à piston qui suit le disque divisé. Les accessoires de l'appareil sont : 3 disques divisés permettant d'exécuter toutes les divisions de 2 à 50 et tous leurs multiples par les nombres 2, 4, 5, 8, 10, 20, soit en tout 330 divisions de 2 à 980 ; 12 roues à denture taillée ; une bague porte-roue se montant sur la vis de la machine ; une lyre pour monter les roues intermédiaires ; un pignon avec son support pour changer le sens du pas de l'hélice.

L'appareil diviseur simple pour fraiser en hélice, représenté par la figure 760, est à poupée fixe, et il peut remplacer l'appareil universel, dans tous les cas où l'oscillation de la poupée n'est pas nécessaire. Il sert à faire toutes les pièces cylindriques divisées à rainures droites ou hélicoïdales. Combiné à la coulisse pivotante (fig. 758), il sert à l'usinage des pièces coniques divisées. Comme l'appareil universel, il permet de combiner le mouvement de rotation de son arbre et le mouvement de translation de la plateforme sur laquelle il est monté. Les accessoires sont les mêmes que pour l'appareil universel.

Avec ces appareils, le pas de l'hélice se calcule comme pour un tour, en considérant que le pas de la vis de la plateforme est 5 millimètres et que la commande par vis sans fin introduit un rapport de vitesse de 1/40. La série de roues comprend celles de 24, 24, 28, 28, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 86, 100 dents. Chaque appareil possède d'ailleurs un tableau des pas principaux.

Le calcul des divisions se fait de la manière suivante : En considérant que, par la commande à vis sans fin, 1 tour de la poupée correspond à 40 tours de l'alidade, pour diviser une pièce en N parties, on fera pour chaque partie  $\frac{40}{N}$  tours ; on transformera cette fraction, de façon que le dénominateur soit un des nombres de division des disques. Pour diviser une pièce en 13, par exemple, chaque division correspondra à  $\frac{40}{13}$  ou  $3 + \frac{1}{13}$  ou  $3 + \frac{3}{39}$  ; on fera donc 3 tours plus 3 divisions de 39. Chaque appareil possède un tableau des divisions de 1 à 50.

Les différents appareils accessoires, que nous venons de décrire, montrent le grand nombre d'opérations différentes et compliquées, auxquelles se prêtent les machines à fraiser. Les fraiseuses constituent donc une machine-outil des plus précieuses, dont l'usage a contribué dans une grande mesure au grandiose développement qu'a pris dans ces dernières années l'industrie métallurgique ; ce développement ira d'ailleurs sans cesse en s'accroissant, tout en ayant une repercussion immédiate et bienfaisante sur toutes les autres industries.

## CHAPITRE QUATRIÈME

**LES MACHINES A RABOTER.** — Les machines à raboter sont destinées à entamer des objets de métal suivant une surface plane ; elles permettent de dresser des surfaces planes de très grandes dimensions avec grande facilité et très économiquement.

Avant l'introduction de ces machines dans les ateliers de constructions mécaniques il était impossible de dresser avec précision des surfaces planes dépassant une certaine dimension et on devait passer un temps considérable pour arriver à des résultats très approximatifs.

Avec les raboteuses, au contraire, il suffit maintenant de disposer convenablement la surface à dresser sur la table de l'appareil et de mettre celui-ci en mouvement, pour que le travail se fasse rapidement, automatiquement, et avec une précision parfaite. Le développement des machines à raboter dans les ateliers de constructions mécaniques a donc réalisé un grand progrès.

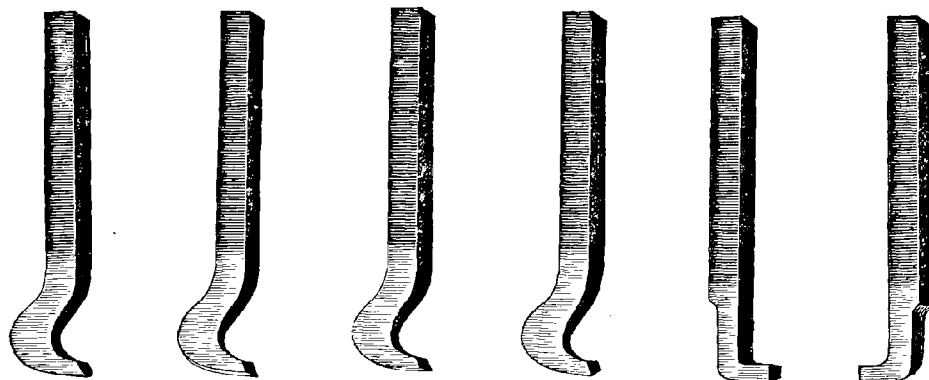


Fig. 761. — Outils en acier fondu pour raboteuse.

Le principe de la machine à raboter est le suivant : Un outil d'acier, terminé par une partie coupante et tortement maintenu verticalement dans un bâti, reçoit un mouvement rectiligne ; on présente une surface plane à la partie coupante de l'outil qui y trace une incision rectiligne ; l'outil revient alors à sa position primitive sans travailler par suite d'une disposition qui le laisse libre durant ce temps ; il reçoit alors automatiquement, par un cliquet, un léger déplacement latéral, puis reprend sa course longitudinale, entamant une nouvelle incision à côté de la première. Cette même opération se reproduisant jusqu'au moment où toute la surface de la partie plane ait été soumise à l'action de l'outil, on comprend facilement qu'elle se trouve parfaitement dressée une fois l'opération terminée.

En réalité, dans la plupart des raboteuses de grandes dimensions, l'outil reste immobile durant le travail et c'est, au contraire, la table portant l'objet à raboter, qui reçoit le mouvement de translation longitudinal, et vient, par conséquent, présenter la surface à dresser à la partie cou-

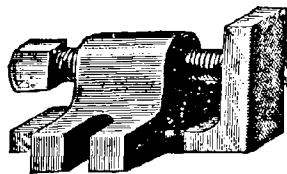


Fig. 762. — Griffe pour machines à raboter.

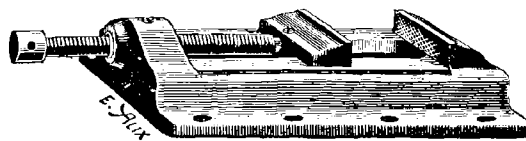


Fig. 763. — Etau modèle ordinaire.

pante de l'outil ; ce dernier reçoit simplement, à chaque course, le léger mouvement de déplacement latéral nécessaire pour qu'il rencontre et entame à la course suivante une nouvelle portion de la surface à dresser.

Toutefois, dans les machines de petites dimensions, la pièce reste immobile et c'est le bâti de l'outil qui reçoit le mouvement de translation longitudinale ; en revanche, c'est la table porte-pièce qui se déplace à chaque course de la quantité voulue pour une nouvelle coupe. Les petites machines à raboter qui présentent cette disposition reçoivent le nom d'étaux-limeurs, tandis qu'on réserve le terme de machines à raboter pour les appareils présentant la disposition inverse.



Nous adopterons donc ce mode de classification admis dans l'industrie et, d'ailleurs, très logique, et nous étudierons successivement les étaux-limeurs et ensuite les machines à raboter après, toutefois, avoir dit quelques mots des outils utilisés dans ces deux genres d'appareils.

**Outils pour raboteuses.** — Les outils employés dans les machines à raboter sont constitués d'une tige d'acier carrée dont l'extrémité aplatie et affûtée est recourbée de telle sorte que la partie coupante présente une grande résistance dans le sens de la coupe.

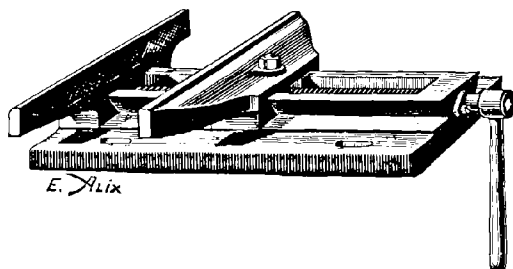


Fig. 764. — Etou avec serrage en bout.

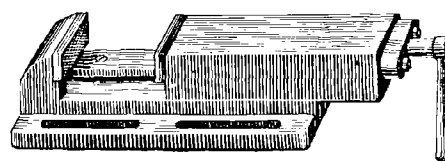


Fig. 765. — Etou à vis cachée.

Notre figure 761 représente une série d'outils en acier fondu pour raboteuse; les quatre premiers ne diffèrent entre eux que par la largeur et la forme de la partie coupante; celle-ci, angulaire chez les uns, est, au contraire, arrondie chez les autres, ou bien encore présente une partie droite parallèle à la surface de coupe; dans les deux derniers, la partie coupante est, contrairement aux précédents, disposée sur le côté. Il est bien évident que la grandeur des outils et la grosseur de la tige d'acier carrée avec laquelle ils sont faits, varient suivant la taille de la machine et l'importance des passes qu'on désire prendre.

Une des principales conditions de bon fonctionnement des raboteuses réside dans le parallélisme des plans de déplacement de la table porte-objet et du chariot porte-outil.

La course, de l'outil dans les étaux-limeurs et de la table dans les raboteuses, étant variable avec la longueur des surfaces à dresser, il est bon, pour obtenir le maximum de rapidité dans le travail, de régler cette course juste à la longueur nécessaire.

Il est également indispensable, pour un bon travail, que la pièce à travailler soit fixée bien de niveau et très solidement sur la table porte-objet, de manière qu'aucune oscillation ne puisse se produire pendant les coupes, ce qui nuirait naturellement à la précision du travail.

Cette fixation des pièces peut se faire soit dans des étaux plats, de forme spéciale, dont les figures 763 à 768 représentent quelques types employés par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>; soit encore à l'aide de

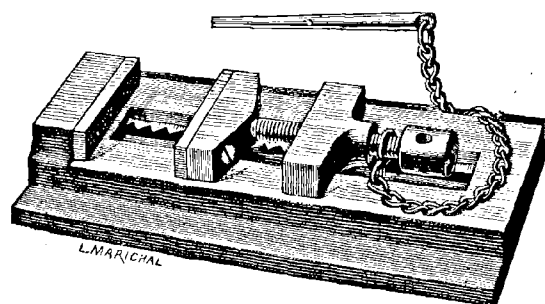


Fig. 766. — Etou Liot à serrage instantané.

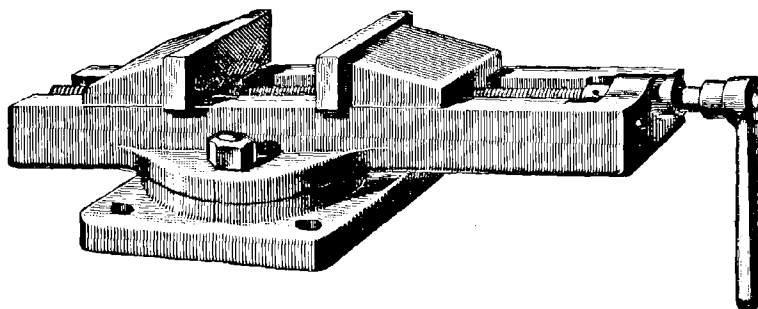


Fig. 767. — Etou parallèle à base tournante.

poupées ou de griffes, comme celle de la figure 762, qui sont boulonnées sur les tables porte-objet dans les rainures en T.

Les étaux utilisés sont très plats, comme le montrent clairement nos figures, pour tenir le minimum de place possible. L'étau de la figure 766 est à serrage instantané, il possède dessous une crémaillère qui permet de rapprocher instantanément les mâchoires, de telle sorte que quelques tours de la vis suffisent à effectuer le serrage. L'étau parallèle de la figure 767, est à base tournante montée sur patin carré; les mâchoires sont toutes les deux mobiles et se rapprochent ou s'éloignent sous l'action de la vis dont la moitié est filetée à gauche et l'autre moitié à droite, de telle sorte que les mâchoires prennent une marche contraire par sa rotation.

Enfin, l'étau de la figure 768, est à base tournante graduée, une de ses mâchoires peut pivoter de manière à pouvoir serrer automatiquement des pièces obliques comme l'indique la gravure.

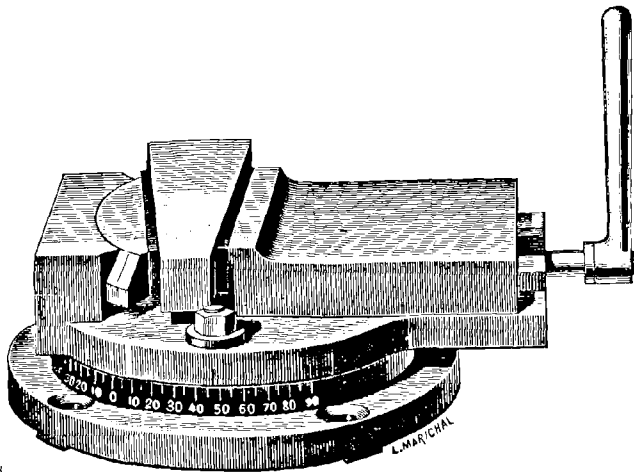


Fig. 768. — Etau à base tournante graduée et serrage automatique des pièces obliques.

Pour dresser convenablement une surface plane, il est ordinairement nécessaire de faire plusieurs passes avant d'arriver au résultat voulu. Les premières passes peuvent être très fortes, mais comme dans ce cas, la surface plane obtenue est, en réalité, constituée par une série de sillons plus ou moins prononcés, il est nécessaire, pour terminer, si on veut avoir un travail fini, de faire une ou deux dernières passes très légères avec un outil présentant une partie coupante plate, plus large que le déplacement transversal réalisé après

chaque coupe, déplacement qu'on peut également réduire au minimum pour obtenir plus de précision. On comprend facilement que ces dernières passes rabotent les côtes produites par les autres passes et font disparaître les sillons. On peut de cette manière obtenir des surfaces parfaitement unies.

Les vitesses à donner à l'outil sont naturellement variables avec la nature du métal à entamer et la grandeur de la machine. Avec les grandes raboteuses, on ne dépasse guère une vitesse de 10 centimètres par seconde.

Pour les étaux-limeurs, on emploie ordinairement des vitesses plus considérables; il est toutefois bon de ne pas dépasser les vitesses suivantes : 12 centimètres par seconde pour l'acier, 20 centimètres pour le fer et la fonte et, enfin, 40 centimètres pour le laiton et le bronze.

Ces derniers métaux se rabotent, comme ils se percent, se tournent et se fraisent, à sec; le fer se rabote avec de l'eau de savon ou de l'huile; pour l'acier et la fonte dure l'essence donne d'excellents résultats.

**Les étaux-limeurs.** — Un étau-limeur est essentiellement constitué par un bâti recevant à sa partie supérieure un chariot qui porte l'outil et reçoit un mouvement de va-et-vient provoqué par une bielle ou une crémaillère; sur le côté du bâti une table à rainure portant un étau destiné à fixer la pièce à travailler, reçoit un léger déplacement à chaque course de l'outil, sous l'action d'un cliquet agissant sur une vis.

Telle est la disposition de l'étau-limeur, construit par la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, que représente la figure 769. Le bâti creux formant armoire, porte une glissière à sa partie supérieure sur laquelle le chariot porte-outil reçoit un mouvement de va-et-vient; ce mouvement est provoqué par une bielle actionnée par une roue dentée commandée elle-même par un pignon; ce pignon est calé sur un arbre qui reçoit son mouvement soit à la main, par un volant à manivelle, soit d'un moteur quelconque, par un cône à 3 étages. L'appareil peut donc fonctionner indistinctement au bras ou au moteur. La bielle qui actionne le chariot porte-outil peut être fixée en un point quelconque d'un des rayons de sa roue dentée de commande, ce qui permet de modifier la course de l'outil suivant la largeur de la pièce à dresser.

L'outil est fixé sur un petit chariot pouvant se déplacer verticalement sur la tête du chariot principal à l'aide d'une manivelle commandant une vis. La monture de l'outil est à charnière et immobilisée par une butée pendant la course active; mais, au retour en sens inverse, elle reste libre pour empêcher le frottement de l'outil sur la pièce à dresser.

La tête porte-outil peut recevoir un mouvement de rotation qui permet d'incliner l'outil sous un angle quelconque. On peut même, à cet effet, munir la machine de la tête à secteur représentée par la figure 770 qui permet une facile rotation, obtenue par une vis sans fin engrenant avec un secteur convenablement denté.

Sur le devant du bâti se trouve une table à rainures pouvant se déplacer verticalement sous l'action d'une vis mue par un volant; cette table, qui supporte un étau du type de la figure 763, peut également recevoir un mouvement transversal sous l'action d'une vis commandée par un cliquet lui-même actionné par une petite bielle. L'extrémité de cette bielle peut se déplacer dans la rainure d'un petit disque calé sur le même axe que la roue dentée qui commande le chariot porte-outil; en excentrant plus ou moins l'extrémité de cette bielle, on peut faire prendre au cliquet, à chaque tour, une, deux ou trois dents, ce qui permet d'espacer plus ou moins les coupes de l'outil. Une manivelle, calée sur la vis de déplacement latéral, permet de mouvoir rapidement la table porte-objet pour la mise en place de la pièce à dresser.

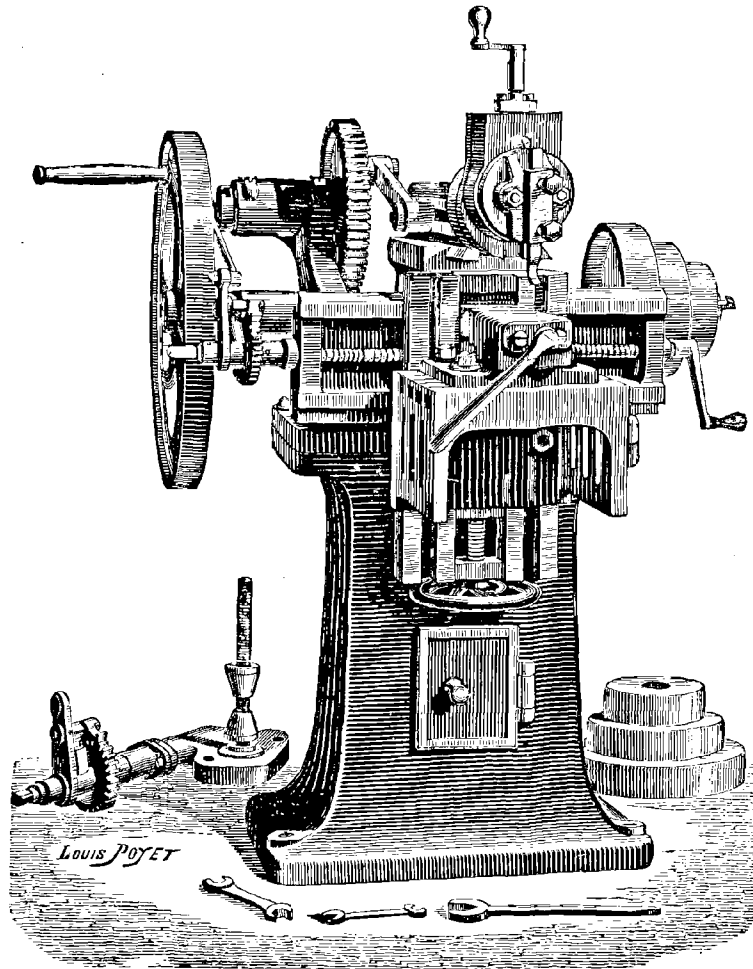


Fig. 769. — Etau-limeur Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Pour donner à la pièce à travailler une surface concave, on peut ajouter à l'appareil un mouvement automatique de rotation de la tête porte-outil; ce mouvement, représenté par la figure 771 et que l'on aperçoit au pied du bâti de l'étau-limeur de la figure 769, est simplement composé

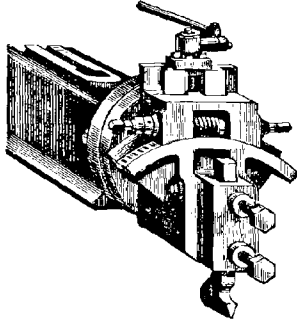


Fig. 770. — Tête à secteur.

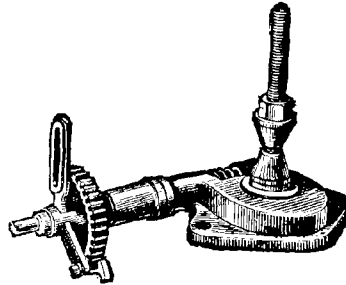


Fig. 771. — Mouvement circulaire.

d'un cliquet, semblable au cliquet d'avancement de la table porte-objet, actionnant une vis sans fin qui agit sur une roue ou un secteur denté calé sur l'axe de la tête mobile.

\*\*\*

L'étau-limeur américain de Davis-Egan, importé par MM. Roux frères, et représenté par la figure 772, est disposé pour produire le maximum de travail dans le minimum de temps; tous ses mouvements sont d'une commande facile et rapide.

La partie supérieure du bâti est prolongée vers l'avant, donnant une portée exceptionnelle au piston porte-outil; ce piston est commandé par un double engrenage puissant consistant en deux grandes roues dentées engrenant dans deux crémaillères. La puissance est considérable et l'application de la force de chaque côté du piston répartit et égalise les efforts, aussi bien sur les glissières que sur l'outil. La tête du piston est graduée, ce qui facilite le travail en oblique.

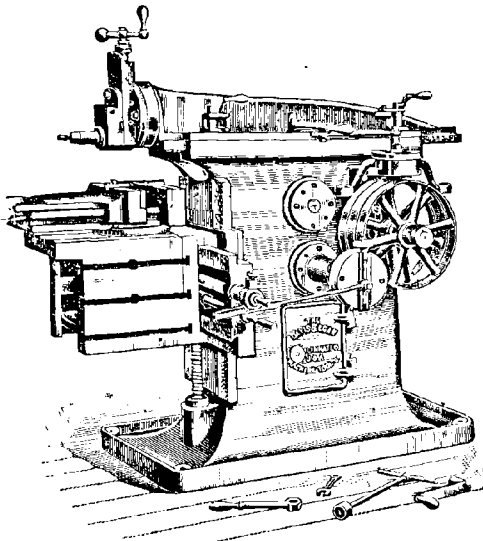


Fig. 772. — Etai-limeur de Davis-Egan.

Le système de commande par courroies et trois poulies, deux fixes et une folle, est tel que le mouvement de retour du piston est parfaitement doux et silencieux; la longueur de la course de l'outil est réglable par des butées mobiles agissant à tour de rôle sur le débrayage qui fait passer la courroie de commande sur l'une ou l'autre des poulies fixes. Cette commande est analogue à celle des raboteuses que nous décrirons plus loin. La commande du mouvement d'avancement transversal suit le mouvement vertical de la table et son amplitude reste constante sans demander aucun réglage. La table peut être séparée du tablier pour permettre de fixer des pièces lourdes sur celui-ci. Le mouvement vertical de la table est commandé par roue d'angle et vis situées à l'intérieur du bâti, à l'abri des saletés et des copeaux. L'étau est monté sur une base graduée; il peut être fixé sur les côtés du plateau aussi bien que dessus; les mâchoires sont à face d'acier, elles mesurent 380 millimètres de largeur, 75 millimètres de profondeur et s'écartent de 330 millimètres. Les arbres et les tiges à travailler de longueur quelconque peuvent traverser le bâti sous le piston.

Dans cet étau-limeur, la course longitudinale de l'outil est de 71 centimètres, son déplacement vertical de 216 millimètres, la course horizontale du plateau de 686 millimètres et la course verticale du plateau de 432 millimètres; la surface de ce plateau est de 355 sur 597 millimètres.

\*  
\* \*

Dans l'étau-limeur de M. Lucas, représenté par la figure 773, la table porte-objet, qui peut recevoir, à la main, par vis et manivelle, un mouvement d'élévation et de translation horizontale, reste immobile pendant le travail et c'est le chariot porte-outil qui se déplace transversalement pour procurer l'espace nécessaire entre les coupes successives de l'outil.

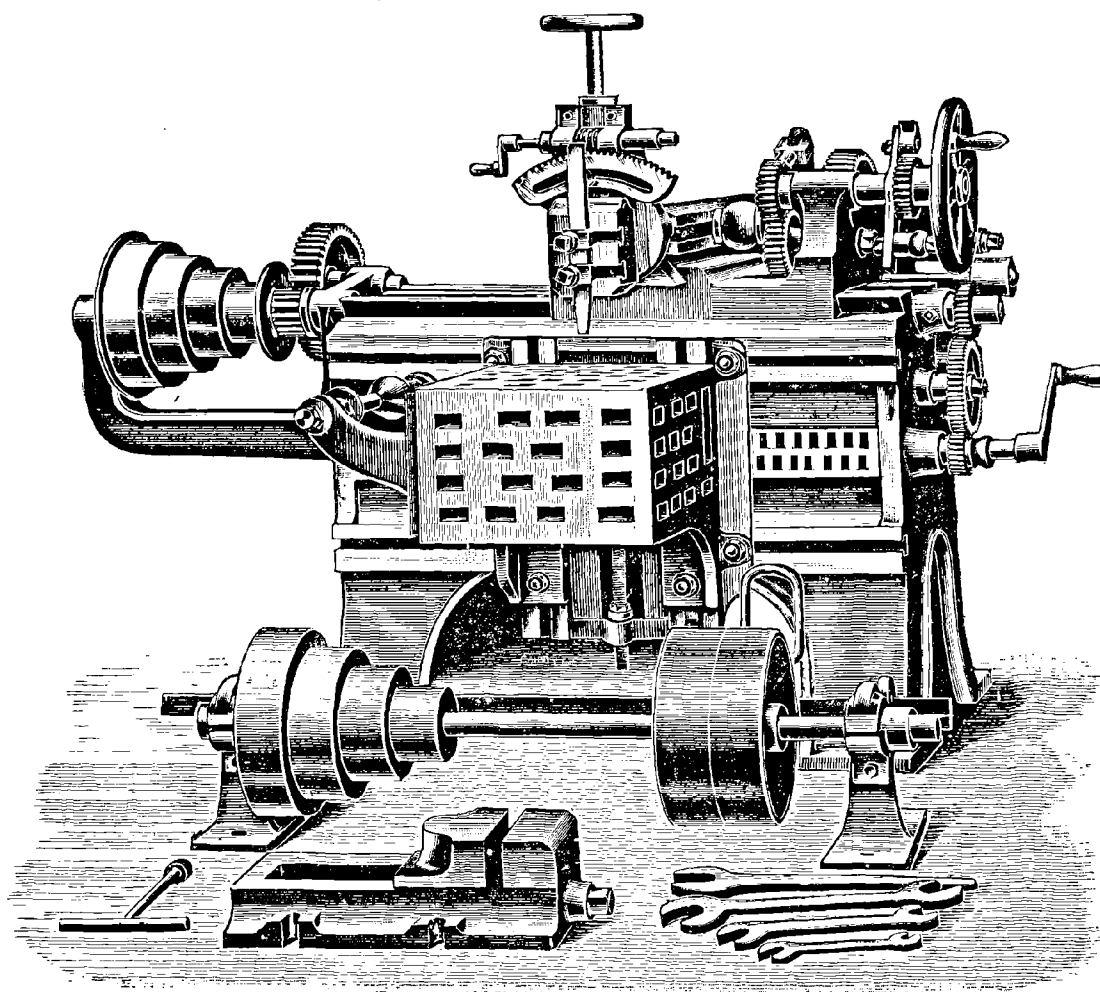


Fig. 773. — Etau-limeur de M. Lucas.

Ce résultat est obtenu par le montage du chariot porte-outil sur un premier chariot pouvant se mouvoir sur une glissière transversale sous l'action d'une vis actionnée par un cliquet d'avancement. Ce mouvement peut également se produire rapidement à la main par une manivelle spéciale. La tête porte-outil est munie d'un secteur denté permettant son inclinaison sous un angle quelconque.

La commande de l'appareil a lieu par un cône à quatre étages et un train d'engrenages droits. Un étau à mâchoires parallèles pivotantes, peut se fixer sur la table porte-objet, pour recevoir les pièces à travailler de petites dimensions.

Dans cet étau-limeur, la course de coupe de l'outil est de 35 centimètres et sa course transversale de 99 centimètres.

L'étau-limeur de M. Huré, représenté par la figure 774, possède deux tables porte-objets à mouvement de hausse et baisse par vis et manivelle. Comme dans l'appareil précédent, ces tables restent immobiles pendant le travail, et c'est le porte-outil seul qui est mobile et se déplace transversalement, sous l'action d'une vis, sur le dessus du bâti formant glissière.

Le mouvement longitudinal du chariot porte-outil est obtenu par une bielle avec retour accéléré par boîte à coulisse, système Withworth. La tête porte-outil est à double mouvement d'inclinaison ; elle peut recevoir un appareil pour raboter les pièces circulaires.

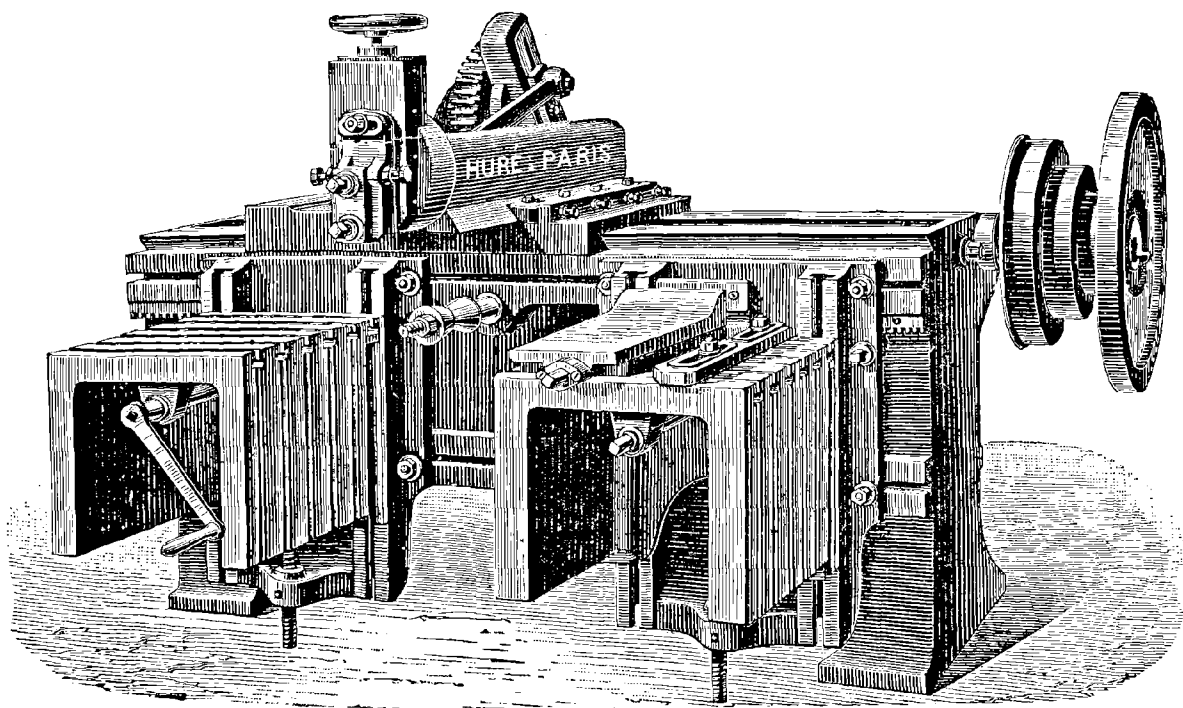


Fig. 774. — Etau-limeur à double table porte-objet de M. Huré.

La commande est faite par un cône à trois étages dont l'arbre porte un volant pour régulariser le mouvement. Cet étau-limeur se construit en plusieurs tailles, dont la plus grande permet de raboter une largeur de 2<sup>m</sup>,80 sur 42 centimètres de course d'outil.

Notre figure 775 représente un étau-limeur Niles de MM. Glaenzer et Perreaud ; cette machine présente de grandes analogies avec la dernière que nous venons de décrire. Les tables porte-objets, qui peuvent se déplacer dans tous les sens, restent immobiles durant le travail ; c'est le chariot porte-outil qui reçoit, en effet, les deux mouvements de translation longitudinale et de déplacement latéral.

L'une des tables porte-pièces est constituée par un bloc cubique portant des rainures en T sur sa face supérieure et sur ses deux faces latérales ; l'autre table est formée par une console recevant sur sa partie supérieure un étau parallèle plat, ou une plaque à rainure en T figurée sur

notre gravure au pied de la machine. Le déplacement vertical de ces tables est obtenu par des vis verticales mues à l'aide de manivelles par l'entremise de roues dentées d'angle.

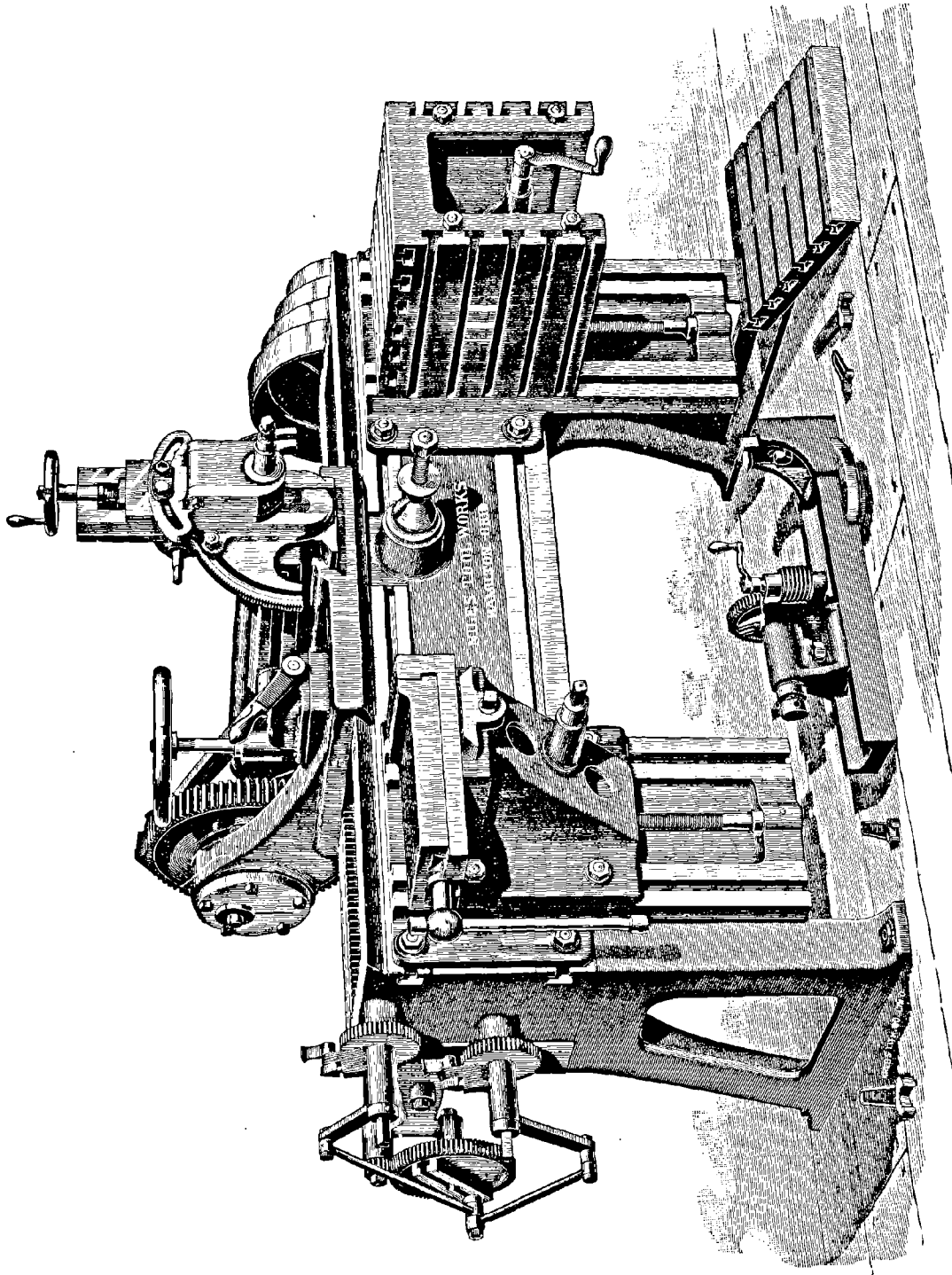


Fig. 715. — Etau-limeur à double table Nites de MM. Ciseaux et Porreud.

La tête porte-outil peut se déplacer verticalement et s'incliner sous tous les angles ; ce mou-

J.-L. BRETON. — 30

vement d'inclinaison est réalisé à l'aide d'une vis sans fin agissant sur un secteur convenablement denté ; il peut être obtenu automatiquement pour raboter des surfaces courbes. La commande de

l'appareil est obtenue par courroie agissant sur un cône à quatre étages.

\* \* \*

Pour économiser la place dans les grands ateliers de constructions mécaniques, on réunit parfois deux étaux-limeurs sur le même bâti, comme l'indique la figure 776, représentant un étaiu-limeur double de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Dans cet appareil, seul le bâti est commun aux deux étaux-limeurs et chacun possède tous ses organes séparés, jusqu'aux cônes de commande qui se trouvent placés de chaque côté du bâti commun. Chaque étaiu-limeur est donc complètement indépendant et peut naturellement fonctionner seul ou en même temps que l'autre.

Dans cet appareil, les deux tables porte-objets, qui peuvent recevoir un déplacement vertical et transversal par manivelles, pignons dentés et crémaillères, restent comme dans les machines précédentes immobiles pendant le travail. Ce sont les chariots porte-outils qui, en plus de leur mouvement longitudinal, reçoivent à chaque course, un léger déplacement latéral provoqué par l'action d'un cliquet commandant une vis d'avancement. Ces chariots porte-outils sont à retour rapide.

Les têtes porte-outils peuvent recevoir, automatiquement par cliquet, un léger déplacement vertical à chaque course des chariots, ce qui permet de raboter des surfaces fixées verticalement

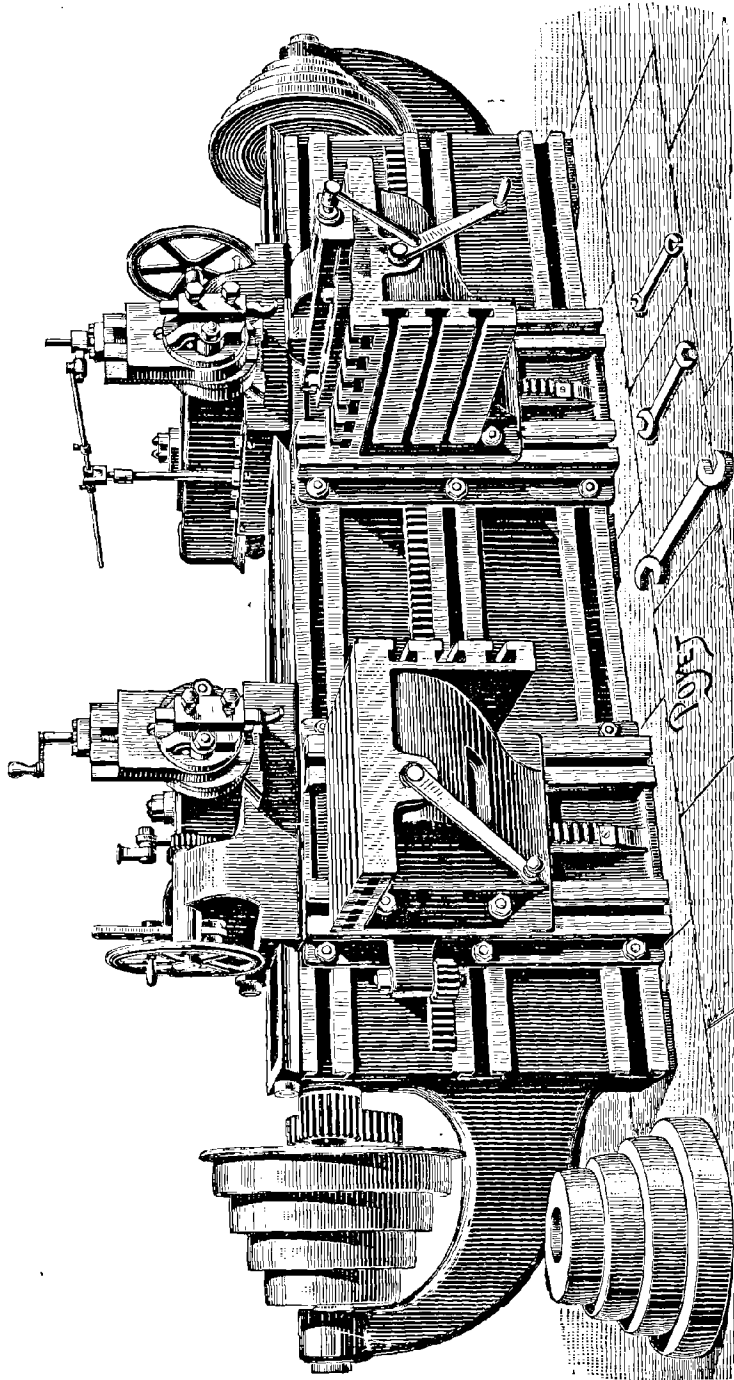


Fig. 776. — Etaiu-limeur double des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.



sur les tables porte-objets. En combinant les deux mouvements de déplacement latéral et vertical, on peut également effectuer le rabotage de surfaces inclinées.

Chacun des étaux-limeurs étant commandé par un cône de commande spécial, l'appareil que nous venons de décrire nécessite naturellement deux renvois de mouvement différents.

**Les machines à raboter.** — Dans les machines à raboter, contrairement à ce qui se passe dans les étaux-limeurs, l'outil reste immobile durant l'attaque du métal et c'est la table qui en se déplaçant longitudinalement vient lui présenter la surface de la pièce à dresser. A la fin de chaque course c'est, au contraire, le chariot porte-outil qui se déplace latéralement d'une quantité plus ou moins grande suivant la distance adoptée entre chaque passe.

Les machines à raboter sont constituées d'un robuste bâti horizontal sur lequel peut se déplacer, sous l'action d'un pignon engrenant une crémaillère, une large table à rainures en T recevant les objets à dresser. Deux montants latéraux supportent une glissière transversale pouvant s'élever plus ou moins sous l'action de deux vis d'élévation; cette glissière reçoit un chariot porte-outil pouvant recevoir un déplacement latéral à l'aide d'une vis mue, par une manivelle à la main pour la mise en place de l'objet, et par un cliquet pour la marche automatique.

La figure 777 représente ainsi une petite machine à raboter marchant à bras à l'aide d'une grande manivelle; le déplacement latéral automatique de l'outil est commandé par un cliquet actionné par une corde passant sur plusieurs poulies dont la dernière reçoit, à chaque course de la table, un mouvement de va-et-vient.

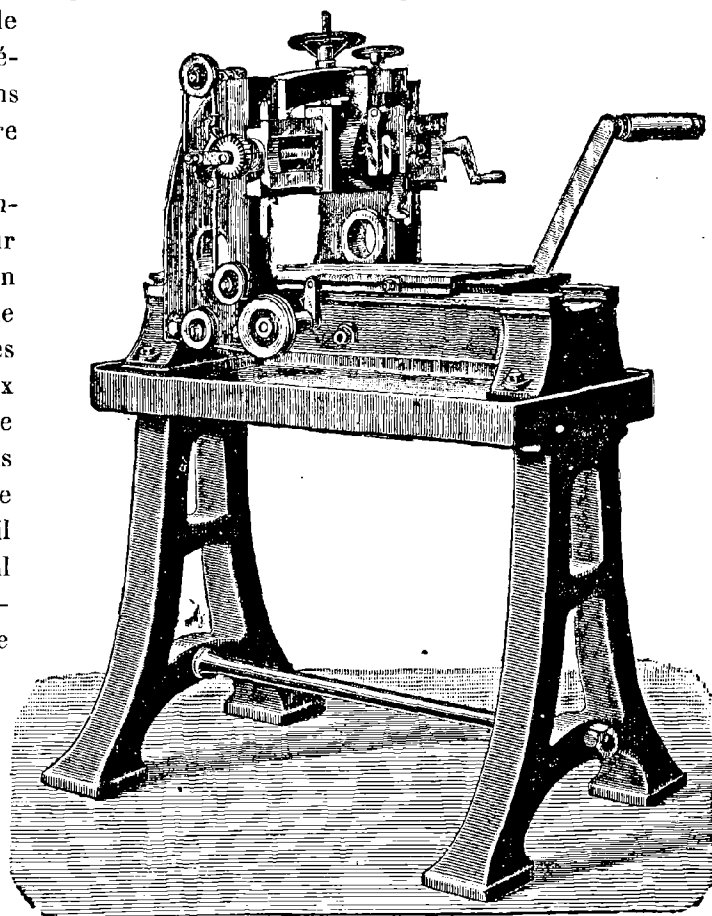


Fig. 777. — Petite machine à raboter marchant à bras.

\*  
\*\*

La machine à raboter représentée par la figure 778, qui est également construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, est de plus grande taille et reçoit son mouvement d'un moteur commandant par courroie une série de trois poulies dont l'une, celle du milieu, est folle et les deux autres fixes.

L'une des poulies fixes commande, par un pignon denté d'angle, une roue dentée munie de deux dentures coniques concentriques et dont l'arbre porte le pignon qui engrène avec la crémaillère de la table porte-objet; la seconde poulie fixe commande, également par un pignon d'angle

placé en sens inverse du premier, la même roue dentée à double denture concentrique; mais les deux pignons d'angle, de même taille et placés en sens inverse, engrènent chacun une denture différente de cette roue. Dans ces conditions il est facile de comprendre que lorsqu'une des poulies fixes est embrayée elle détermine un déplacement lent de la table dans un sens; au contraire, lorsque c'est l'autre poulie fixe qui est à son tour embrayée, la table prend un mouvement de déplacement beaucoup plus rapide en sens inverse.

La marche lente est employée pour la course utile lorsque l'outil entame le métal et la marche rapide pour le retour de la table durant la période de non travail de l'outil; de cette manière

l'appareil présente une puissance maximum pendant le travail et la période de non travail se trouve réduite au minimum.

L'embrayage de l'une ou l'autre des poulies fixes est obtenu automatiquement par deux butoirs fixés sur le côté de la table mobile, comme l'indique nettement notre gravure 778, et venant tour à tour, à chaque bout de course, agir sur un levier équilibré par un contrepoids; ce levier actionne d'une part le débrayage qui fait passer la courroie d'une des poulies sur l'autre et, d'autre part, commande le cliquet qui provoque le déplacement latéral du chariot porte-outil.

Les deux butoirs peuvent être déplacés dans une rainure en T spécialement disposée sur le côté

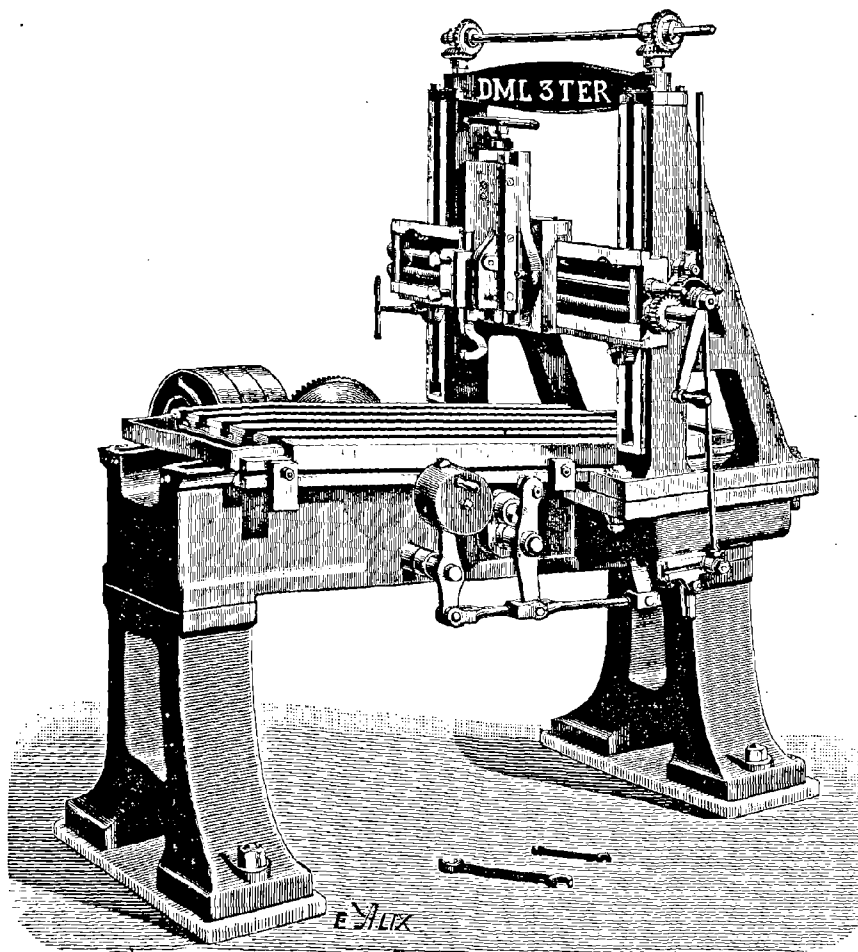


Fig. 778. — Machine à raboter de Dandoy-Mailliard, Lueq et Cie.

de la table mobile et être fixés par un boulon en un point quelconque, ce qui permet de faire varier la longueur des courses de la table suivant la longueur de la surface à raboter. Pour mettre la machine en marche, il suffit de provoquer une première fois en agissant sur le contrepoids, à l'aide d'une petite poignée spéciale, le passage de la courroie de la poulie folle sur l'une des poulies fixes; la marche se continue ensuite entièrement automatiquement.

La traverse horizontale du chariot se déplace verticalement sur ses montants sous l'action de deux vis actionnées simultanément par un arbre horizontal supérieur portant deux pignons dentés d'angle; cet arbre est commandé à la main par une manivelle mobile. La tête porte-outil

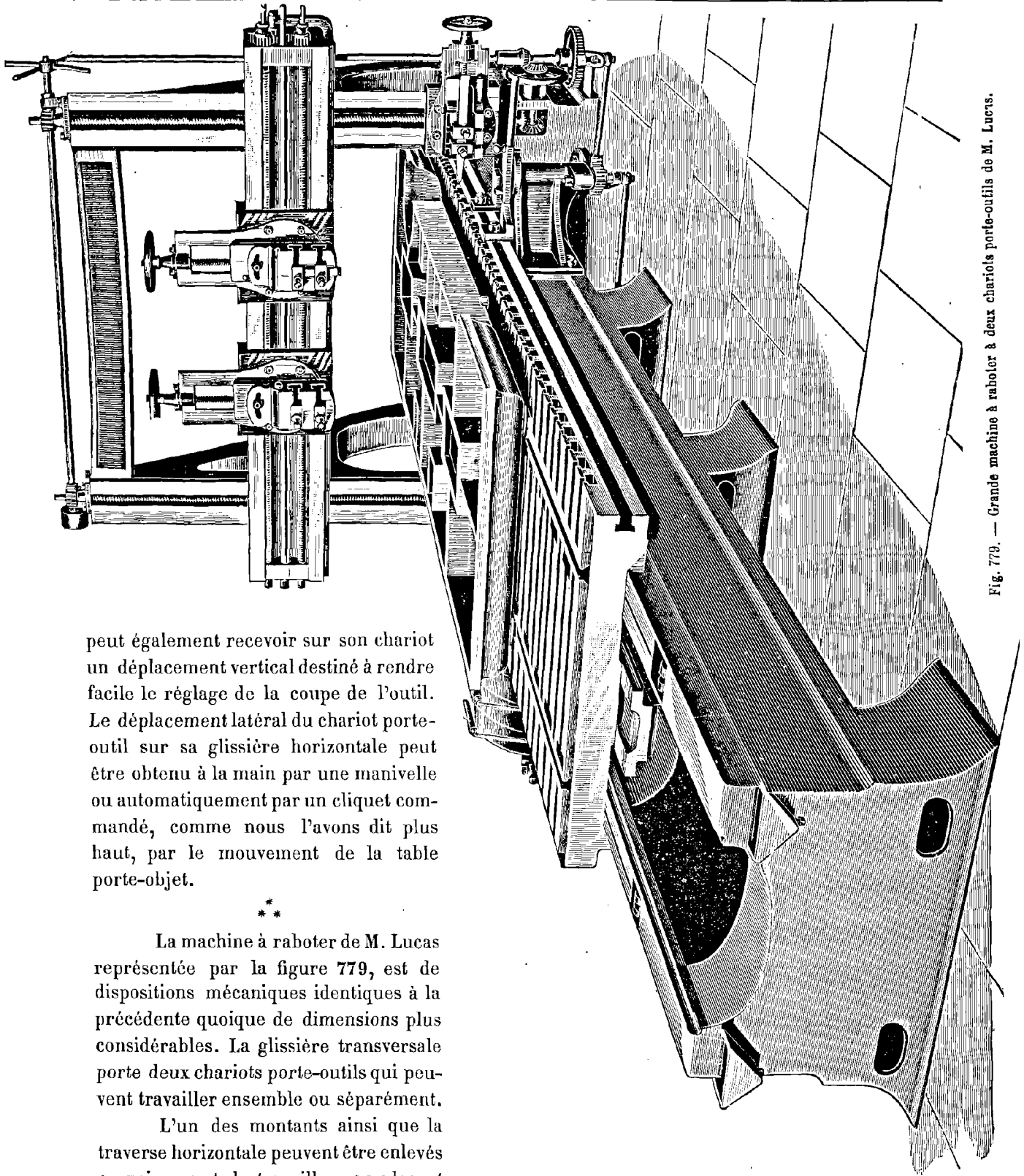


Fig. 779. — Grande machine à raboter à deux chariots porte-outils de M. Lucas.

peut également recevoir sur son chariot un déplacement vertical destiné à rendre facile le réglage de la coupe de l'outil. Le déplacement latéral du chariot porte-outil sur sa glissière horizontale peut être obtenu à la main par une manivelle ou automatiquement par un cliquet commandé, comme nous l'avons dit plus haut, par le mouvement de la table porte-objet.

\*  
\*

La machine à raboter de M. Lucas représentée par la figure 779, est de dispositions mécaniques identiques à la précédente quoique de dimensions plus considérables. La glissière transversale porte deux chariots porte-outils qui peuvent travailler ensemble ou séparément.

L'un des montants ainsi que la traverse horizontale peuvent être enlevés ce qui permet de travailler, en plaçant

un chariot porte-outil horizontalement sur l'autre montant, des pièces plus larges que la largeur admise entre les montants.

Dans notre gravure on peut voir un chariot porte-outil placé, comme il vient d'être dit, sur l'un des montants verticaux; dans cette gravure un bâti de machine est représenté sur la table porte-objet prêt à être travaillé. Cette machine se construit en plusieurs tailles dont la plus grande peut raboter des pièces de 6 mètres de longueur sur 1<sup>m</sup>,80 de largeur et autant de hauteur.

\*  
\* \*

Dans la machine à raboter Davis-Egan de MM. Roux frères, représentée par la figure 780, le bâti est très profond et fortement consolidé par des entretoises. Sa longueur est telle que la table n'a que très peu de porte-à-faux à bout de course. La table est à rainures en T dressées sur toute leur longueur. Les V de glissement ont une grande surface de frottement et sont pourvus d'un système de graissage perfectionné.

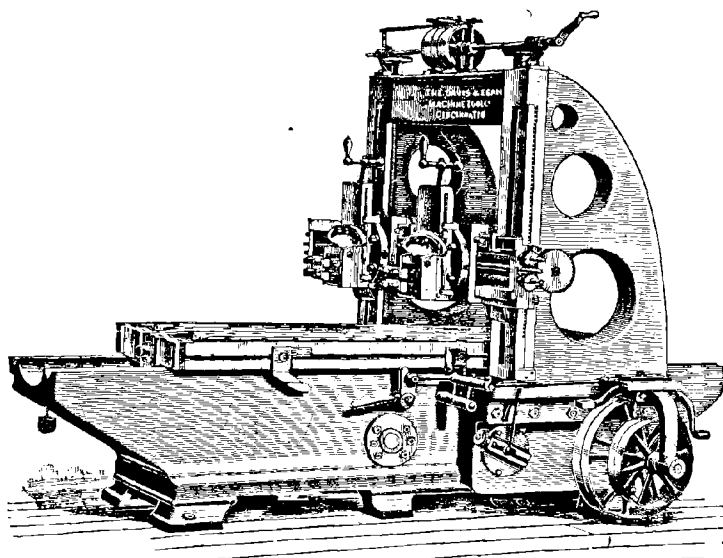


Fig. 780. — Raboteuse Davis-Egan de MM. Roux.

Les montants forts et larges, donnent une grande puissance de coupe, même lorsque la traverse est à sa hauteur maximum. Les engrenages élévatoires ayant un rapport de 2 à 1 rendent faciles le relevage et l'abaissement de la traverse, qui peuvent se faire à la main, ou au moteur par courroie commandant les poulies supérieures. La tête porte-outil est à avancements horizontal, vertical et angulaire automatiques et pouvant être commandés de l'une quelconque des extrémités de la traverse.

Le retour rapide du rapport de 4 à 1 est obtenu, sans choc ni vibrations au renversement de marche, au moyen d'un système de débrayage perfectionné qui dégage la courroie de la poulie fixe avant que l'autre courroie ne s'engage sur la seconde poulie fixe. Le taquet postérieur peut être soulevé pour permettre à la table de s'avancer pour l'examen du travail; le point de contact du taquet et de l'appareil de commande de la courroie est garni de galets afin d'éviter l'usure.

Tous les arbres de commande sont en acier au creuset, reposant dans des portées bien graissées, chaque arbre est facilement démontable en entier. Les poulies folles ont une douille en bronze phosphoreux et sont à graissage automatique. Tous les engrenages et les crémaillères sont taillés dans la masse. Toutes les surfaces frottantes sont soigneusement ajustées et dressées au grattoir.

\*  
\* \*

Comme dans la machine précédente, la raboteuse Gray de la Société Franco-Américaine d'outillage, représentée par la figure 781, possède quatre poulies de commande groupées en deux séries de grandeurs différentes; chaque groupe possède une poulie folle et une poulie fixe. Ce sont ces diamètres différents des poulies qui donnent ici la différence des vitesses de marche des courses aller et retour; la grande poulie fixe donnant à la table moins de vitesse, mais plus de force, sert

pour la course utile, l'autre poulie fixe de moindre diamètre procurant une plus grande vitesse est utilisée pour la course de retour.

La machine exige donc pour sa commande deux courroies ; mais il est évident que ces courroies ne peuvent jamais être embrayées simultanément sur leurs poulies fixes et que la courroie embrayée passe d'abord sur sa poulie folle avant que l'autre courroie puisse être embrayée à son tour et passer de sa poulie folle à sa poulie fixe.

Les raboteuses Gray possèdent des bancs suffisamment lourds pour qu'il ne soit point nécessaire de faire une installa-

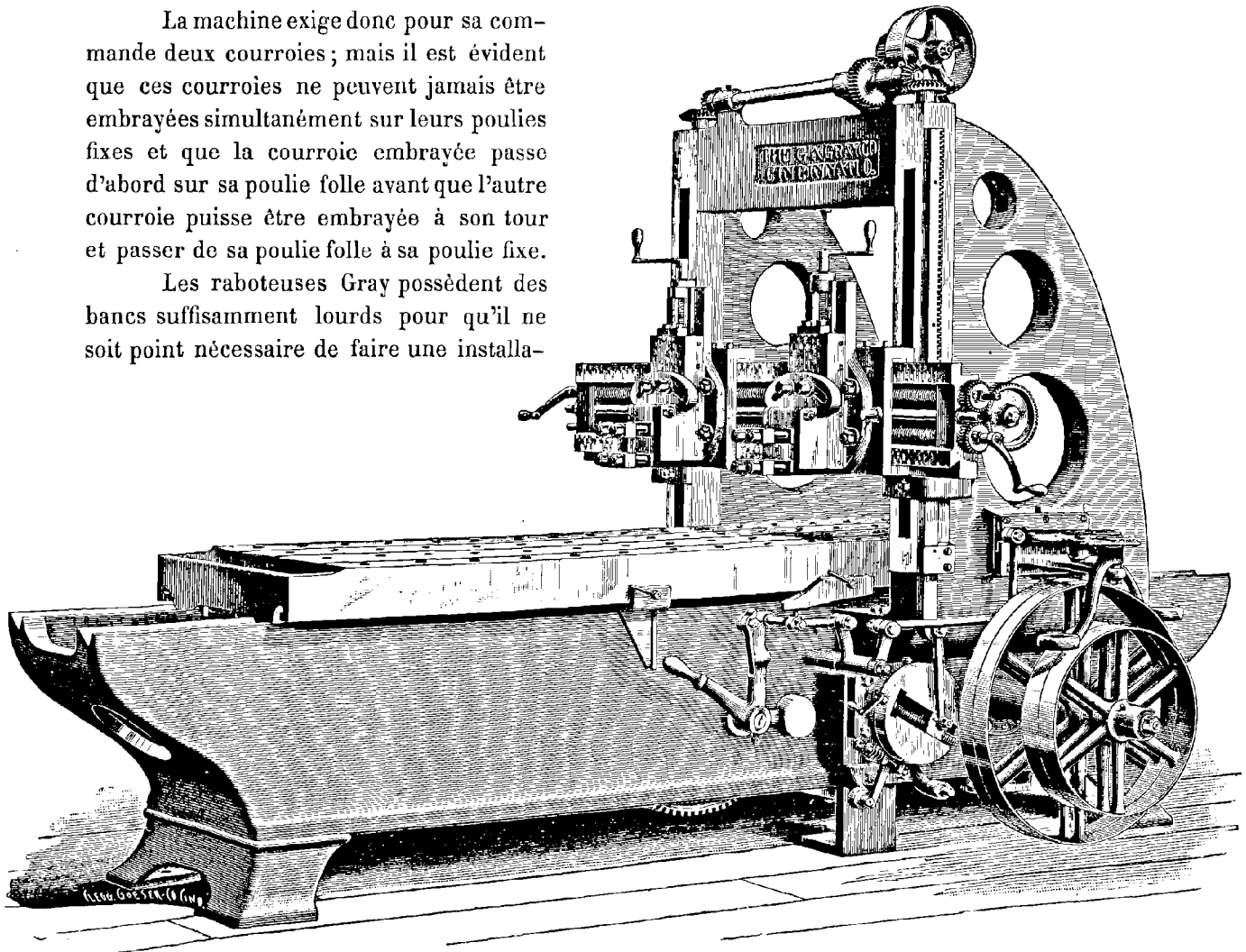


Fig. 781. — Machine à raboter Gray de la Société Franco-Américaine d'outillage.

tion spéciale au moment de la mise en marche. Elles sont munies d'un dispositif pour effectuer le changement des courroies sans bruit. Les poulies de commande sont de grands diamètres et leur installation permet de les faire marcher ainsi que le renvoi, à une très grande vitesse sans que les courroies puissent glisser sur les poulies, perfectionnement qui assure une puissance bien plus considérable qu'avec les dispositifs d'anciens modèles.

Ces machines possèdent un avancement automatique dans tous les sens. Tous les leviers sont à la portée de l'ouvrier et on peut varier, arrêter, ou même changer le sens de marche des avancements automatiques de l'outil pendant que la machine marche. Les roues dentées ainsi que la crémaillère sont taillées dans la masse, et sont d'une si grande précision qu'on peut faire marcher la machine à une très grande vitesse. Le retour rapide de la table s'exécute sans secousse. Le graissage des V se fait automatiquement au moyen de rouleaux en cuivre de forme conique ; tous les graisseurs sont munis d'un bouchon en cuivre qui se visse dans les trous.

Pour les modèles de 814 millimètres de largeur et au-dessus, la barre transversale se règle au moteur. Les mêmes machines peuvent être fournies avec l'arbre de commande, parallèle à la table. On peut placer une tête porte-outils supplémentaire sur la barre transversale, comme l'indique notre gravure, des modèles de 608 millimètres de largeur, ainsi que sur les supports de 1<sup>m</sup>,065 de largeur et au-dessus.

\*  
\*\*

La principale particularité de la machine à raboter Niles de MM. Glaenzer et Perreaud, représentée par la figure 782, est de posséder quatre chariots porte-outils. Deux de ces chariots sont placés sur la traverse horizontale sur laquelle ils peuvent se mouvoir à la main ou automatiquement ; cette traverse horizontale est équilibrée par deux contrepoids suspendus à deux chaînes qui viennent se rattacher à la traverse après avoir passé sur des poulies fixées à la partie supérieure des montants latéraux.

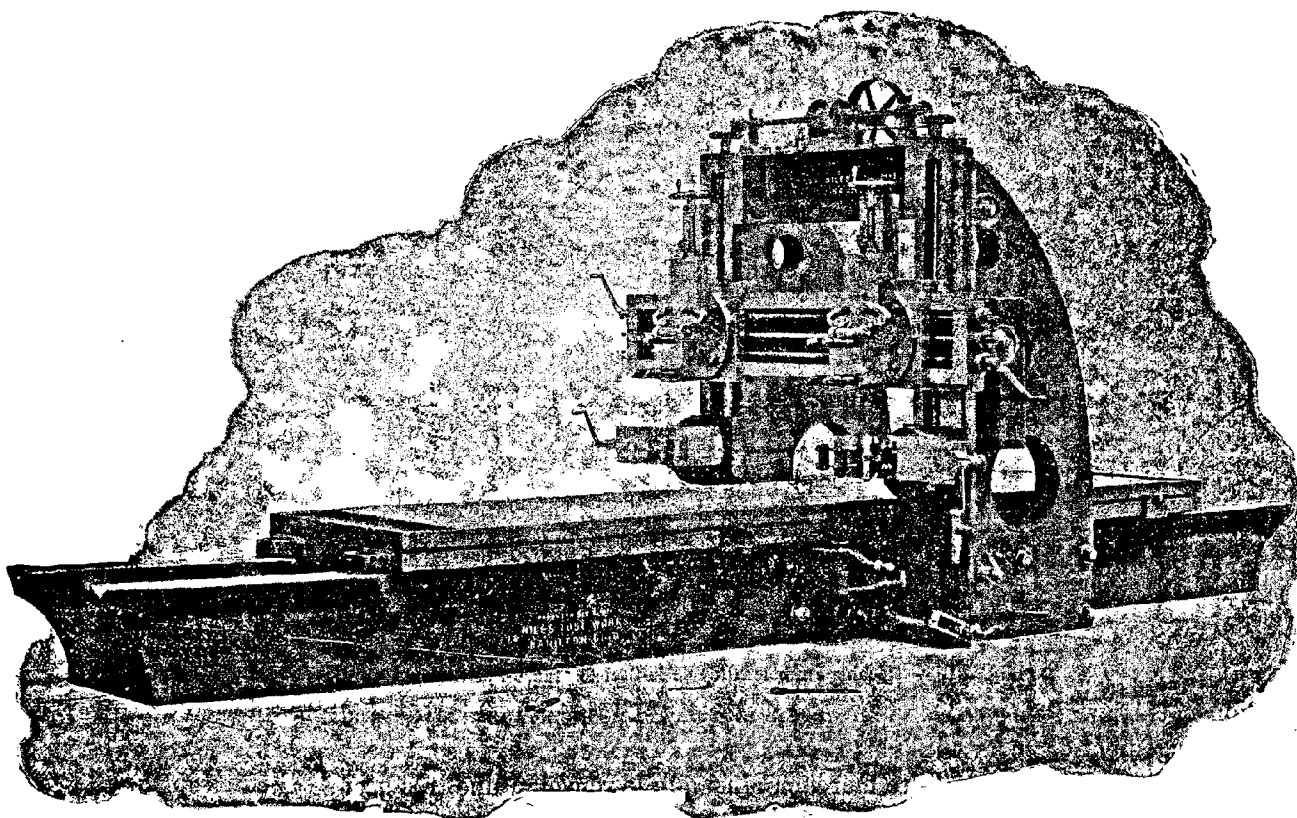


Fig. 782. — Machines à raboter Niles à quatre chariots porte-outils.

Chacun de ces montants latéraux supporte un autre chariot porte-outil à déplacement vertical automatique. Ces deux chariots porte-outils servent à raboter les surfaces verticales des pièces placées sur la table horizontale. Les quatre chariots peuvent fonctionner ensemble ce qui permet de dresser en même temps et par suite très rapidement trois côtés d'une pièce rectangulaire.

Le déplacement vertical de la traverse horizontale sur les montants latéraux est obtenu au moteur par une courroie commandant la poulie placée à la partie supérieure de la machine. Cette poulie actionne les deux vis d'élévation par un arbre horizontal et des engrenages d'angle.

**Machines à raboter spéciales.** — Comme pour la plupart des autres machines, on construit dans certains cas des raboteuses spécialement disposées pour un genre de travail particulier. Telle est la machine à raboter verticale de M. Lucas représentée par la figure 783; cette machine est particulièrement construite pour exécuter des travaux spéciaux difficiles à réaliser avec les machines ordinaires.

Elle est constituée d'une large glissière verticale sur laquelle peut se déplacer un support porte-chariots muni de deux chariots porte-outils possédant chacun un mouvement d'avancement automatique indépendant. Ce support est équilibré par un contrepoids auquel il se trouve relié par une chaîne passant sur une poulie supérieure ce qui facilite considérablement son mouvement vertical.

La table porte-objet placée devant se déplace sur un bâti horizontal automatiquement ou à la main par un croisillon et une vis. La course verticale des outils est de 3<sup>m</sup>,50 et la course transversale de la table porte-objet est identique.

\*  
\*  
\*

La machine à raboter du même constructeur, représentée par la figure 784, est spécialement construite pour raboter les rails, pour la fabrication des éclisses et pointes. Cette machine permet de raboter quatre rails à la fois; ces rails sont fixés sur une table spéciale à étaux portant quatre séries de mâchoires permettant de fixer très rapidement et sans tâtonnement les quatre rails à travailler. Les quatre porte-outils peuvent travailler ensemble ou séparément.

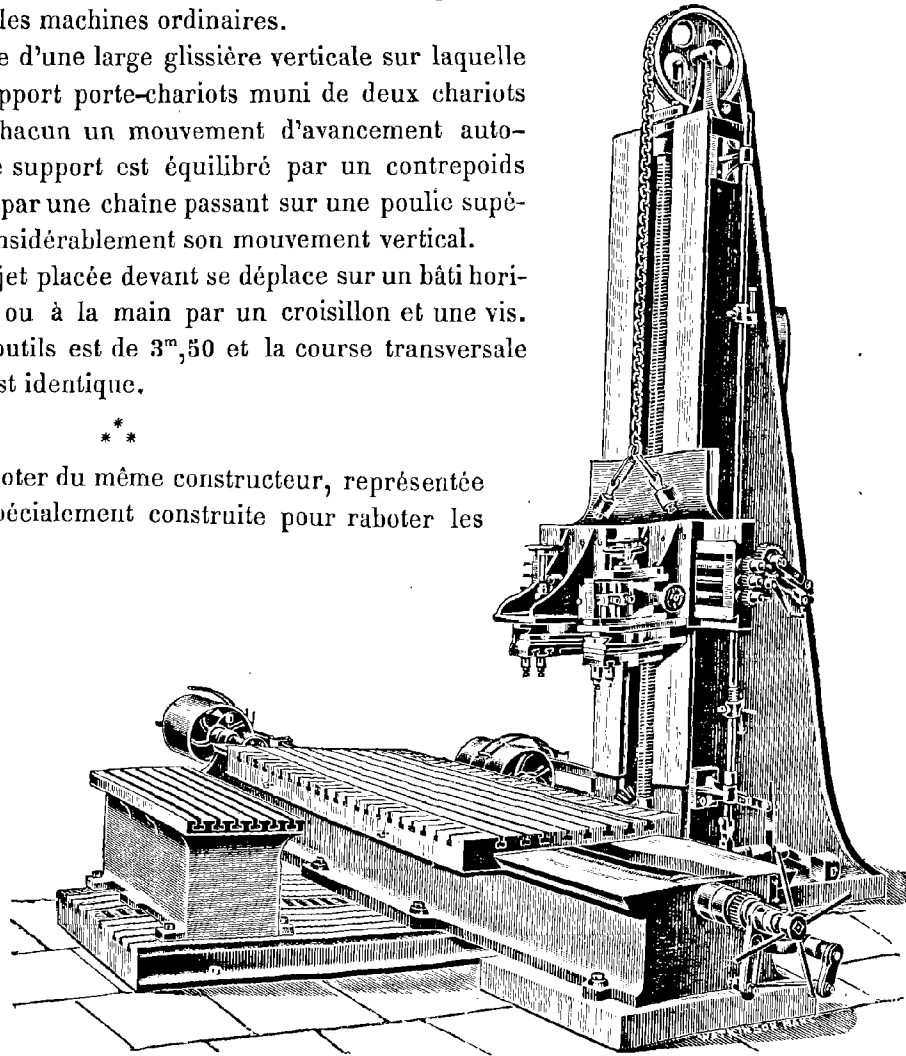


Fig. 783. — Machine à raboter verticale de M. Lucas.

Cette machine très puissante possède une crémaillère de commande de la table mobile de 225 millimètres de largeur et d'un pas de 45 millimètres. Cette raboteuse spéciale peut être utilisée comme machine à raboter ordinaire en enlevant la table à étaux destinée à recevoir les rails; dans ce cas, elle admet des pièces de 450 millimètres de haut sur 1<sup>m</sup>,80 de large.

\*  
\*  
\*

La figure 785 représente une machine à raboter latérale de MM. Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup> qui présente l'avantage de travailler sans bruit et d'occuper moins de place que les machines ordinaires; la marche silencieuse résulte de l'absence de crémaillère qui se trouve remplacée par une

vis ; il est bon d'ajouter que ces raboteuses sont d'un emploi spécial et destinées à travailler de longues pièces relativement étroites.

Dans ces appareils les tables porte-objets, qui peuvent s'élever plus ou moins au moyen de vis, restent immobiles durant tout le travail et c'est l'outil qui reçoit tous les mouvements de déplacement longitudinal et de translation latérale.

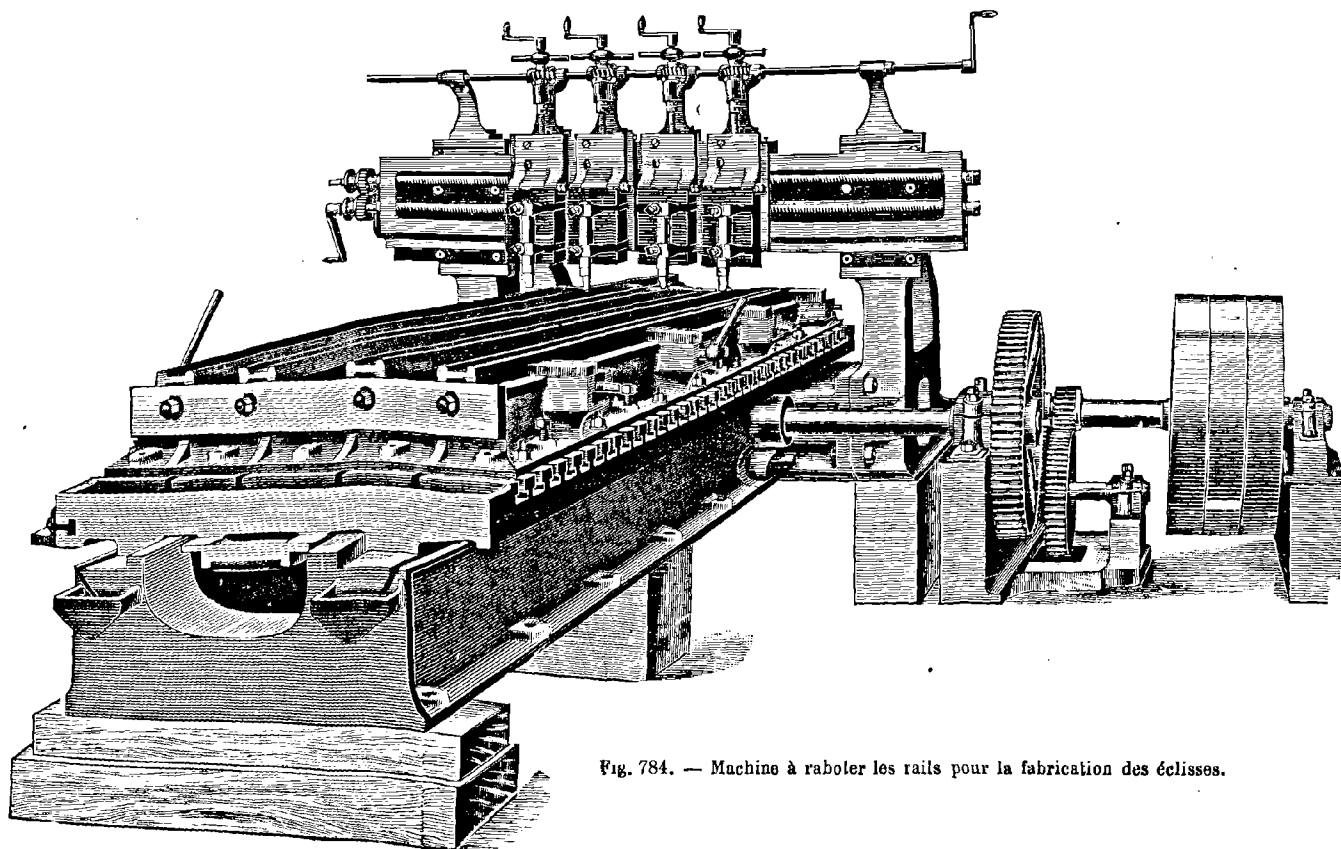


Fig. 784. — Machine à raboter les rails pour la fabrication des éclisses.

Ces machines sont composées d'un long bâti monté sur pied et recevant suivant les cas un ou deux porte-outils ; il s'en trouve deux dans notre gravure. Ces porte-outils sont commandés longitudinalement par une vis à pas rapide actionnée par trois poulies dont deux fixes et l'autre, la plus large placée au milieu, folle.

L'embrayage de l'une ou l'autre poulie fixe, pour la marche avant ou arrière des outils, est provoqué par un débrayage automatique actionné par une longue tige portant des bagues mobiles contre lesquelles vient buter le chariot porte-outil qui entraîne ainsi la tige provoquant le déplacement de la courroie et par suite l'inversion de la marche ; en modifiant la position de ces bagues mobiles on peut régler à volonté la course de l'outil suivant la longueur des pièces à travailler. Une crémaillère fixée à l'arrière du banc dans toute sa longueur et un pignon qui commande un levier à coulisse réglable forment l'ensemble du mouvement automatique.

\*\*\*

La figure 786 représente une machine à raboter des mêmes constructeurs qui, tout en faisant le travail des étaux-limeurs ordinaires, permet de plus de façonner et dresser une pièce longitudi-



nalement, comme dans la machine précédente, sans avoir à démonter ni déplacer la pièce travaillée. Pour cela elle peut fonctionner longitudinalement ou transversalement en orientant la tête porte-outil dans le sens voulu comme l'indiquent clairement les figures 787, 788 et 789; cette transformation de l'étau-limeur en raboteuse de côté ou inversement se fait par l'ouvrier qui conduit la machine en moins de deux minutes.

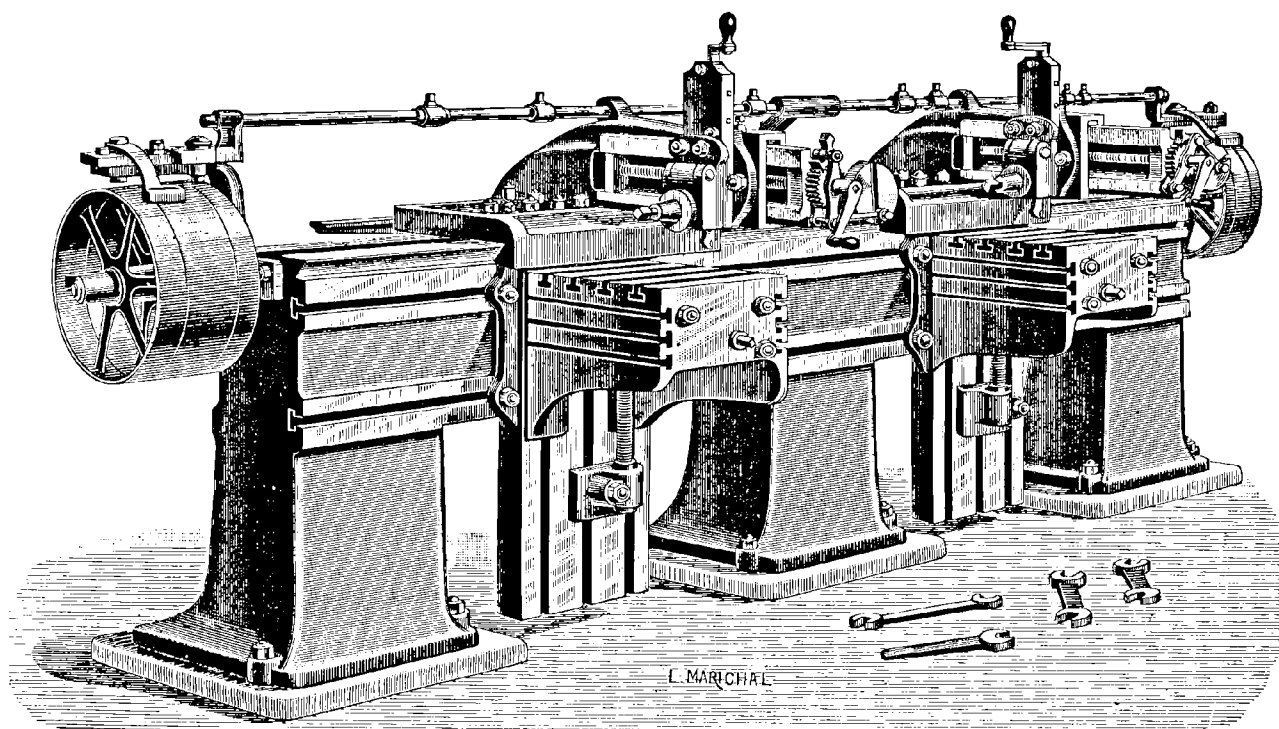


Fig. 785. — Machine à raboter latérale des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

La vitesse de l'outil est uniforme dans les deux sens, la longueur de la course peut se régler à volonté en marche. Un levier sous la main de l'ouvrier suit l'outil pendant sa marche et permet d'arrêter ou de renverser le mouvement. La course transversale de l'outil est de 0<sup>m</sup>,750 et sa course longitudinale de 2<sup>m</sup>,100.

**Machines à chanfreiner.** — Les machines à chanfreiner les tôles étant de véritables machines à raboter d'un type spécial, nous croyons devoir les faire rentrer dans ce chapitre. Ces machines sont destinées à raboter les bords des tôles pour les équarrir ou les tailler en biseau; elles sont essentiellement constituées par un solide bâti, portant une série de vis de pression destinées à fixer solidement les tôles à travailler, et devant lequel se trouve une glissière sur laquelle se déplace, sous l'action d'une vis, un chariot recevant l'outil à raboter.

On se rend facilement compte de cette disposition au simple examen de notre figure 790 qui représente une machine à chanfreiner les tôles de M. Lucas. La plaque de tôle à travailler est solidement fixée, tout le long du bord à raboter, par les vis verticales; le chariot porte-outil peut se déplacer tout le long de l'appareil, sur une glissière spéciale, sous l'action d'une vis. Cette vis est actionnée, à l'aide d'un train d'engrenages, par une poulie fixe placée entre deux poulies folles présentant une largeur double de jante.

Cet ensemble de trois poulies est commandé par une courroie droite et une courroie croisée; lorsque les deux courroies

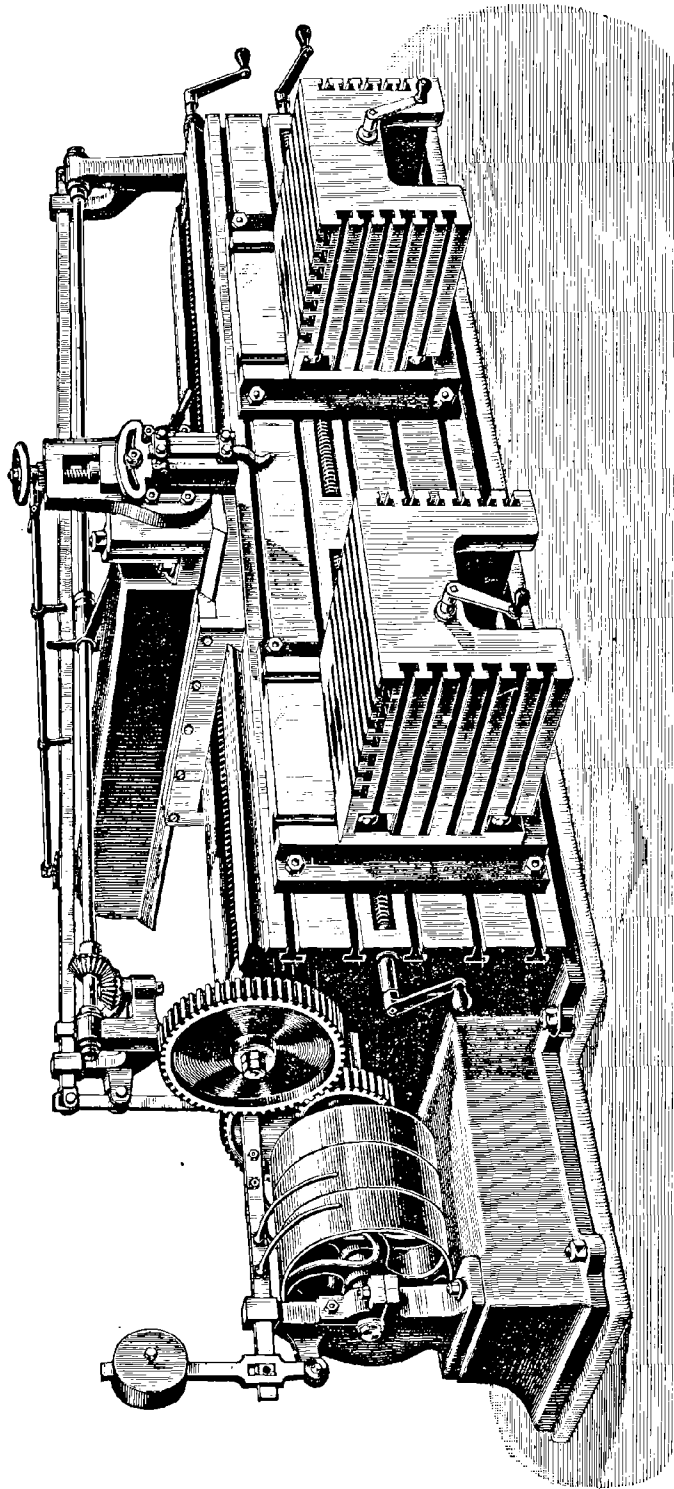


Fig. 786.  
Nouvelle machine à raboter longitudinalement et transversalement,  
système Frey.

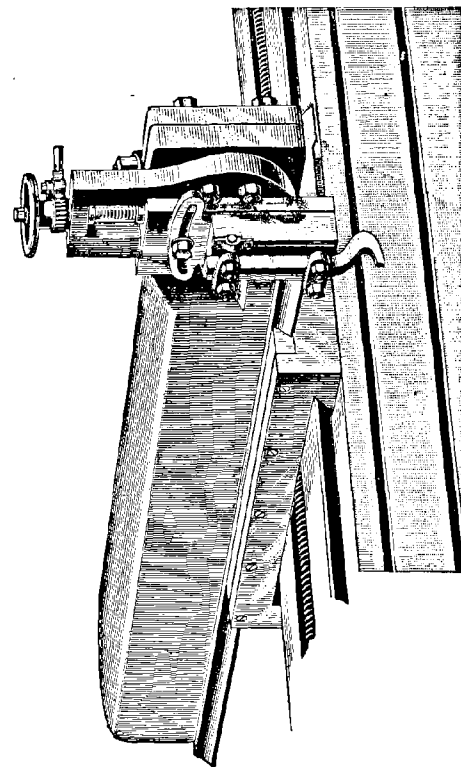


Fig. 787.— Disposition de la tête pour utiliser la machine comme raboteuse latérale.

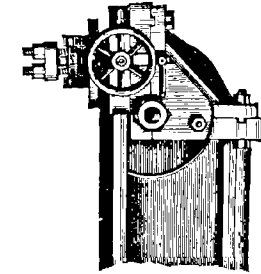


Fig. 789. — Vue de dessus.

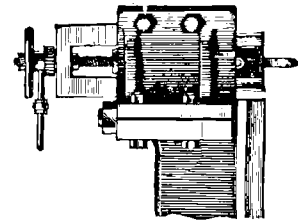


Fig. 788. — Vue de côté.

se trouvent sur les poulies folles l'appareil est au repos; si on fait alors passer l'une des cour-

roies, la courroie droite par exemple, sur la poulie fixe centrale la vis se met à tourner dans un sens déterminé entraînant le chariot porte-outil ; lorsque celui-ci arrive à la fin de sa course, il vient buter sur l'une des bagues fixées sur la tringle horizontale placée sur le devant de l'appareil ; cette tringle se trouve alors entraînée et vient actionner le débrayage qui fait passer la courroie droite de la poulie fixe à sa poulie folle, puis ensuite la courroie croisée de sa poulie folle sur la poulie fixe ; aussitôt la vis se met à tourner en sens inverse et le chariot revient sur ses pas ; arrivé à l'autre extrémité de sa course, il reproduit inversement les mêmes opérations et ainsi de suite.

Dans cette machine le chariot porte-outil est réversible et travaille dans les deux sens à l'aller et au retour, ce qui double la production de l'appareil. A chaque course, la tête portant l'outil, reçoit sous l'action d'une vis et d'un cliquet, un léger déplacement vertical nécessaire pour réaliser l'espacement entre les coupes successives.

Il est bien évident qu'on peut facilement modifier la longueur des courses du chariot en déplaçant simplement les butées sur la tringle. Pour régler la profondeur des coupes, la tête porte-outil peut recevoir un déplacement transversal à l'aide d'une vis et d'un croisillon. La course verticale est de 225 millimètres, la course longitudinale du chariot est variable suivant les types de machines et atteint 10<sup>m</sup>,50 dans les plus grands modèles.

Notre figure 791 représente une machine à chanfreiner analogue à la précédente de la Hilles et Jones Company ; dans ce modèle, les vis de pression destinées à maintenir les tôles en travail ne traversent pas la traverse supérieure, mais présentent la forme de vérins fixés à la partie inférieure de cette traverse.

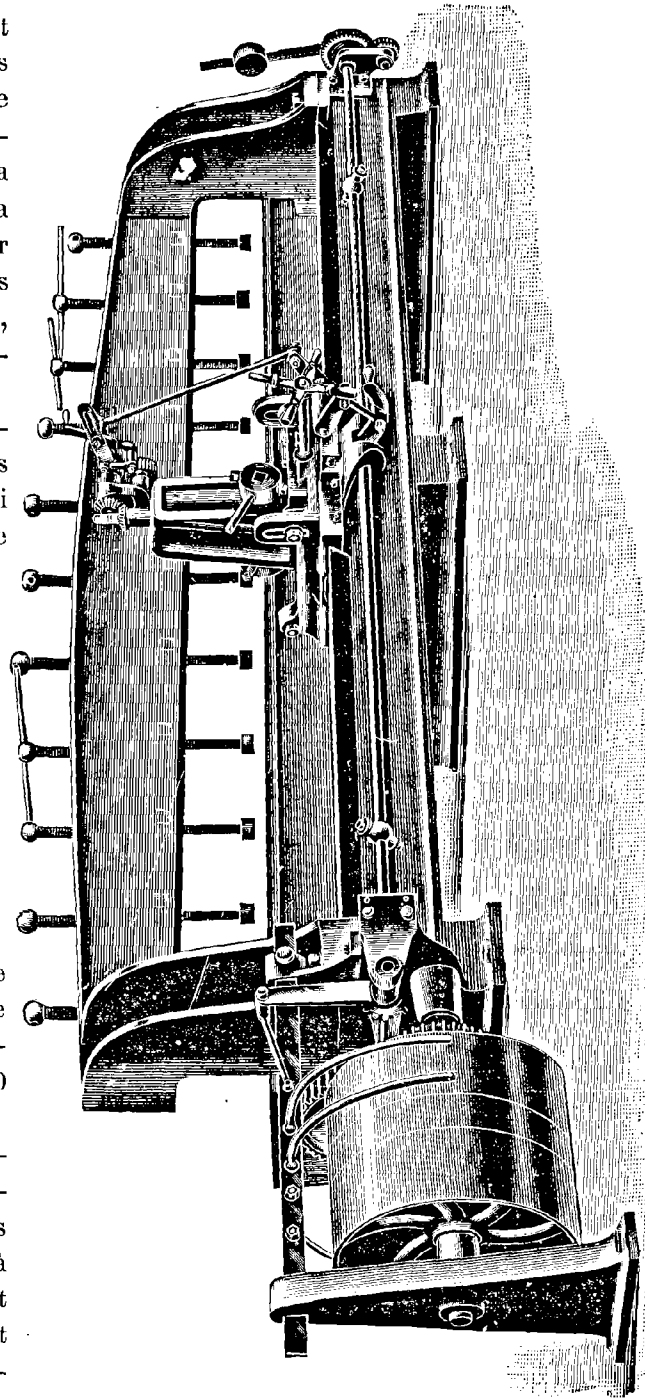


Fig. 790. — Machine à chanfreiner les tôles de M. Lucas.

\*  
\* \*

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, les raboteuses rendent d'immenses services

dans les constructions mécaniques; elles permettent de dresser rapidement, économiquement et avec une grande précision les surfaces planes de grandes dimensions. Et on a pu voir, par les descriptions des machines-outils qui précèdent, qu'on rencontre dans ces machines, de nombreuses parties planes qui demandent à être dressées avec la plus grande précision.

Dans ce cas se trouvent : les bancs des tours, les tables porte-objets des perceuses, des fraiseuses, des raboteuses elles-mêmes, des mortaiseuses, des aléseuses, etc., les parties formant glissières des bâtis de machines, etc., etc. Ce sont les raboteuses qui font tous ces travaux de dressage :

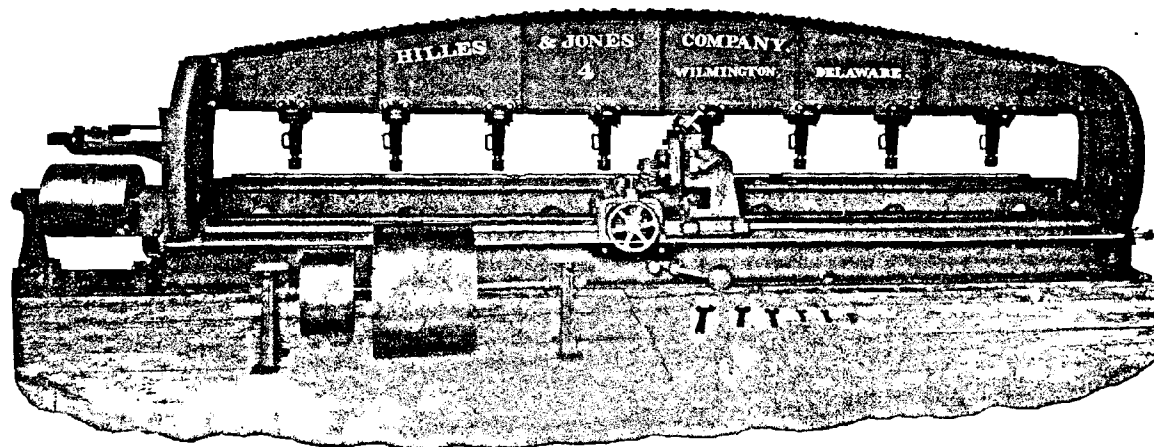


Fig. 791. — Machine à chanfreiner les tôles de la Hilles et Jones Company.

les étaux-limeurs étant utilisés de préférence pour les petites pièces pouvant prendre place sur leur table et les grandes machines à raboter étant forcément employées pour les bâtis de grandes dimensions. On voit par là que le champ d'action de ce genre de machine-outil est réellement très important.

## CHAPITRE CINQUIÈME

**LES MACHINES A MORTAISER.** — On fait quelquefois rentrer les machines à mortaiser dans la classe des machines à raboter, et on leur donne alors le nom de machines à raboter verticales. C'est, à notre avis, très illogique, car les mortaiseuses se distinguent nettement des raboteuses non seulement par la nature et la disposition de leurs organes mais aussi par le mode de travail de l'outil.

Il est évident que, maintenant, les machines à mortaiser sont bien rarement utilisées pour remplir l'usage que leur nom indique, c'est-à-dire pour faire des mortaises, qui sont presque toujours réalisées, aujourd'hui, à l'aide de la machine à fraiser; pour cette raison, leur nom peut paraître impropre; il est néanmoins préférable de le leur garder pour les différencier nettement des autres machines-outils présentant avec elles quelques analogies, et tout particulièrement des raboteuses avec lesquelles il est bon de ne pas les confondre.

En effet, dans les raboteuses, l'outil travaille sur le côté et se déplace dans un plan perpendiculaire à la surface à dresser; dans les mortaiseuses, au contraire, l'outil travaille en bout et se déplace dans un plan parallèle à la surface à entamer. De plus, dans les raboteuses, les courses

successives de l'outil, ou de la table porte-objet, sont ordinairement de grandes longueurs et peuvent atteindre plusieurs mètres; dans les mortaiseuses, au contraire, les courses de l'outil sont toujours relativement très petites, et ne dépassent guère, dans les plus grandes machines, 50 à 60 centimètres. Les usages des machines à raboter et des machines à mortaiser sont, par suite, nettement différents; les premières servent à dresser de grandes surfaces planes; les autres, au contraire, sont employées pour dresser les surfaces de très faible largeur ou pour façonner des objets de peu d'épaisseur.

Les machines à mortaiser ne présentent pas, à beaucoup près, l'importance industrielle des fraiseuses ou des raboteuses, et il n'est guère d'emploi pour lesquels ces deux dernières sortes de machines ne puissent les remplacer, souvent même avec avantage. Aussi est-il beaucoup d'ateliers, mêmes importants, de constructions mécaniques, qui ne possèdent pas de mortaiseuses, leur travail étant fait, suivant les cas, par la fraiseuse ou par la raboteuse. Les machines à mortaiser présentent donc moins d'intérêt que les machines-outils que nous avons déjà décrites. Nous nous y arrêterons moins longuement et nous nous contenterons d'en décrire rapidement les types les plus courants.

**Les outils des mortaiseuses.** — Comme nous l'avons dit plus haut, les outils des mortaiseuses travaillent en bout et reçoivent un mouvement dans un plan parallèle à la surface qu'ils doivent entamer; leur disposition doit donc être différente de celle des outils de machine à raboter; et, de fait, au lieu d'être fortement recourbés comme ces derniers (fig. 761), ils sont droits et simplement effilés vers leur partie coupante comme l'indique notre figure 792.

Comme on le voit par cette figure, ces outils peuvent être fabriqués en tiges d'acier fondu rondes ou carrées; la disposition carrée est toutefois préférable pour les fixer solidement sur les têtes des machines à mortaiser. La partie coupante de ces outils peut être arrondie comme l'indique le premier outil de notre figure, ou carrée, comme le montrent les autres; enfin, on peut utiliser, avec avantage, des outils présentant à chaque extrémité une partie coupante comme le montre le dernier outil de notre gravure; de cette manière, il suffit de retourner l'outil lorsque la coupe est altérée d'un côté pour pouvoir continuer le travail avec la seconde coupe sans qu'il soit nécessaire de procéder à un affûtage immédiat.

On peut également employer, avec avantage, dans les mortaiseuses, des porte-outils universels, semblables à celui représenté par notre figure 793, lequel est construit par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Ces porte-outils reçoivent, fortement fixés par trois boulons, des petits outils d'acier convenablement taillés; par suite de la petite dimension de ces outils, on ne regarde pas à employer pour leur fabrication de l'acier de toute première qualité qui résiste plus longtemps sans nécessiter d'affûtage.

**Les mortaiseuses.** — Les machines à mortaiser sont essentiellement constituées par un bâti portant une table porte-objet à mouvements multiples au-dessus de laquelle une coulisse porte-outil reçoit un mouvement de va-et-vient commandé par une bielle.



Fig. 792.  
Outils en acier fondu pour machines à mortaiser.

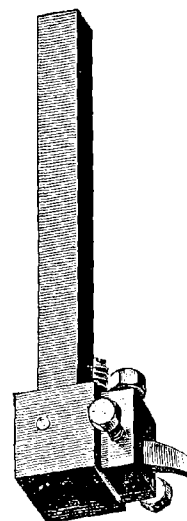


Fig. 793.  
Porte-outil universel pour mortaiseuse.

Dans la mortaiseuse Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup> représentée par la figure 794, la commande de la coulisse porte-outil est obtenue par une bielle qui peut s'excentrer plus ou moins dans la rainure en T du plateau qui l'actionne ; ce plateau est directement calé sur l'arbre du cône de commande à trois étages.

La tête de la bielle peut se déplacer verticalement dans la coulisse porte-outil, au moyen d'une vis, de manière à rapprocher plus ou moins l'outil de la table porte-objet ; le déplacement de

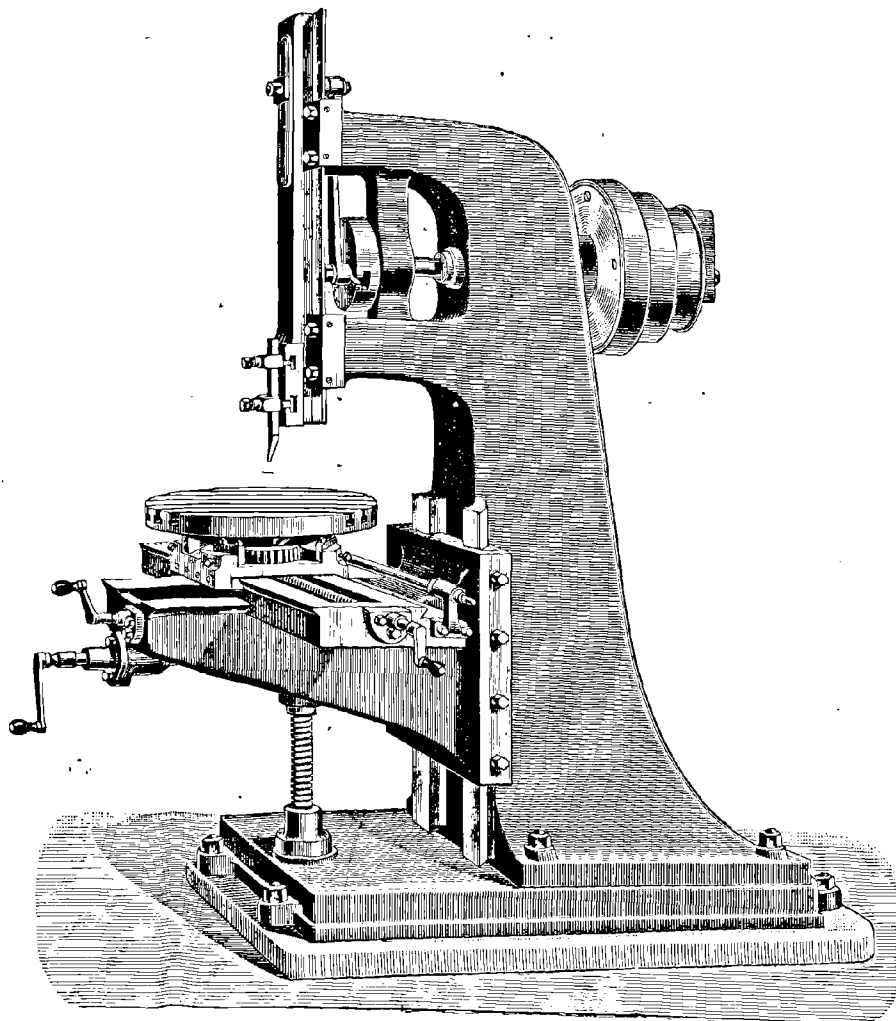


Fig. 794. — Machine à mortaiser de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>.

La table-support, qui peut s'élever plus ou moins à l'aide d'une vis formant vérin, reçoit, sur un double chariot à mouvements longitudinal et transversal, un plateau circulaire à mouvement rotatif.

La course maximum de l'outil est dans cette machine de 20 centimètres, sa plus grande distance au plateau de 58 centimètres et sa distance au bâti de 50 centimètres. Le plateau circulaire de 60 centimètres de diamètre peut se déplacer sur ses glissières de 43 centimètres longitudinalement et de 50 centimètres latéralement.

La course maximum de l'outil est dans cette machine de 20 centimètres, sa plus grande distance au plateau de 58 centimètres et sa distance au bâti de 50 centimètres. Le plateau circulaire de 60 centimètres de diamètre peut se déplacer sur ses glissières de 43 centimètres longitudinalement et de 50 centimètres latéralement.

La mortaiseuse de MM. Bariquand et Marre, représentée par la figure 795, est d'une disposition analogue à la précédente, mais possède un harnais d'engrenage pour modifier la vitesse de l'outil ; cette machine est ainsi disposée pour fonctionner à grande vitesse sans engrenage intermédiaire, et à petite vitesse par la combinaison du cône de commande avec un double engrenage à denture taillée en hélice. Dans les deux cas, par une disposition spéciale, le volant tourne à la vitesse

\*  
\* \*

La mortaiseuse de MM. Bariquand et Marre, représentée par la figure 795, est d'une disposition analogue à la précédente, mais possède un harnais d'engrenage pour modifier la vitesse de l'outil ; cette machine est ainsi disposée pour fonctionner à grande vitesse sans engrenage intermédiaire, et à petite vitesse par la combinaison du cône de commande avec un double engrenage à denture taillée en hélice. Dans les deux cas, par une disposition spéciale, le volant tourne à la vitesse

du cône de commande; la machine fait ainsi les petits travaux aussi bien que les mortaisages où il faut couper beaucoup de matière.

Les mouvements des deux chariots perpendiculaires inférieurs et le mouvement de rotation du plateau circulaire sont automatiques. Les deux chariots supérieurs sont disposés pour permettre de centrer, autour d'un point quelconque, le mouvement de rotation d'une pièce fixée sur le plateau et de faire ainsi sans démontage les différentes courbes de la pièce. Pour faciliter cette opération, la vis sans fin qui commande le mouvement circulaire peut se dégrener en laissant ainsi libres les deux chariots supérieurs.

Dans cette machine, la course maximum du porte-outil est de 25 centimètres, et la distance de l'outil au bâti de 44 centimètres; la course longitudinale de la table est de 30 centimètres et sa course transversale de 38 centimètres; enfin, le diamètre du plateau circulaire est de 50 centimètres.

\* \* \*

Notre figure 796 représente une machine à mortaiser Niles, de MM. Glaenzer et Perreaud; dans cette machine la coulisse porte-outil est équilibrée par un levier à contrepoids que l'on distingue à la partie supérieure de l'appareil.

La glissière dans laquelle se meut la coulisse est supportée par un bâti indépendant du bâti principal et pouvant se déplacer verticalement sur celui-ci à l'aide d'une manivelle agissant par un pignon sur une crémaillère; lorsqu'on rapproche la coulisse porte-outil du plateau porte-objet on peut, grâce à cette disposition, rapprocher également sa glissière, ce qui permet de guider en toute circonstance la coulisse sur toute sa longueur et d'éviter ainsi tout porte-à-faux.

Ces mortaiseuses sont munies d'un mouvement de Whitworth donnant à l'outil une marche lente durant la période de travail et un retour rapide.

Les mouvements, transversal, longitudinal et circulaire, du plateau porte-objet peuvent être obtenus à la main agissant sur des manivelles ou automatiquement par une transmission à cliquet.

Dans les grands modèles de ces mortaiseuses les coulisses porte-outils ne sont plus actionnées par une bielle, mais par un mouvement à pignon et crémaillère analogue à celui utilisé dans les raboteuses.

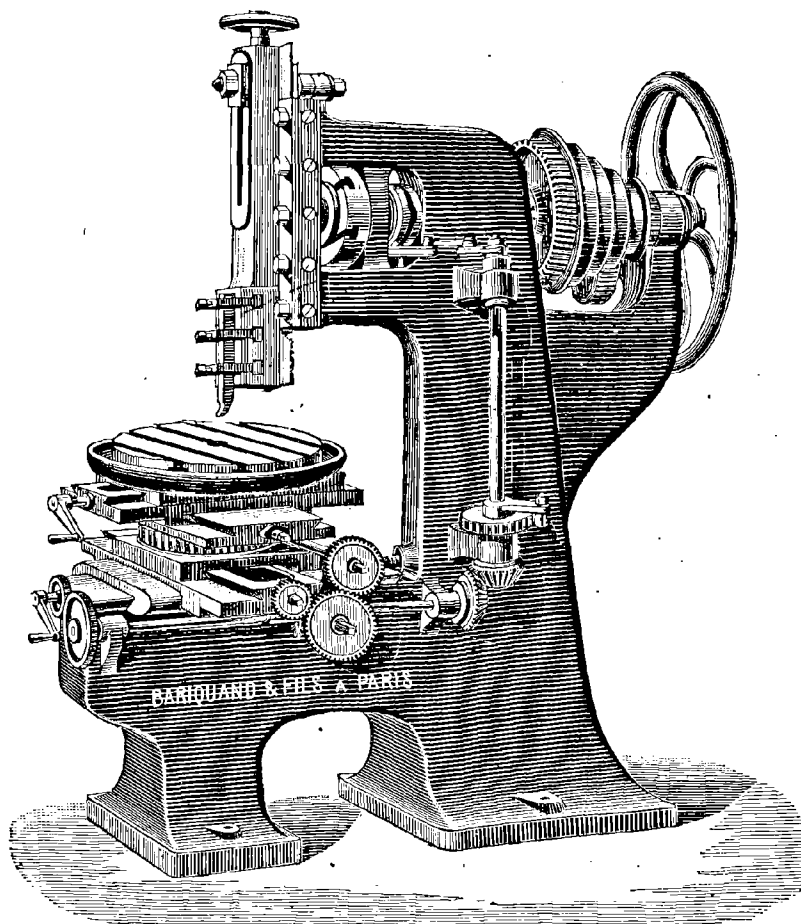


Fig. 795. — Machine à mortaiser de MM. Bariquand et Marre.

La petite mortaiseuse de M. Le Blanc, représentée par notre figure .797, possède une tête

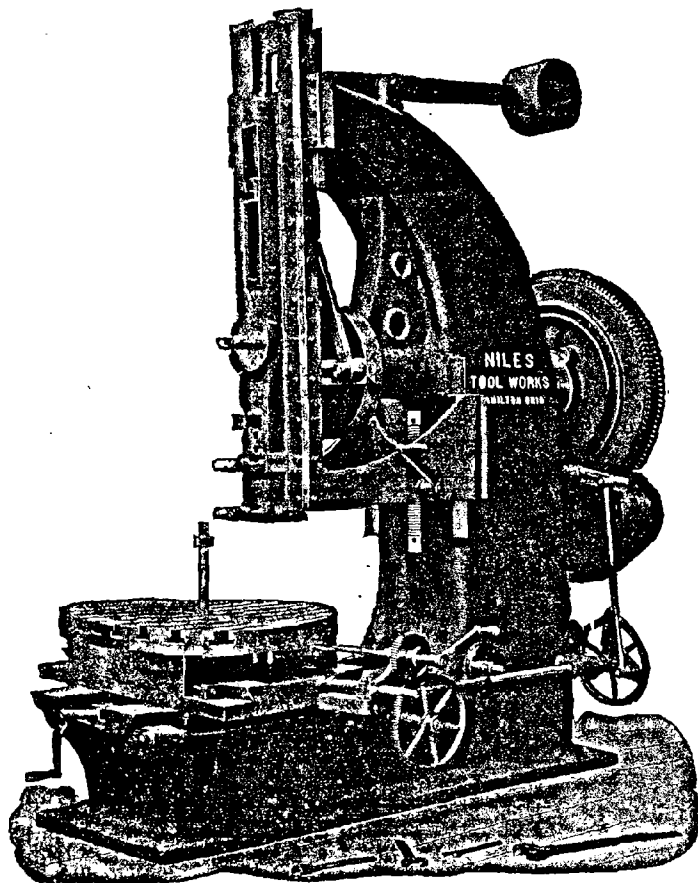


Fig. 796. — Machine à mortaiser Niles.

porte-outil qui peut s'incliner de 35°. La commande est effectuée par poulies fixe et folle sur l'axe desquelles se trouve calé un volant; sur l'un des bras de ce volant on peut fixer une manivelle permettant d'actionner, en cas de besoin, la machine à la main.

Tous les mouvements, transversal, longitudinal et circulaire, du plateau sont automatiques. Cette machine est spécialement destinée à la fabrication des matrices, étampes et bouterolles pour rivets et des boulons. La course de l'outil est de 105 millimètres et sa distance au bâti de 30 centimètres.

Dans la machine à mortaiser de M. Lucas, représentée par la figure 798, la coulisse porte-outil est équilibrée par un levier à contrepoids; le cône de

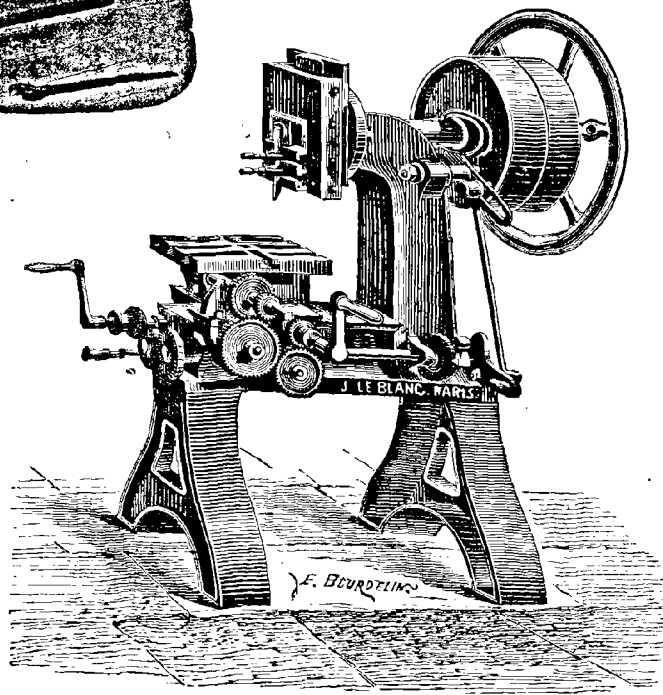


Fig. 797. — Machine à mortaiser de J. Le Blanc.



La table porte-objet est munie de mouvements : longitudinal, transversal et circulaire à la main ou automatiques ; tous ces mouvements sont indépendants l'un de l'autre.

Cette machine se construit en plusieurs modèles, dont le plus grand, pesant 26.000 kilogrammes, peut recevoir des objets de 2<sup>m</sup>,44 de diamètres ; la course de l'outil est de 75 centimètres et les courses de la table de 1<sup>m</sup>,83 sur 1<sup>m</sup>,445.

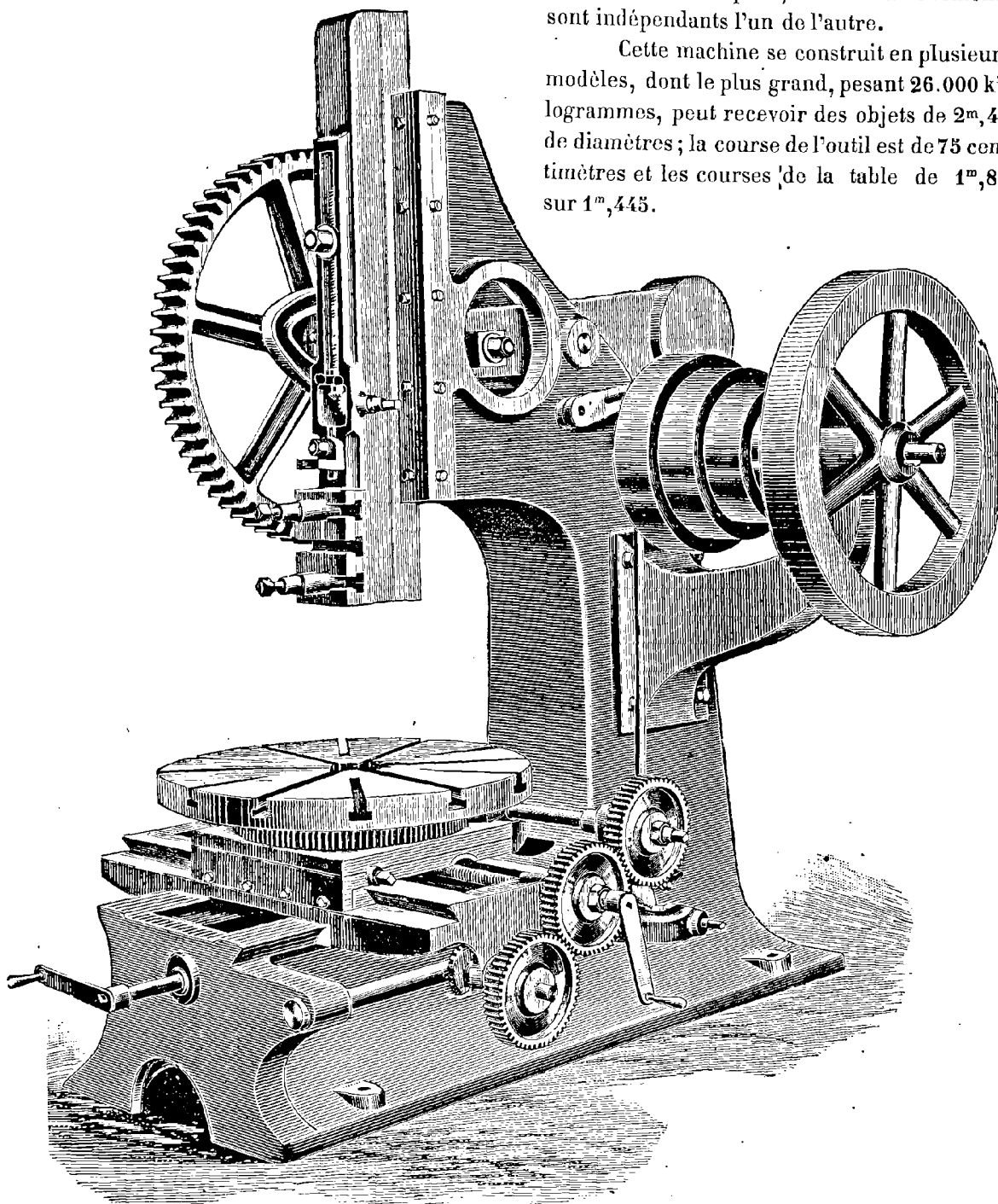


Fig. 798. — Machine à mortaiser à mouvement latéral de M. Lucas.

\*  
\*

La machine à mortaiser de M. L. Besse, représentée par la figure 799, est également à tête

nclinable, ce qui facilite beaucoup certaines opérations. La commande se fait par cône à trois étages et deux paires d'engrenages droits; un volant destiné à régulariser le mouvement est calé sur l'arbre du cône.

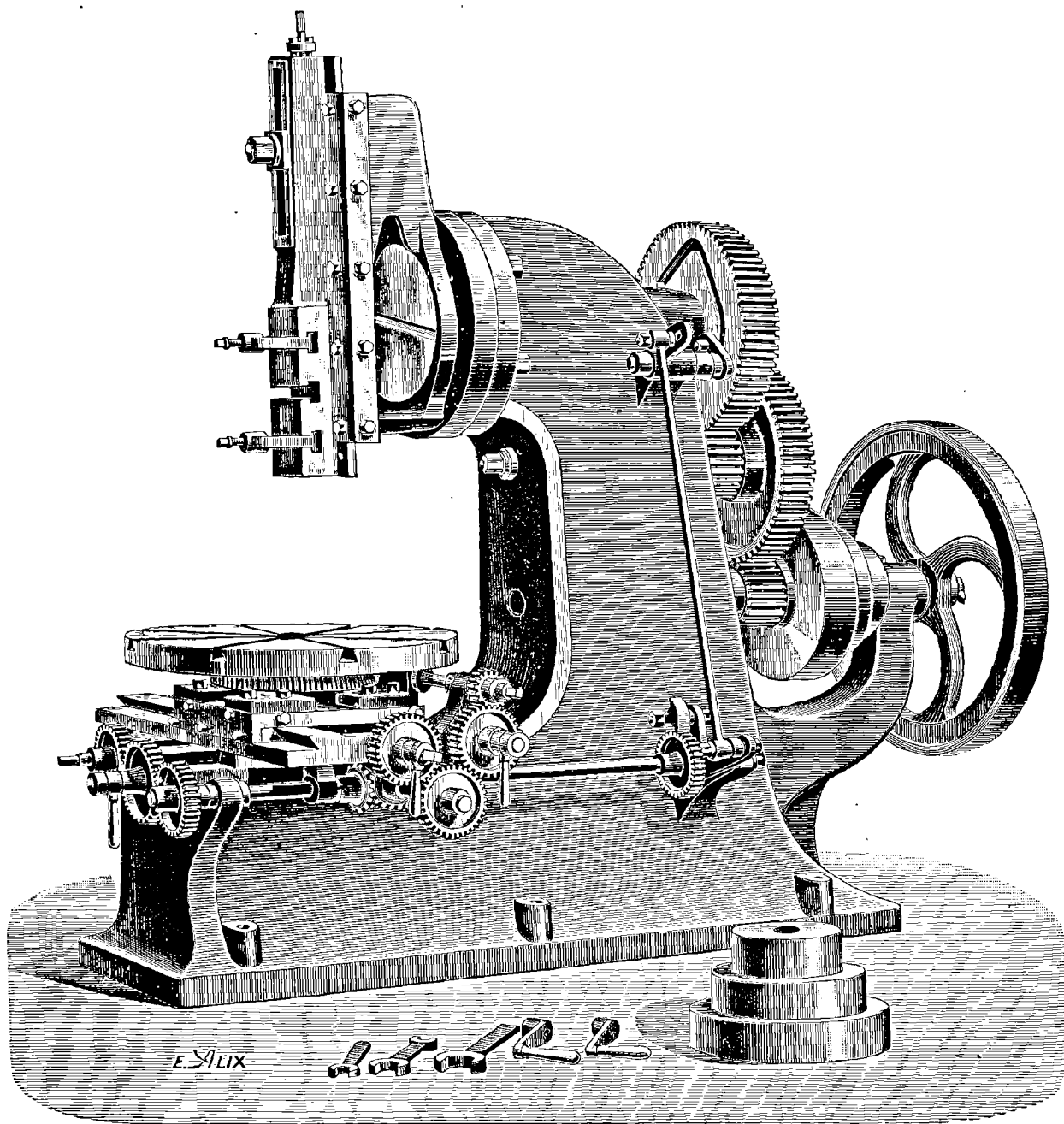


Fig. 799. — Machine à mortaiser à tête inclinable de M. L. Besse.

La dernière roue d'engrenage, calée sur l'arbre du plateau de commande de la coulisse porte-outil, actionne, par une came et une série de leviers, un cliquet qui commande automatiquement les mouvements, longitudinal, transversal et circulaire, du plateau porte-objet.

\*  
\*  
\*

La figure 800 représente également une mortaiseuse à tête inclinable des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>. Le mouvement d'inclinaison de la tête mobile est obtenu par un cliquet commandant une vis sans fin qui actionne un secteur convenablement denté; l'inclinaison de la tête peut ainsi se régler sans effort et avec grande précision.

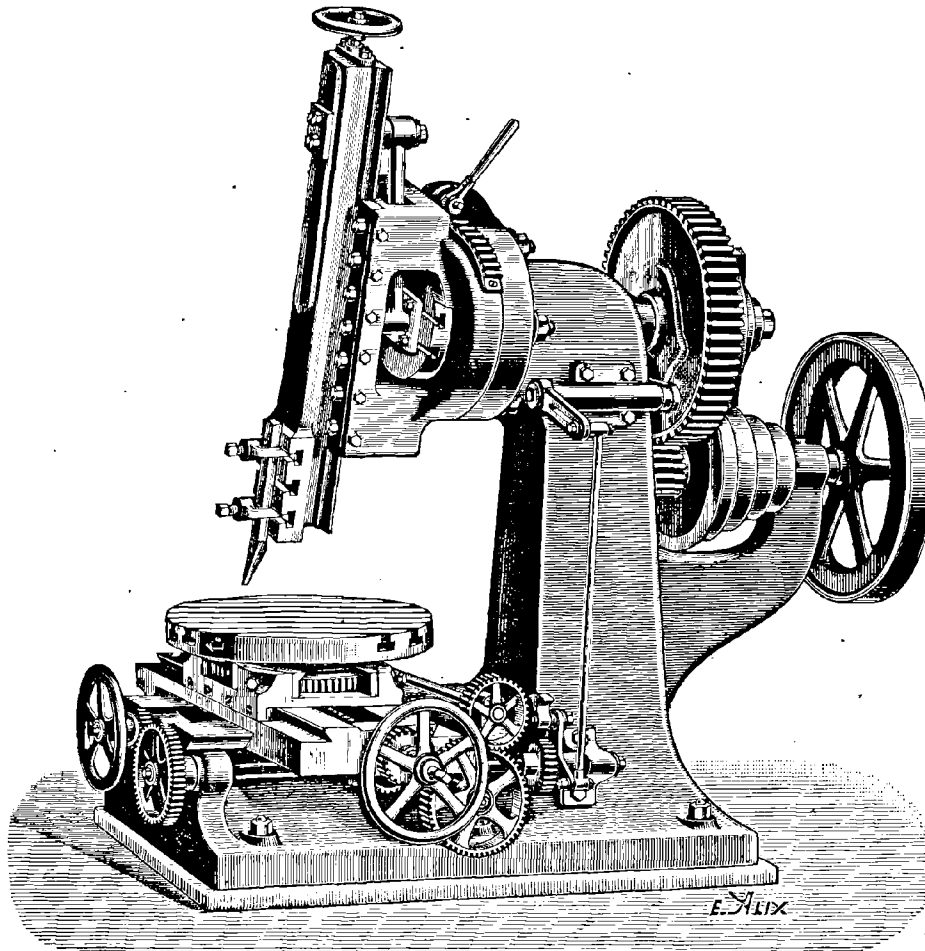


Fig. 800. — Machine à mortaiser à tête inclinable (Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>).

Le cône à quatre étages commande, par un train d'engrenages droits, l'arbre recevant le plateau qui actionne la bielle procurant le mouvement de va-et-vient à la coulisse porte-outil; le mouvement de retour de cette coulisse porte-outil est accéléré. Le cône est muni d'un volant régularisant le mouvement de rotation.

Tous les déplacements du plateau, longitudinal, transversal et circulaire, sont obtenus automatiquement par une came, une série de leviers et un cliquet. Le plateau circulaire de 90 centimètres de diamètre peut se déplacer de 80 centimètres dans les deux sens. La course de l'outil est de 35 centimètres et sa distance du bâti de 80 centimètres.

\*  
\*  
\*

Terminons enfin par la machine à mortaiser double des mêmes constructeurs, représentée

par la figure 801; cette mortaiseuse est spécialement construite pour façonner les têtes des boulons, des vis et les écrous. Cette machine est en somme constituée par deux mortaiseuses accolées par leur bâti et commandées par un même cône à deux étages; lorsque l'un des outils travaille, l'autre remonte.

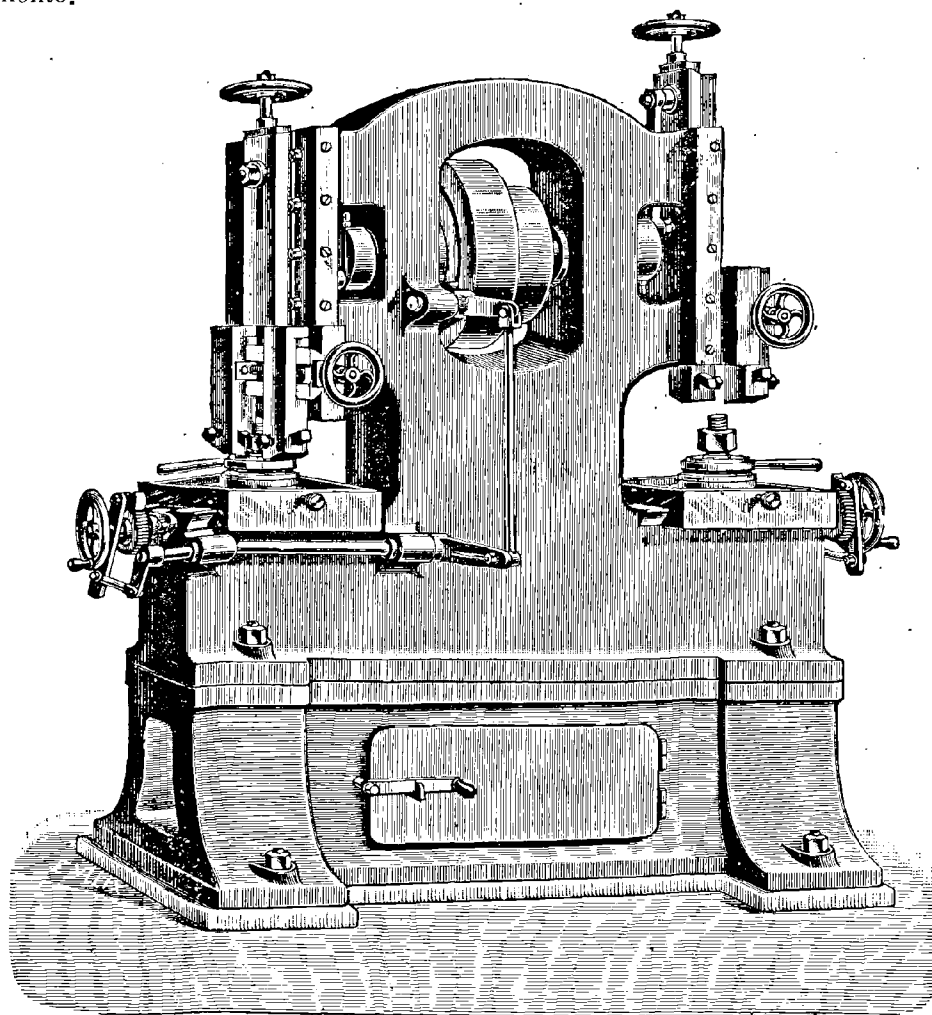


Fig. 801. — Machine à mortaiser double pour façonner les écrous et les têtes des boulons.

Les têtes des coulisses porte-outils sont doubles et reçoivent des outils inclinés qui peuvent se rapprocher ou s'éloigner plus ou moins sous l'action d'une vis mue par un petit volant; on peut ainsi régler la distance des outils suivant la largeur des têtes de boulons. Cette disposition permet de façonner en même temps deux faces parallèles des têtes de boulons ou des écrous. Les tables porte-objet, spécialement disposées pour recevoir les boulons ou les écrous à façonner, reçoivent un déplacement longitudinal, commandé automatiquement par une série de leviers et un cliquet.

Cette machine est étudiée spécialement pour mortaiser et calibrer les carrés et les six pans; la production journalière d'une de ces machines est considérable, et le prix d'un écrou calibré par son entremise est, par suite, presque nul; pour les petits écrous, par exemple, la machine, donnant plus de 100 coups à la minute, produit 500 écrous dans une journée avec un seul ouvrier. Elle per-

met de mortaiser et calibrer les boulons, vis, écrous, jusqu'à un diamètre de tige ou de taraudage de 50 millimètres et une hauteur de 60 millimètres pour la tête. Les boulons à longues tiges se mortaisent avec autant de facilité.

## CHAPITRE SIXIÈME

**LES MACHINES A ALÉSER.** — Nous avons vu, que les tours sont destinés à entamer des pièces de métal, suivant une surface circulaire extérieure ; les machines à aléser sont au contraire destinées à entamer ces pièces de métal suivant une surface circulaire intérieure. Ces machines sont donc employées pour agrandir, amener au diamètre voulu et tourner avec précision, la partie intérieure des paliers, des corps de pompe, des cylindres de machines à vapeur, de moteurs à gaz, à pétrole, etc., des pièces polaires des dynamos et des électromoteurs, et, en somme, tous les objets tournés intérieurement. Comme ces pièces sont nombreuses, et se retrouvent fréquemment dans la construction des machines de tous genres, les usages des machines à aléser sont assez étendus.

Toutefois, il est bien des ateliers de peu d'importance, qui ne possèdent pas de machines spécialement construites pour ces opérations circulaires intérieures, et qui emploient pour les réaliser soit les tours parallèles, soit les machines à percer, soit encore les fraiseuses. Dans ce cas, les machines à percer et à fraiser sont ordinairement utilisées pour les alésages de faible diamètre et les tours parallèles pour les alésages de plus grand diamètre.

Pour utiliser une machine à percer pour l'alésage d'un trou déjà percé, il suffit de fixer à la place du foret un porte-lame (fig. 575), qui reçoit une lame coupante du diamètre que doit avoir le trou ; l'objet à aléser est alors fixé sur le plateau de la perceuse, et l'on procède comme pour le perçage d'un trou, l'avancement de l'outil aléseur étant effectué par les mêmes procédés que l'avancement du foret.

Pour aléser avec une machine à fraiser, on fixe directement sur l'arbre porte-fraise un outil à aléser ou un arbre porte-lame à aléser qui reçoit l'outil (fig. 742) ; on fixe la pièce à travailler sur le plateau porte-objet. On met alors l'appareil en marche et on provoque, à la main ou automatiquement par les moyens ordinaires, le déplacement de ce plateau qui procure à l'objet l'avancement nécessaire au travail.

Enfin, pour réaliser un alésage à l'aide d'un tour parallèle, on place entre pointes une barre porte-lame plus ou moins forte suivant le diamètre de l'alésage à effectuer ; cette barre, qui reçoit la lame d'alésage, est rendu solidaire du mouvement de rotation de l'arbre du tour, par un toc ou un mandrin quelconque. La pièce à travailler est solidement fixée à la place ordinairement occupée par le crochet de tour, sur le chariot mobile, de telle sorte que le centre de la partie à aléser coïncide avec la ligne des pointes. On règle la vitesse de la vis mère du chariot suivant la largeur des passes que l'on veut prendre et il ne reste plus qu'à mettre l'appareil en mouvement pour que l'alésage se poursuive automatiquement. C'est là, d'ailleurs, un moyen très couramment utilisé dans les petits ateliers de constructions mécaniques.

Du reste, le tour parallèle employé comme il vient d'être dit, réalise une véritable machine à aléser. La disposition de nombreuses machines spécialement construites pour aléser, est, en effet, à peu près identique et présente simplement quelques modifications pratiques destinées à rendre plus commodes les opérations que doit effectuer l'appareil : la barre porte-lame est placée à poste

fixe, et le chariot, au lieu d'être disposé pour recevoir un outil, est de plus grandes dimensions, et aménagé pour qu'il soit facile d'y fixer rapidement et solidement les pièces à travailler de forme quelconque ; de plus, la barre d'alésage ou la table porte-objet peuvent recevoir un déplacement vertical pour faciliter la mise en place de la pièce à aléser.

On peut donc dire que la plupart des machines à aléser sont de véritables tours parallèles, dans lesquels les emplacements de l'outil et de la pièce à travailler sont simplement inversés : l'outil se place sur l'arbre tournant et la pièce sur le chariot mobile.

Nous avons vu que les machines à percer et les machines à fraiser pouvaient être au besoin utilisées comme machines à aléser ; en revanche, les machines construites spécialement pour aléser peuvent parfaitement être employées, comme nous le verrons dans les descriptions qui vont suivre, comme perceuses ou fraiseuses ; elles sont même particulièrement commodes pour certains travaux de perçage ou de fraisage. Les machines à aléser pourraient également dans certains cas être employées comme tour ; mais elles ne seraient guère commodes pour cet emploi et comme il n'est pas d'atelier de constructions mécaniques qui ne possède ce genre de machine, qui, comme nous l'avons dit, est de première nécessité, il est bien rare qu'on doive utiliser les aléseuses pour effectuer des opérations circulaires extérieures.

Pour réaliser un bon travail d'alésage, il est absolument indispensable que la pièce à travailler soit fixée très solidement sur le plateau porte-objet, et ne puisse recevoir aucun déplacement, ni aucune oscillation, durant le travail. Les outils doivent être également fixés avec beaucoup de soin sur l'arbre porte-outil, pour qu'ils ne puissent se déranger ; pour éviter le broutage, c'est-à-dire un tremblement de l'outil qui provoque une coupe très irrégulière, la partie coupante de l'outil doit être située un peu en arrière de l'axe, dans le sens de la rotation.

La forme des outils utilisés dans les machines à aléser est assez variable ; pour les alésages de petits diamètres, ils présentent la forme de lames plates et coupantes, comme l'indique la figure 575 ; au contraire, pour les alésages de plus grand diamètre, ils sont assez analogues aux crochets et aux planes de tour.

On peut disposer sur l'arbre porte-outil plusieurs outils afin d'effectuer l'alésage en une seule opération ; les outils qui entament les premiers le métal ont la partie coupante angulaire ou arrondie ; le dernier outil qui doit finir le travail, enlever les côtes produites par les autres et polir la surface, affecte au contraire la forme d'une plane de tourneur, et sa partie coupante assez large est rectiligne et disposée parallèlement à l'axe de rotation. On peut ainsi obtenir en une seule passe une surface parfaitement unie et un alésage extrêmement précis.

Mais il est nécessaire pour cela de disposer la pièce à travailler et les outils avec les plus grands soins ; il faut, en effet, beaucoup plus de précautions pour l'alésage que pour le tournage, et il est plus difficile d'aléser que de tourner. Pour l'alésage, l'outil travaille d'ailleurs à l'abri du regard, et il est par suite moins commode de vérifier avant la fin de l'opération si le travail se poursuit régulièrement.

Les machines à aléser peuvent ordinairement recevoir sur leur arbre porte-outil, un appareil spécial pour surfacer les parties planes perpendiculaires à l'axe de rotation. Grâce à ce dispositif, on peut, par exemple, dresser les brides des corps de pompes qu'on vient d'aléser sans les démonter du plateau porte-objet ; on peut même effectuer dans certains cas les deux opérations en même temps, ce qui active considérablement le travail et réduit le coût de la main-d'œuvre.

Les types de machines à aléser varient à l'infini ; c'est peut-être en effet, le genre de machine qui se prête le mieux à des formes et des dispositions différentes. Ces machines ne se prêtent donc

pas à un classement facile ; nous nous contenterons donc d'en décrire successivement quelques types choisis parmi les plus courants et qui suffiront à donner à nos lecteurs une idée très nette de ce genre de machines-outils.

**Les aléseuses.** — Les figures 802 et 803 représentant, vue de côté et de dessus, une machine à aléser parallèle, de M. J. Le Blanc, font facilement comprendre la disposition des machines à aléser.

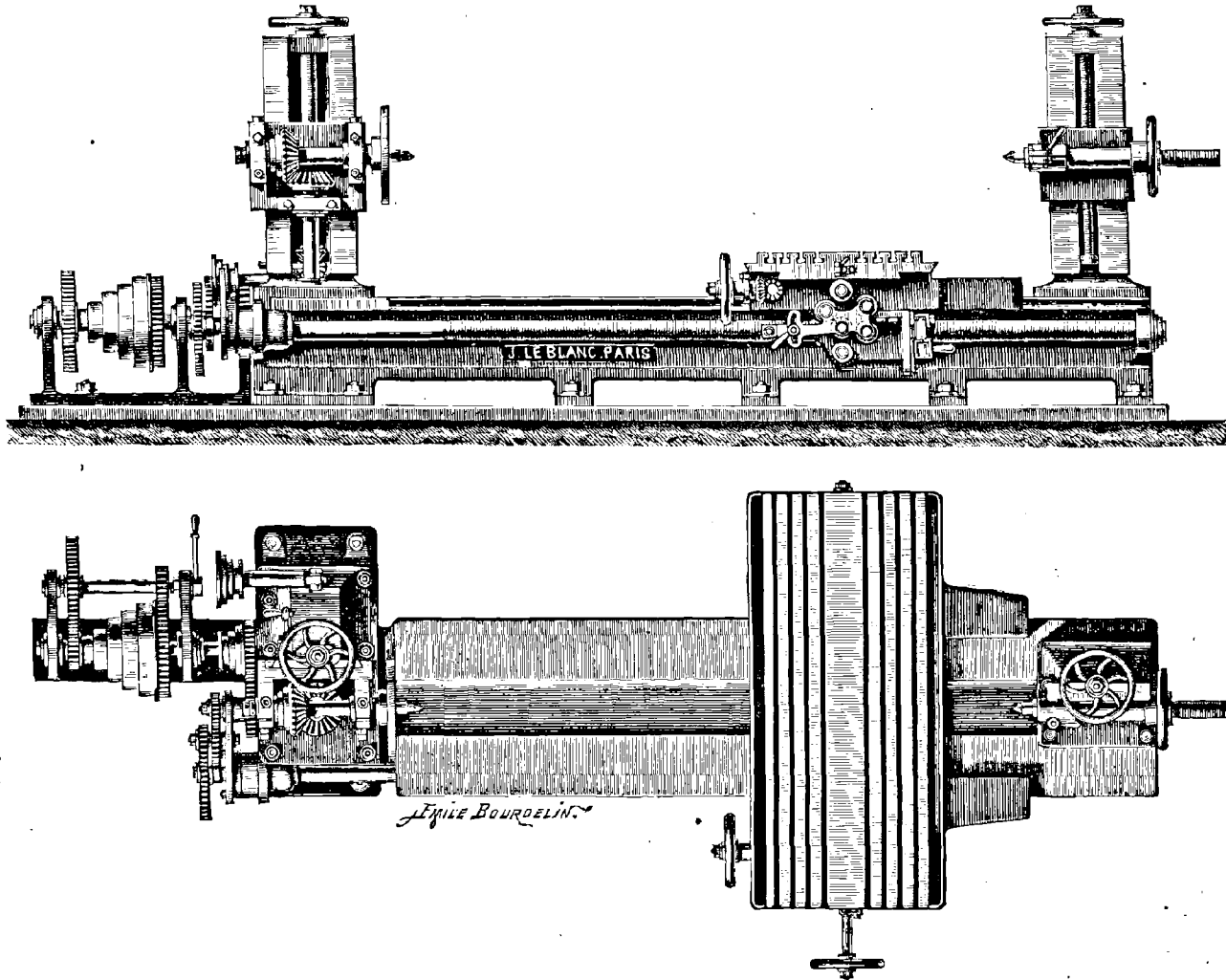


Fig. 802 et 803. — Machine à aléser parallèle et à fraiser horizontale de J. Le Blanc.

A chaque extrémité du banc, se trouve un montant vertical formant glissière ; sur la glissière de gauche peut se déplacer un chariot portant un arbre horizontal, qui reçoit un mouvement de rotation d'un arbre vertical par un train d'engrenages d'angle ; sur l'autre glissière, peut également se déplacer, sous l'action d'une vis mue par un volant, un chariot portant une contre-pointe.

La barre porte-outil est disposée entre la contre-pointe et l'arbre tournant ; elle est rendue solidaire de cet arbre par un toc de tour ou un mandrin quelconque, et reçoit par conséquent un mouvement de rotation.

L'appareil est commandé par courroie passant sur un cône à cinq étages, muni d'un harnais d'engrenage. Une série d'engrenages droits interchangeable commande, plus ou moins rapidement, la vis longitudinale qui provoque le déplacement de la table porte-objet.

En fixant une fraise sur l'arbre horizontal, cette machine peut également servir de fraiseuse horizontale. Cette machine se construit en deux modèles, dont le plus grand présente une longueur totale de 6<sup>m</sup>,20, une longueur entre pointes de 3<sup>m</sup>,50 et une hauteur maximum de pointes de 1<sup>m</sup>,30.

\*  
\*  
\*

La machine à aléser, percer et fraiser de M. Huré représentée par la figure 804 est de disposition analogue à la précédente. Cette machine permet d'exécuter, en un seul montage et sur la même pièce, différentes opérations de fraisage, perçage ou alésage, avec précision et économie.

La pièce montée sur la table se déplace longitudinalement, transversalement ou circulairement ; et

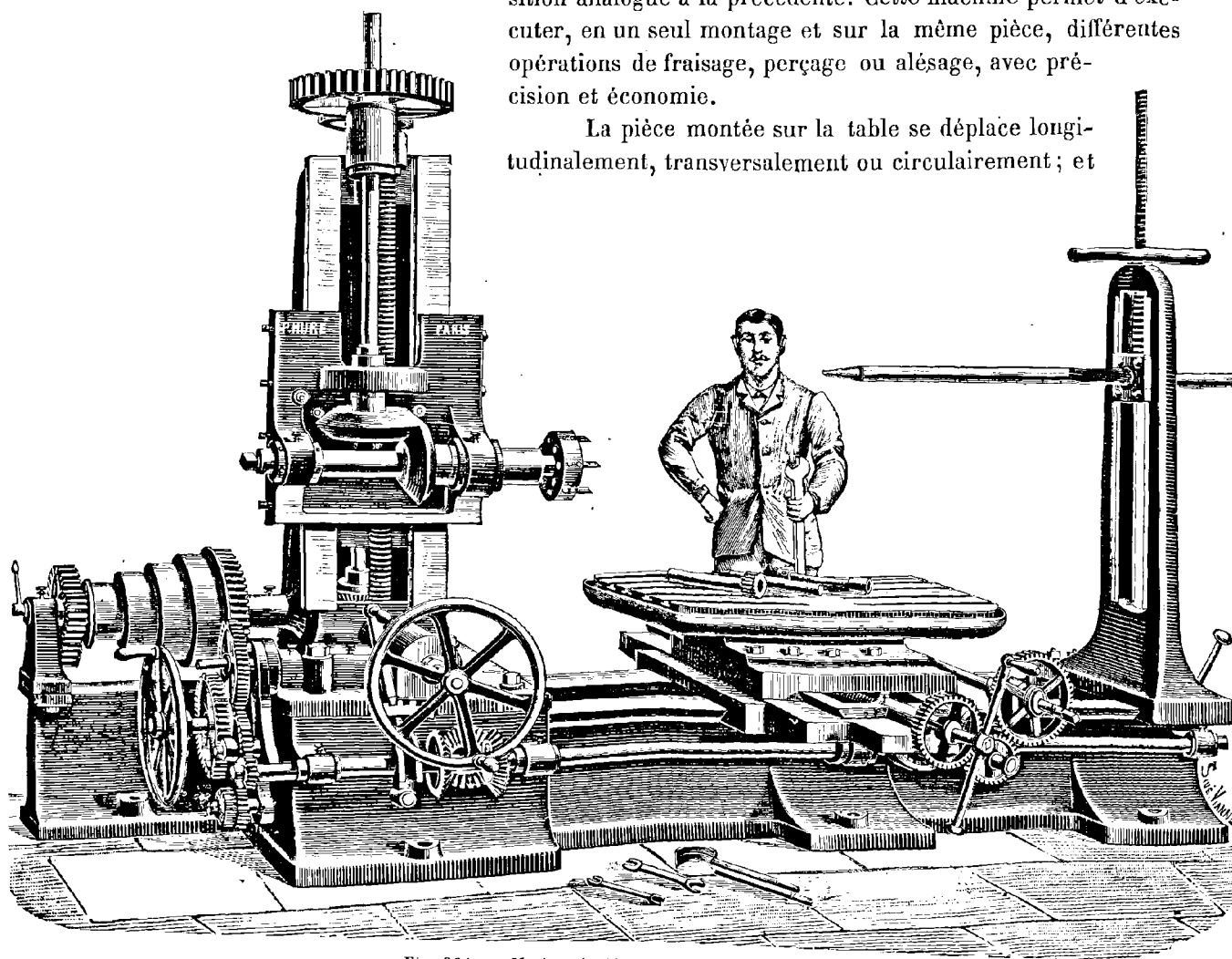


Fig. 801. — Machine à aléser, percer et fraiser de M. Huré.

de son côté, le chariot porte-fraise se meut verticalement. On peut donc travailler successivement toutes les faces d'une même pièce, dans tous les sens, sans la démonter.

Le cône de commande transmet le mouvement de rotation à l'arbre porte-fraise par deux roues d'angle et deux roues droites à dents taillées, dont le rapport procure la puissance et la



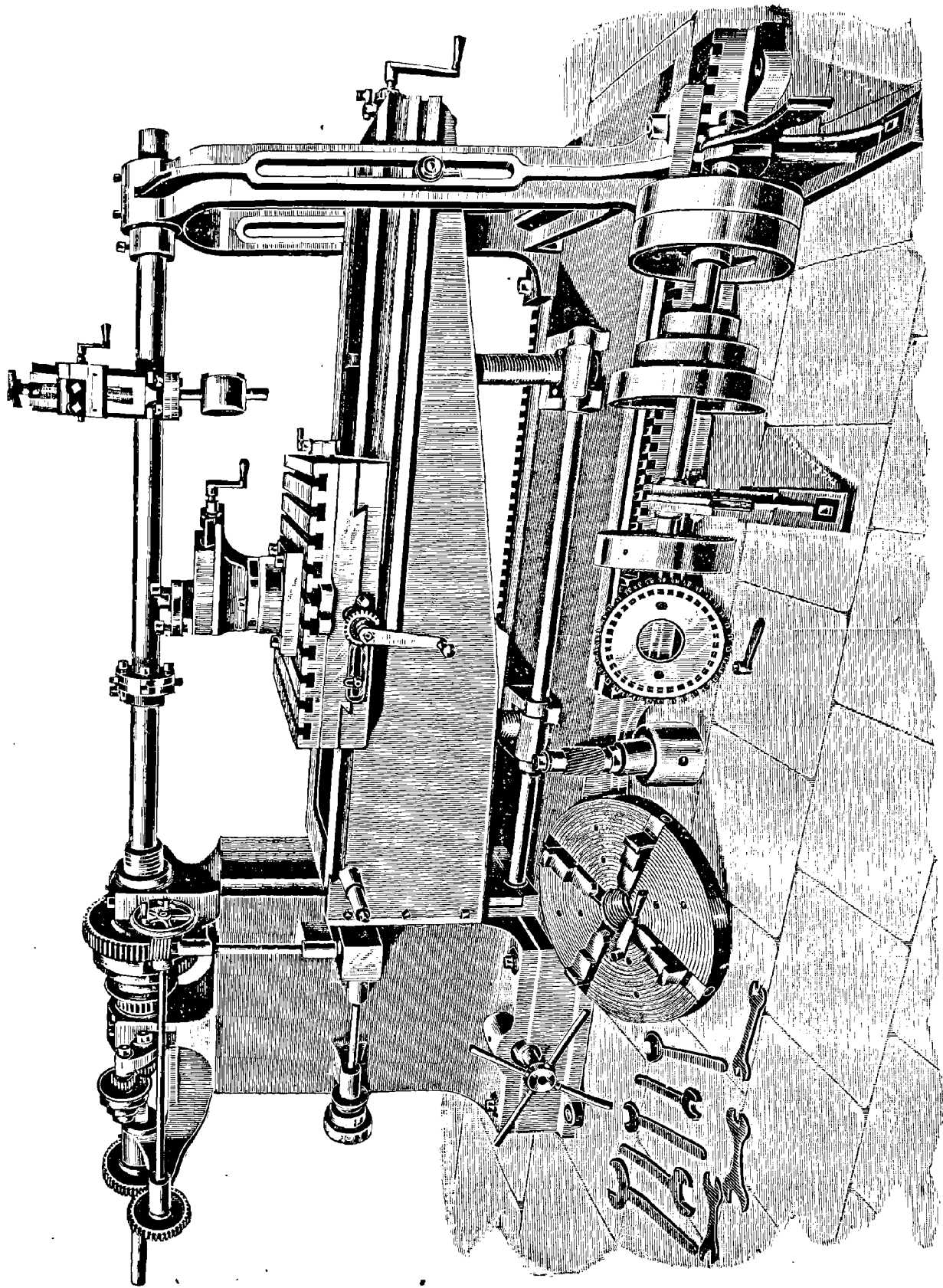


Fig. 805. — Machine à aléser, surfacer et fraiser horizontale de M. Lucas.

douceur nécessaires ; et enfin, par deux autres roues d'angle placées sur le chariot porte-fraise et recouvertes par un masque protecteur. La commande est pourvue d'un harnais d'engrenages à dents taillées, se débrayant par excentrique procurant et huit vitesses différentes à l'arbre porte-fraise.

Tous les chariots, ainsi que le plateau tournant, sont actionnés automatiquement ou à la main à volonté ; un levier procure le changement de marche ou l'arrêt instantané de chaque mouvement dont la vitesse peut être modifiée au moyen de roues et de têtes de cheval ou lyres.

Les manivelles et le levier de changement de marche sont à la portée de l'ouvrier, qui peut les manœuvrer avec la plus grande facilité, tout en conservant le contrôle de l'opération en cours. La table à rainures servant à fixer les pièces à travailler est rectangulaire, avec rebord pour recevoir l'eau de savon et les copeaux. Chaque machine possède avec une lunette ou support de barre à aléser à réglage vertical, une barre d'alésage et un axe porte-fraise.

\*  
\*\*

Dans la machine à aléser, surfacer et fraiser horizontale de M. Lucas, représentée par la figure 805, la barre porte-outil horizontale ne peut pas se déplacer dans le sens vertical comme dans les appareils précédemment décrits. Ici c'est la table porte-objet qui se déplace verticalement pour permettre le centrage des pièces à aléser.

La barre d'alésage est accouplée d'un côté à l'arbre du cône de commande muni d'un harnais d'engrenage ; à son autre extrémité elle est maintenue par un support spécial qui peut se déplacer sur le socle de l'appareil de manière à se rapprocher plus ou moins suivant la longueur de la barre d'alésage et la grandeur des pièces à travailler.

Cette barre d'alésage a 101 millimètres de diamètre sur 3<sup>m</sup>,335 de longueur. Dans notre gravure elle supporte un porte-outil circulaire à aléser et un appareil à surfacer les brides pouvant dresser un diamètre de 323 millimètres ; cet appareil est constitué par une glissière fixée sur la barre d'alésage et entraînée dans son mouvement de rotation, sur cette glissière peut se déplacer automatiquement un petit chariot recevant l'outil.

La table porte-objet est carrée et de 915 millimètres de côté, elle peut se déplacer longitudinalement, sous l'action d'une vis, sur un banc ; ce banc peut lui-même être soulevé ou abaissé à l'aide de deux fortes vis formant vérin et mues simultanément par engrenages coniques commandés par un arbre horizontal actionné lui-même par engrenages d'angle au moyen d'un croisillon. La table porte-objet peut également recevoir, à la main, un mouvement transversal au moyen d'une manivelle.

En disposant une fraise sur l'arbre du cône de commande, on peut utiliser la machine comme machine à fraiser horizontale. De même, en retirant la barre d'alésage et en fixant sur l'arbre du cône de commande un mandrin à quatre mordaches indépendantes que l'on aperçoit au pied de l'appareil, et en disposant sur la table, comme l'indique la gravure, un chariot porte-outil, on peut employer la machine comme tour en l'air.

\*  
\*\*

Notre figure 806 représente une machine à percer, aléser et surfacer Niles, de MM. Glaenzer et Perreaud, présentant une grande analogie avec la précédente ; elle permet d'aléser ou de percer une série de trous à axes parallèles d'une façon rigoureusement exacte. Elle permet également de dresser des surfaces perpendiculaires à ces trous.

Il suffit, pour la mise en chantier d'une pièce, de la placer de telle sorte que l'axe d'un des

trous à travailler soit parallèle à l'axe de la barre d'alésage ; ceci fait, on règle la hauteur de la table à l'aide des vis qui la supportent, ce mouvement pouvant se faire soit à la main avec le levier de réglage, soit automatiquement en embrayant le mouvement de relevage ; puis, à l'aide du mouvement de réglage rectangulaire dont est pourvu le plateau porte-objet ; on amène le centre du trou à travailler dans le prolongement du centre de la barre d'alésage. Ces différentes opérations s'effectuent très rapidement et avec une grande facilité.

La barre d'alésage est d'un diamètre suffisant pour effectuer les travaux les plus grands que la machine puisse recevoir ; elle est guidée par deux paliers ; elle se déplace automatiquement mais est également pourvue d'un mouvement de déplacement rapide à la main.

Tous les mouvements de commande de la machine sont rassemblés sous la main de l'ouvrier de telle sorte qu'il n'ait pas besoin de se déplacer pour agir sur ces mouvements.

L'extrémité libre de la table est munie d'une console pourvue d'un palier qui est destiné à recevoir l'extrémité de la barre d'alésage afin de supporter cette dernière en deux points lorsqu'on peut la faire passer à travers la pièce à travailler.

Enfin, cette machine est pourvue d'une tête de dressage, avec mouvement d'avancement par étoile, qui est destinée à être montée à l'extrémité de la barre d'alésage afin de dresser les surfaces perpendiculaires à son axe.

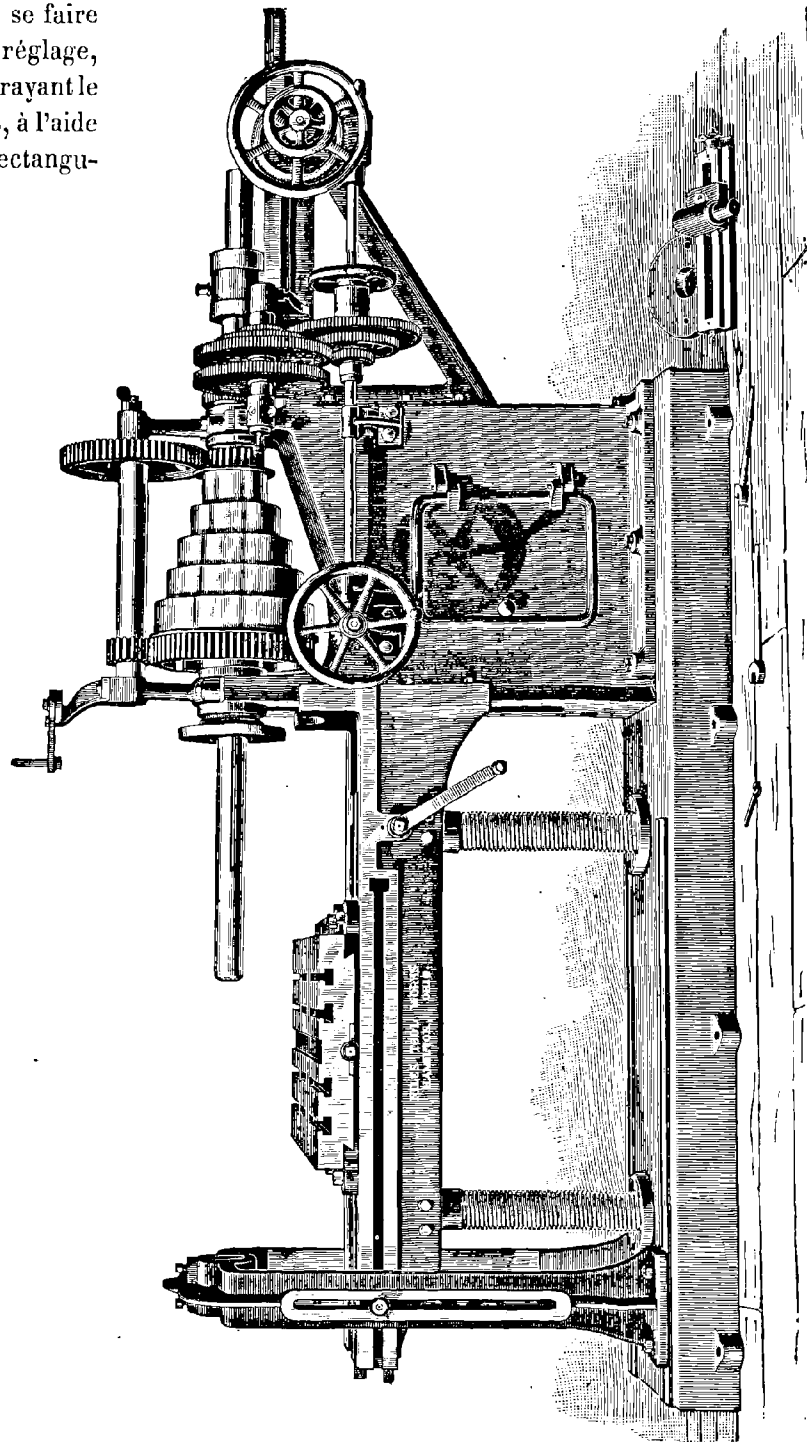


Fig. 806. — Machine horizontale à percer, aléser et surfacer Niles.

\* \* \*

La machine à aléser et à fraiser Frey, des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>, que montre la figure 807 présente une série de dispositifs réellement intéressants.

La barre d'alésage accouplée avec l'arbre du cône de commande est solidement maintenue à son extrémité par un support spécial; de plus, un porte-guide lunette permet de maintenir fortement cette barre d'alésage en sa position de travail; ce type de machine est, par suite, très pratique pour le façonnage de pièces où se présentent des alésages d'une certaine longueur.

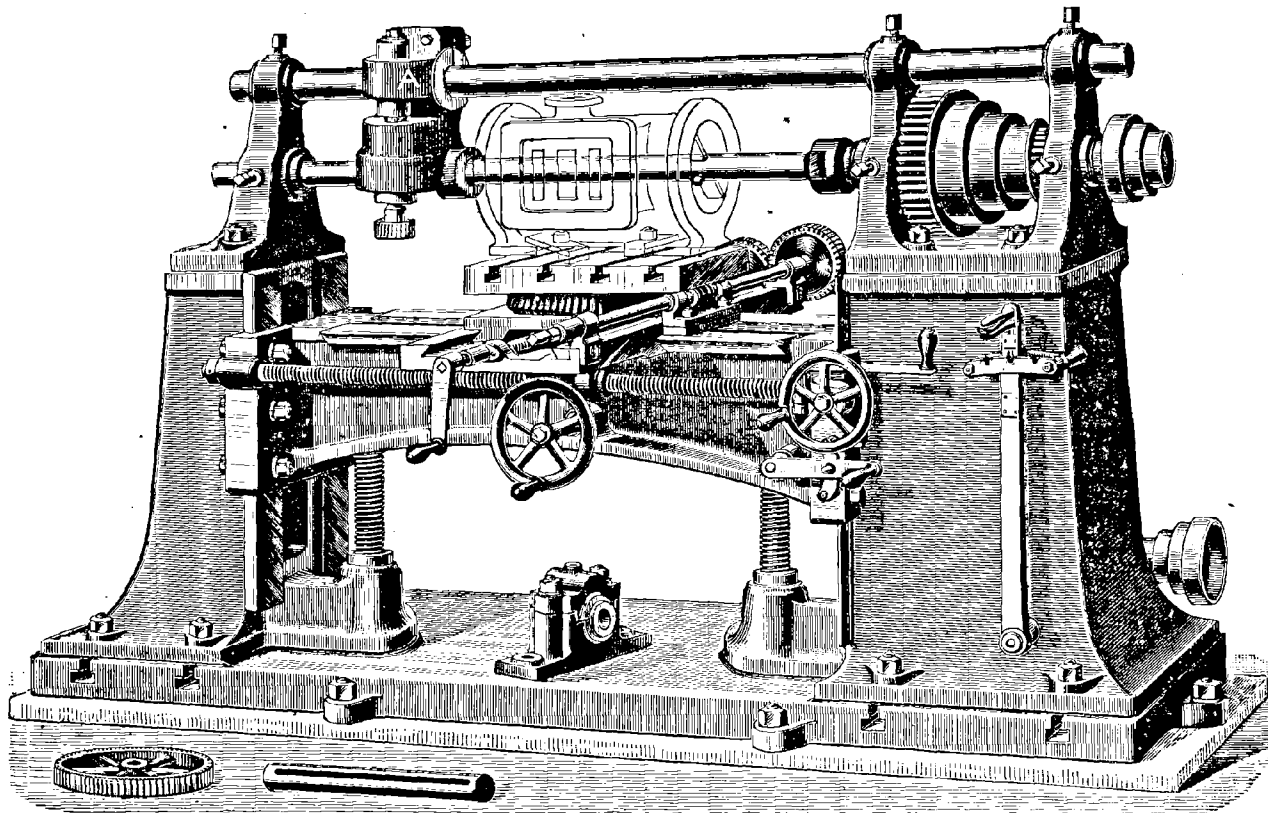


Fig. 807. — Machine à aléser de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>.

Le cône de commande à trois étages est muni d'un harnais de changement de vitesse. Le banc supportant le plateau porte-objet est très solidement maintenu à ses deux extrémités par les glissières dont sont garnis les montants. Ce banc peut se déplacer verticalement à l'aide de deux fortes vis formant vérins et mues simultanément par un volant à manivelle.

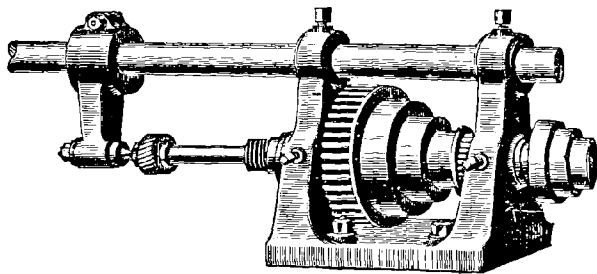


Fig. 808. — Disposition pour fraiser horizontalement.

Le table porte-objet peut se déplacer longitudinalement sur ce banc; elle peut également recevoir un mouvement transversal et un mouvement circulaire. Le réglage de la pièce est, par suite, très facile puisqu'elle est rendue mobile dans tous les sens à l'aide des chariots. Tous ces mouvements sont réalisés à la main à l'aide de

manivelles. Le mouvement longitudinal peut naturellement être, en plus, commandé automatiquement par une transmission à courroie, cônes et engrenages.

Cette machine peut être utilisée très commodément comme fraiseuse horizontale ou verticale. On voit en A, sur notre gravure, l'appareil de fraisage vertical qui est commandé par la barre d'alésage et peut se déplacer sur toute sa longueur. Notre figure 808 montre, d'autre part, la disposition adoptée pour fraiser horizontalement ; la barre d'alésage se trouve enlevée et est remplacée par un petit arbre porte-fraise dont l'extrémité est maintenue par une contre-pointe fixée sur la barre guide supérieur.

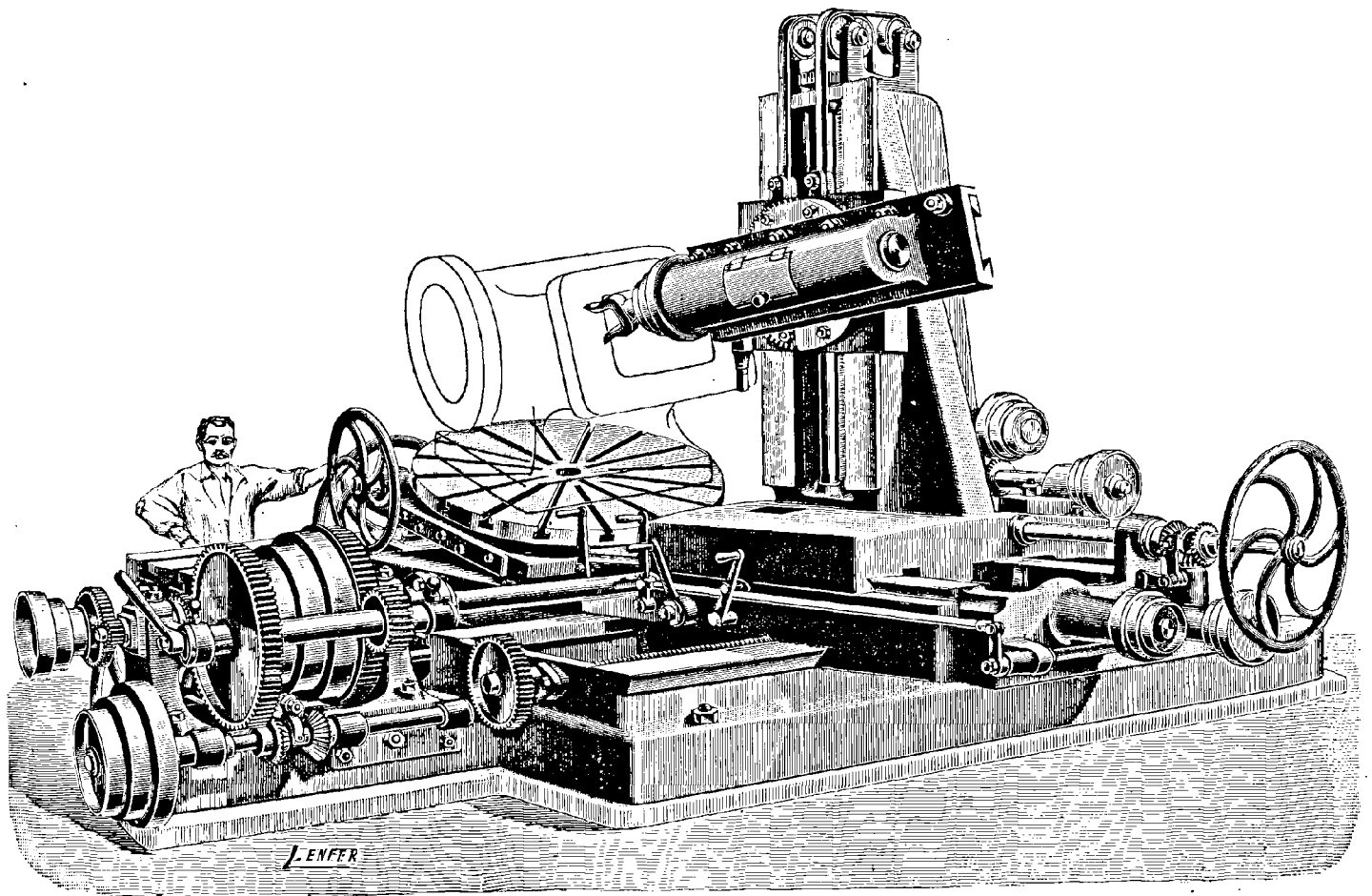


Fig. 809. — Machine à aléser et à fraiser Frey de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Cette ingénieuse machine se construit en trois tailles dont la plus grande possède un plateau porte-objet carré de 1 mètre de côté ; la course longitudinale de ce plateau est de 1 mètre ainsi que sa course transversale ; sa course verticale est de 0<sup>m</sup>,50.

\*  
\* \* \*

La machine à aléser et à fraiser Frey, des mêmes constructeurs, représentée par la figure 809, possède également des dispositifs des plus intéressants.

Cette machine est constituée par un bâti vertical muni d'une glissière sur laquelle peut se déplacer verticalement le chariot portant l'arbre porte-outil. Ce bâti peut recevoir un mouvement

transversal sur un grand chariot qui lui sert de base et qui peut lui-même se déplacer longitudinalement sur le socle de l'appareil; ces mouvements se produisent automatiquement par vis mues par une transmission à cônes et engrenages.

Le chariot portant l'arbre porte-outil et se déplaçant sur la glissière du bâti vertical est équilibré par un contrepoids auquel il est relié par deux rubans d'acier passant sur quatre galets de renvoi supérieurs; son déplacement ainsi facilité est obtenu à la main par un grand volant ou automatiquement par une transmission à cônes à trois vitesses.

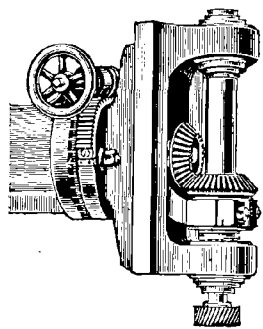


Fig. 810.  
Disposition pour fraiser  
verticalement ou obliquement.

Le porte-outil possède un mouvement transversal qui permet d'éviter le grand porte-à-faux de la fraise ou de la lame d'alésage dans certains travaux tout en augmentant le champ d'action de l'outil; de plus, il est inclinable et permet de fraiser, aléser et percer dans toutes les directions et inclinaisons. Un second porte-outil, représenté par la figure 810, peut s'adapter sur l'appareil pour fraiser verticalement et obliquement.

Les leviers de manœuvre sont tous à proximité de l'endroit où se tient l'ouvrier conduisant la machine; un retour rapide amène immédiatement l'outil près du travail à effectuer. La commande en a lieu par un grand cône à quatre vitesses muni d'un harnais d'engrenage.

La table porte-objet à rainure, de forme circulaire, peut recevoir, à l'aide de deux volants,

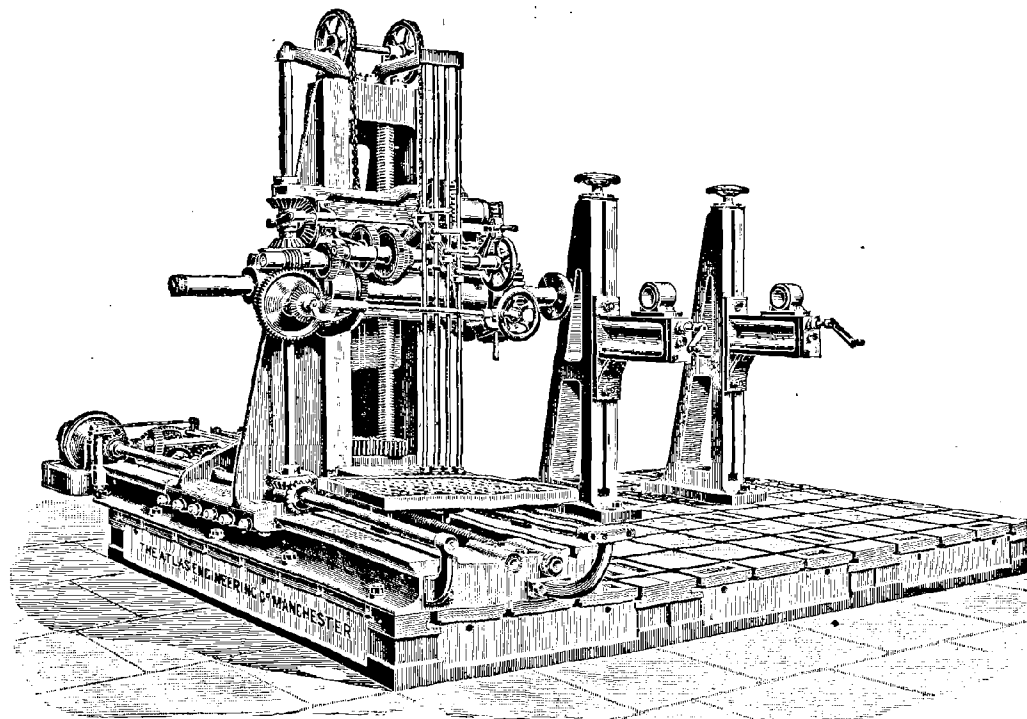


Fig. 811. — Machine universelle à aléser, percer et fraiser de M. Lucas.

un mouvement de rotation et un mouvement d'inclinaison qui facilite considérablement la mise en place des objets à travailler.

Cette intéressante machine, qui permet de percer, d'aléser et de fraiser une pièce sans la

déplacer du plateau porte-objet, se construit en trois tailles dont la plus grande comporte un plateau tournant de 2 mètres de diamètre; dans ce modèle, la course longitudinale du bâti de l'outil est de 4 mètres, sa course transversale de 1<sup>m</sup>,50, sa course verticale de 2 mètres et la course transversale du porte-outil de 1 mètre; le poids total de l'appareil est de 25.000 kilogrammes.

\*  
\* \*

Dans la machine universelle à aléser, percer et fraiser de M. Lucas, représentée par la figure 811, l'arbre porte-outil est également disposé sur un chariot se déplaçant verticalement sur un bâti qui, lui-même, peut se déplacer horizontalement sur le socle de la machine.

Le déplacement du chariot porte-outil est facilité par son équilibrage réalisé par un contre-poids auquel il est réuni par deux chaînes passant sur des poulies à gorge supérieures; ce mouvement est obtenu automatiquement ainsi que le déplacement du bâti.

La plaque de fondation à rainures en T qui reçoit les pièces à travailler est composée de quatre morceaux assemblés. Ce socle peut recevoir deux supports d'alésage qui peuvent être placés dans toutes les positions pour maintenir les barres d'alésage de grande longueur.

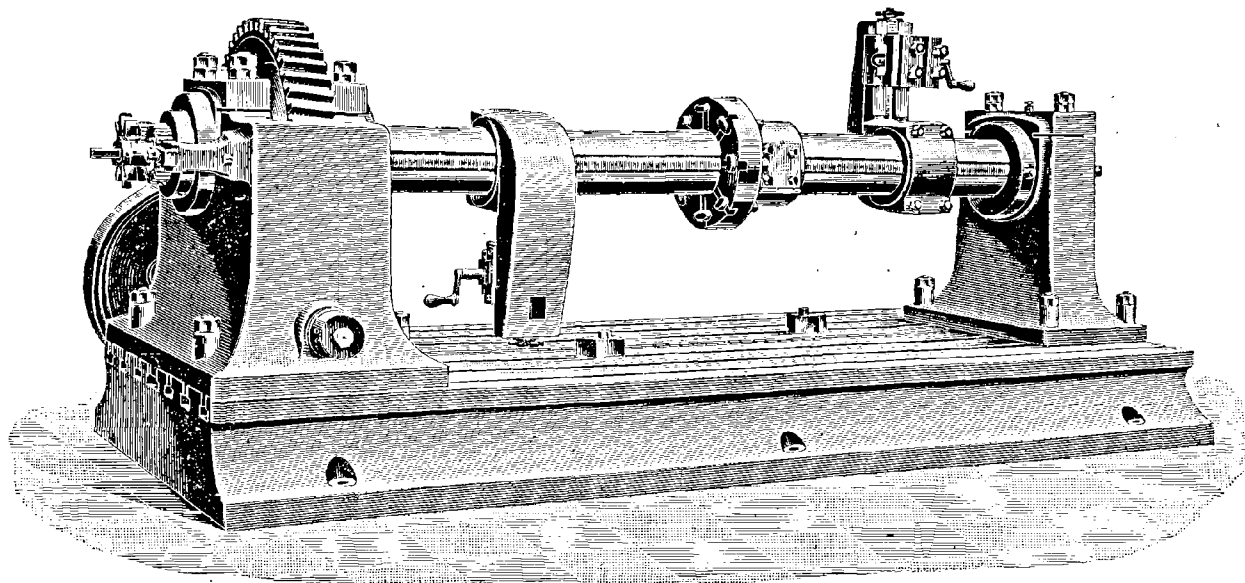


Fig. 812. — Machine à aléser les cylindres de locomotives des Ateliers de Constructions mécaniques.

\*  
\* \*

Signalons enfin, pour terminer, la machine à aléser représentée par notre figure 812 et spécialement construite, par les Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse, pour l'alésage des cylindres de locomotives.

Cette machine est constituée par une plaque de fondation à rainure en T qui reçoit les cylindres bruts de fonte à aléser. L'arbre aléteur, de grand diamètre, tourne entre deux paliers lui donnant une rigidité parfaite; cet arbre est commandé par un cône dont l'arbre porte une vis sans fin qui engrène avec une roue dentée à dents inclinées calée sur l'arbre aléteur.

Cet arbre aléteur porte un manchon porte-lame qui reçoit un mouvement d'avancement mécaniquement ou à la main, par l'entremise d'une vis placée à l'intérieur de l'arbre et commandée pour le mouvement automatique par une série d'engrenages.

De chaque côté de ce manchon se trouve un appareil pour dresser les brides dont les outils reçoivent également un déplacement automatique. On peut donc, avec cette machine, aléser l'intérieur du cylindre en même temps que les deux brides sont dressées par les appareils à surfacer; le tout s'effectuant d'une manière automatique, d'où il résulte une grande rapidité de travail et une forte économie de main-d'œuvre.

Dans cette machine, l'arbre aléueur se trouve placé à 60 centimètres de hauteur au-dessus de la plaque de fondation et permet d'aléser un diamètre maximum de 75 centimètres sur une longueur de 1 mètre.

## CHAPITRE SEPTIÈME

**LES MACHINES A SCIER LES MÉTAUX.** — Ces machines se répandent de plus en plus dans l'industrie métallurgique, leurs applications devenant chaque jour plus nombreuses et plus variées. Les machines à scier les métaux ne peuvent pas, il est vrai, réaliser un travail très précis d'ajustage; mais elles servent à couper à longueur toutes sortes de pièces, à en préparer d'autres pour le fraisage et le tour et, enfin, elles permettent de simplifier beaucoup le travail de forge.

Comme applications courantes des machines à scier les métaux, nous pouvons citer : Le sciage à longueur des barres rondes, carrées ou profilées; le sciage des tubes de chaudières; l'enlèvement de la partie pleine des arbres coudés et des bielles; la préparation des éprouvettes, pour épreuves à la traction, dans les bandages, rails, frettes de canons, canons, lingots, etc.; le sciage en travers des lingots d'acier; l'ébarbage des pièces matricées; le chantournement des têtes de bielles et pièces forgées analogues; les sciages droits et chantournés dans les tôles pour renforts de longerons, brides, pièces de chaudronnerie, etc., etc.

Comme les scies à bois, les machines employées pour le sciage à froid des métaux durs: fer, fonte, acier, bronze, sont de trois sortes, les scies alternatives, les scies à ruban et les scies circulaires.

Nous allons examiner successivement ces trois sortes de machines qui se rapprochent d'ailleurs par leurs dispositions générales des appareils correspondants destinés au travail des bois. Elles s'en différencient toutefois nettement par certains détails importants et principalement par la nature de la scie proprement dite; celle-ci doit être en effet en acier trempé très dur et ne possède pas de *voie*, c'est-à-dire que les dents ne sont pas inclinées alternativement à droite et à gauche comme dans les scies à bois. Cette voie est donnée, dans les scies à bois, pour que le trait de scie soit plus large que l'épaisseur de la lame et que, par suite, celle-ci puisse y pénétrer facilement sans provoquer un frottement trop considérable contre les parois, frottement qui augmenterait sensiblement l'énergie dépensée et qui provoquerait un échauffement très néfaste au bon fonctionnement de l'appareil.

Dans les scies à métaux cette condition essentielle est obtenue non plus par l'inclinaison des dents alternativement à droite et à gauche, ce qui ne serait guère possible par suite de la grande dureté de la lame, mais simplement en donnant à celle-ci une plus grande épaisseur du côté des dents qu'au dos; de cette façon le trait de scie reste plus large que la lame qui s'y déplace par suite facilement sans frottement et conséquemment sans perte de force et sans échauffement.



**Les scies alternatives.** — Dans les machines à scier alternatives la scie rectiligne reçoit un mouvement de va-et-vient comme dans les scies mues directement à la main. Les dents n'entament donc le métal que durant la moitié du temps, pendant la course dirigée dans le même sens que ces dents; au retour elles restent inutilisées; le rendement de ces appareils est par suite forcément moins considérable que celui des machines à scier à scie circulaire ou à ruban.

La figure 813 représente une petite scie à métaux mécanique à mouvements alternatifs de Millers Falls, importée par MM. Roux frères. Comme on le voit, cet appareil est constitué par un bâti portant un étau parallèle recevant la pièce à couper; au-dessus de cet étau un cadre portant la scie et guidé par une coulisse spéciale reçoit un mouvement de va-et-vient provoqué par une bielle mue par une poulie.

Cette machine a été étudiée pour couper le fer ou l'acier; elle marche au moteur ou à la main. Elle peut couper toutes les dimensions jusqu'au diamètre de 110 millimètres, et toute forme qui peut se fixer dans l'étau; elle coupe aussi les tuyaux très nettement.

Nous ne dirons pas qu'elle coupe très rapidement, mais elle peut couper le métal en moins de temps qu'on ne pourrait le faire avec le tour, la machine à raboter, ou en le chauffant pour le couper avec la tranche du forgeron, et avec une dépense insignifiante. Par son usage, on

réalise une économie sensible de métal, car la coupe est lisse; on ne perd ni métal ni travail pour la dresser, comme il faudrait le faire après le chauffage et la coupe à la tranche. Cette économie est assez importante quand il s'agit d'acier fin pour outils, sans parler de la façon. Pour couper des dés de matrice, et mille autres choses, les avantages obtenus par cette scie mécanique sont évidents.

La seule dépense est l'usure relativement faible des lames et le peu de temps que prend la fixation, dans l'étau de la machine, des pièces que l'on veut couper, puis la mise en marche. Il n'y a plus ensuite à s'en occuper jusqu'à ce que la pièce soit coupée. La dépense en lames est d'ailleurs petite, car une lame peut faire plusieurs coupes dans un arbre de 110 millimètres. Cette machine doit faire 40 à 50 tours par minute. C'est assurément une machine-outil de grande valeur économique pour un atelier, et qui peut rendre beaucoup de services.

\* \* \*

La machine à scier les métaux de la Société Franco-Américaine d'outillage, représentée par la figure 814, est quelque peu analogue à la précédente; toutefois la lame de la scie est guidée

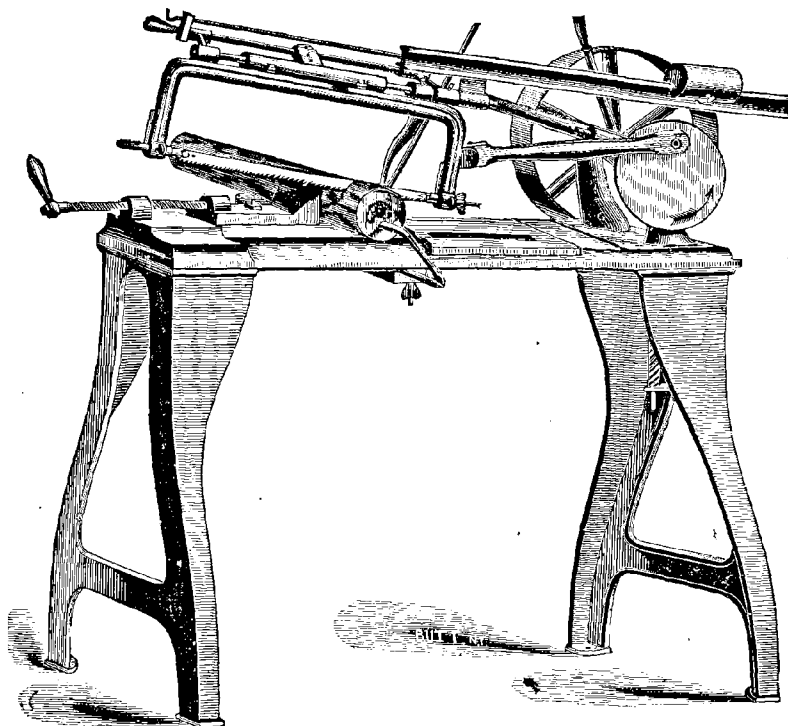


Fig. 813. — Petite machine à scier les métaux à mouvements alternatifs.

horizontalement et la descente de son bâti se fait par l'action d'une vis. Construite sur un principe nouveau cette machine n'est donc pas actionnée par un poids, elle travaille tout à fait horizontalement et descend automatiquement.

La lame coupant seulement en allant, ne pèse pas sur l'ouvrage en revenant ce qui permet d'obtenir une coupure absolument nette et horizontale et de réaliser une économie de force motrice. Elle voyage entre deux guides qui se déploient facilement selon le diamètre du métal à scier, et

la maintiennent solidement sans bouger.

Tous les guides, vis et parties travaillantes sont en acier. Cette machine doit être actionnée au moteur, mais en ajoutant une manivelle à la poulie elle peut être manœuvrée à la main. Elle coupe des barres ayant jusqu'à 125 millimètres de diamètre.

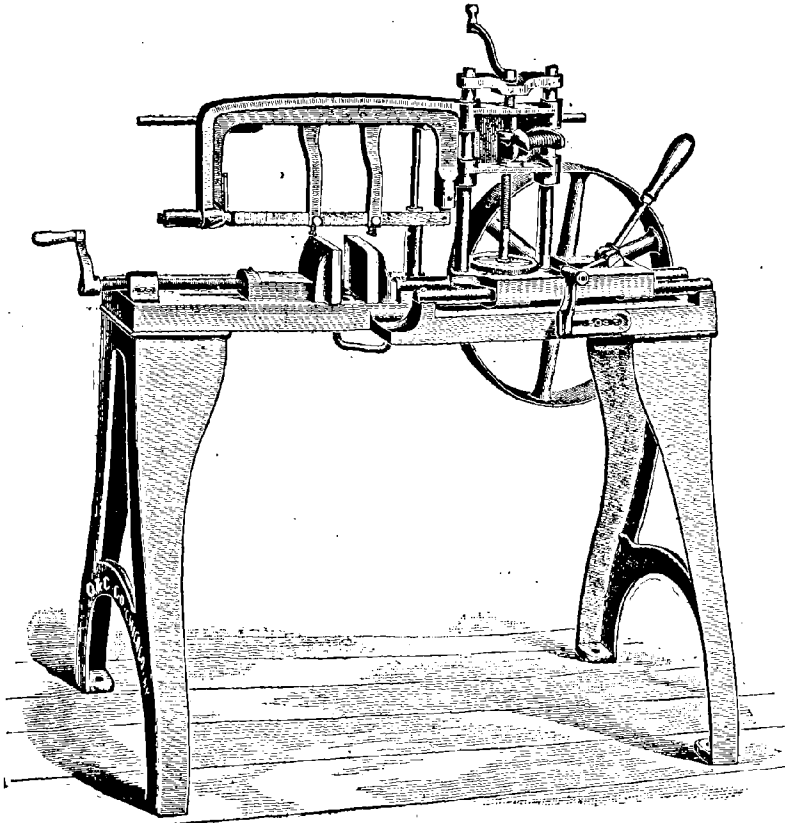


Fig. 814. — Petite machine alternative horizontale à scier les métaux.

La scie traverse cette table, par l'ouverture qui lui est ménagée, et se trouve fixée à chaque extrémité dans les mâchoires de deux tiges rendues solidaires l'une de l'autre par un ruban d'acier passant sur trois poulies à gorge plate.

La poulie supérieure peut se déplacer verticalement sous l'action d'un volant agissant par un pignon sur une crémaillère; ce déplacement sert à donner à l'ensemble de la scie et de son ruban d'acier une bonne tension qui est indispensable au bon fonctionnement de l'appareil.

La poulie inférieure, de plus grand diamètre pour augmenter l'adhérence du ruban d'acier dans sa gorge, reçoit par l'intermédiaire d'une bielle un mouvement de va-et-vient qu'elle transmet au ruban d'acier et par suite à la scie qui en est solidaire. L'appareil est commandé par courroie et une double poulie folle et fixe.

Cette machine est généralement employée dans les ateliers de construction de machines pour la confection de calibres en zinc, cuivre ou fer; elle est également employée pour le sciage de divers ornements en métal, par exemple ceux faits en tôle mince pour la décoration des charpentes métalliques.

\*\*\*

La machine à scier alternative, des anciens établissements Panhard et Levassor, représentée de face par la figure 815 et de profil par la figure 816, est de disposition tout à fait différente. Elle se compose d'un grand bâti recourbé portant une table inclinable pour permettre d'effectuer des coupes sous un angle quelconque.

Au point de vue de la rapidité du sciage, elle n'est pas à comparer avec la scie à ruban ou la scie circulaire, mais, pour les découpages intérieurs, elle est indispensable. Dans ce dernier cas, des trous, en quantité plus ou moins grande selon le dessin à découper, doivent être percés au préalable pour l'introduction de la lame; à cette effet, une petite perceuse peut être ajoutée sur le côté gauche de la tête de la scie; de cette manière, la machine est alors rendue plus complète.

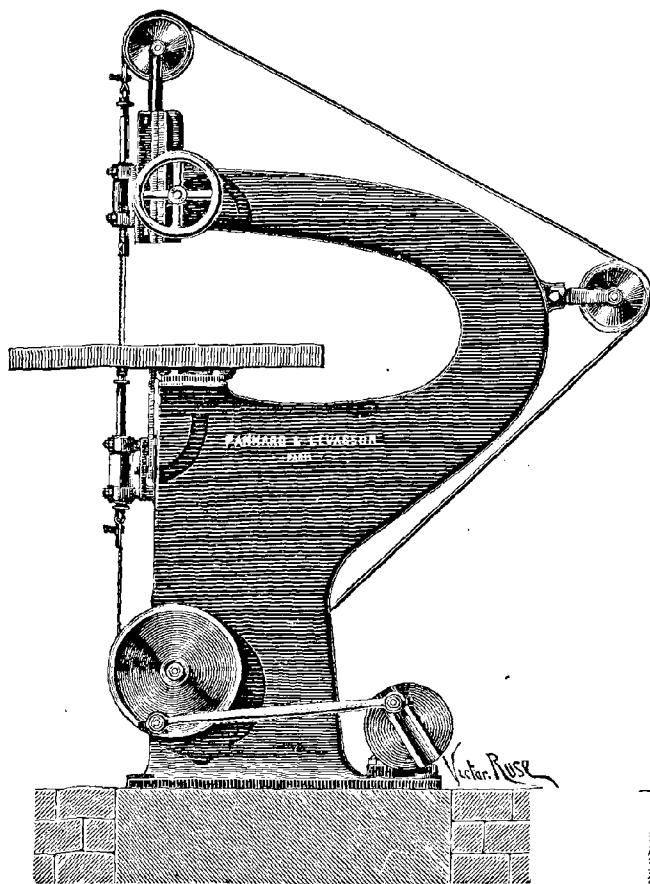


Fig. 816. — Scie alternative Panhard et Levassor.  
Vue de côté,

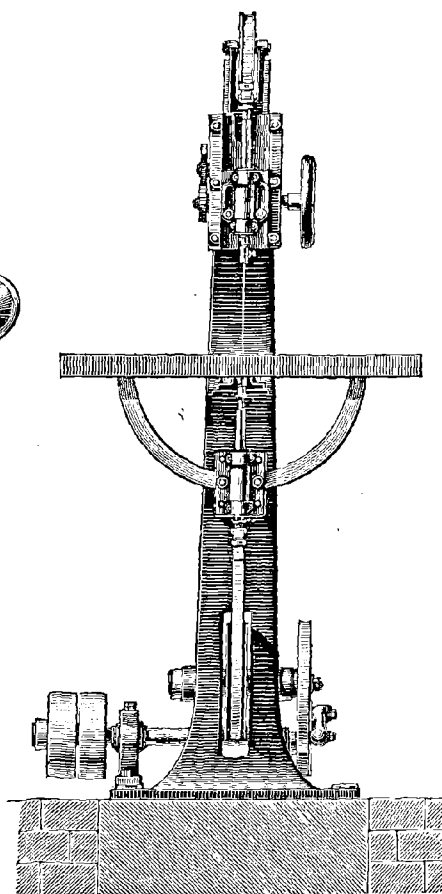


Fig. 815. — Scie alternative Panhard et Levassor.  
Vue de face.

**Les scies à ruban.** — L'emploi de la scie à ruban pour le sciage des métaux remonte à 1866; à l'Exposition maritime et universelle du Havre en 1868, la maison Panhard et Levassor, qui s'est fait une spécialité de ce genre d'outil, avait une machine spécialement étudiée pour ce travail; mais, ce n'est guère qu'en 1874-1875, qu'en France, tout au moins, la scie à ruban pour métaux, a commencé à faire partie de l'outillage des ateliers de construction de machines et nous devons citer la Compagnie des chemins de fer du Midi comme étant celle qui, la première parmi les grands établissements, ait adopté ce genre de scie et en ait obtenu, presque de suite, des résultats remarquables.

A l'Exposition universelle de 1878, les établissements Panhard et Levassor présentent en fonction une scie à ruban pour le sciage du fer, possédant sur celle de 1868 des perfectionnements nombreux et sur laquelle on pouvait voir scier, avec la plus grande facilité, des pièces en fer et

acier de différentes formes et de grandes dimensions. Cette scie fut achetée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest qui, peu de temps après, en demanda deux autres.

Depuis 1878, des perfectionnements ne cessèrent d'être apportés; des types nouveaux, répondant mieux à des besoins particuliers, furent créés et, actuellement, nous pouvons dire que l'emploi de la scie à ruban pour scier les métaux s'impose dans les ateliers et chantiers de construction.

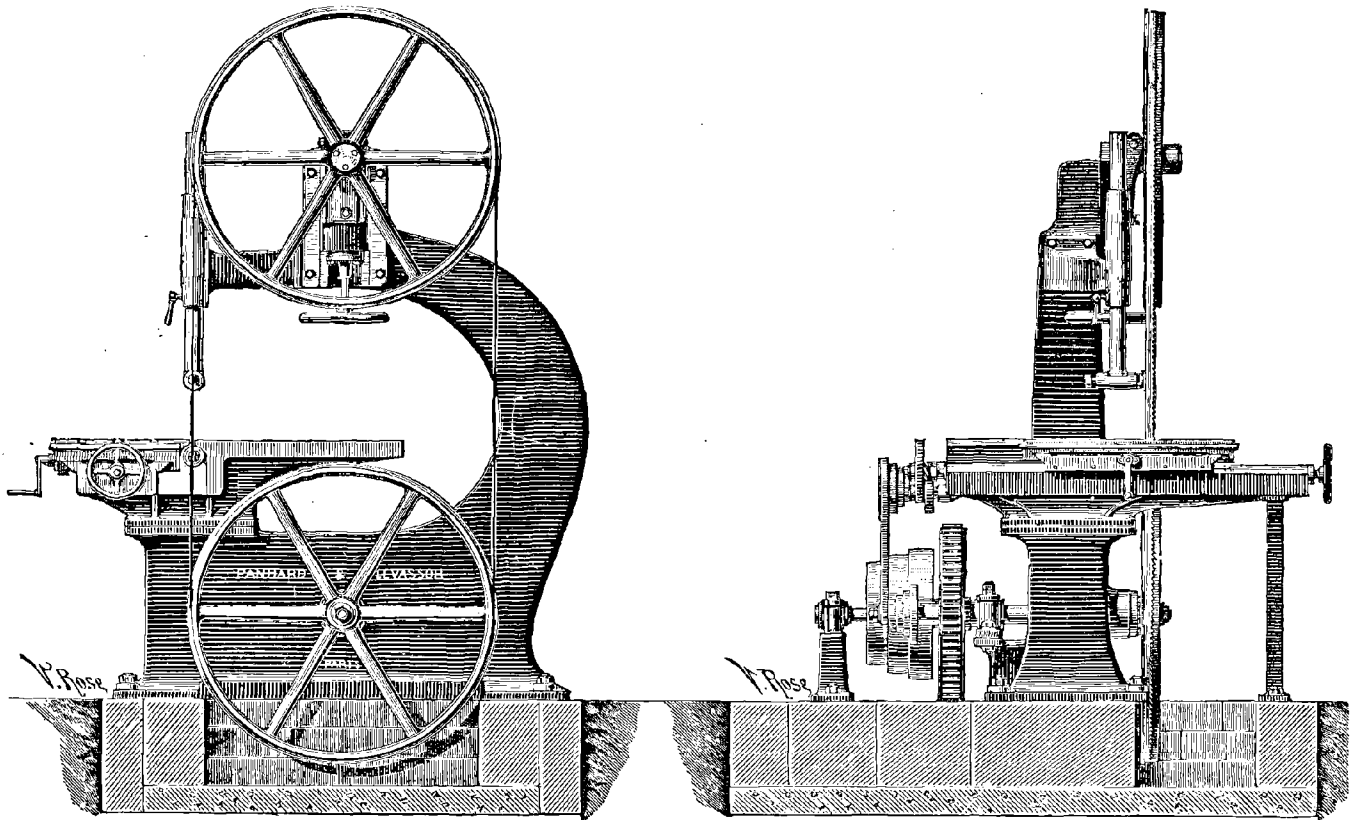


Fig. 817 et 818. — Scie à ruban à chariot pour les métaux des Etablissements Panhard et Levasseur. — Vue de côté et vue de face.

La machine en elle-même, est simple, elle se compose essentiellement d'un fort bâti portant, à la façon des scies à bois, deux poulies sur lesquelles la lame est tendue; ces poulies doivent tourner à des vitesses variables selon la dureté du métal; une table lisse ou un chariot reçoit la pièce à scier qui est poussée contre la scie, soit à la main, soit au moyen d'une manivelle, soit automatiquement. Inutile de nous étendre sur ce point, nous donnerons en effet, plus loin, la description de différents types de ces machines.

Les lames de scies à ruban pour le sciage des métaux doivent être de qualité spéciale et fabriquées de telle sorte qu'elles puissent répondre au but qu'on se propose; une bonne lame n'a pour ainsi dire pas de prix. Leur grande dureté ne permet guère de leur donner de la voie en quantité suffisante; aussi, est-il nécessaire, dans la fabrication, de les faire plus épaisses à la dent qu'au dos.

L'épaisseur des lames n'est pas arbitraire, elle doit être en rapport avec le diamètre des poulies sur lesquelles elles s'enroulent: trop minces, elles ne résisteraient pas suffisamment à la

pression du métal contre elles; trop épaisses, elles fatigueraient outre mesure dans leur flexion et bientôt se briseraient. Comme proportion nous conseillons d'admettre 13 à 16 dixièmes de millimètres pour des poulies porte-lames de 1 mètre de diamètre et de 18 à 22 dixièmes de millimètres pour les poulies de 1<sup>m</sup>,25; dans le premier cas, 14 dixièmes de millimètres et 20 dixièmes dans le second sont des épaisseurs courantes.

La denture des scies a son importance; elle doit, autant que possible, être en rapport avec l'épaisseur des pièces à scier. Pour les travaux courants, l'écartement des dents variera de 3 à 6 millimètres; mais, si l'on a à scier des blocs de 40, 50, 60 centimètres de hauteur, l'écartement pourra atteindre 8, 10 et même 15 millimètres.

Peu de choses à dire sur la largeur des lames, on ne cherchera pas à l'exagérer; on remarquera, en effet, qu'une scie qui coupe bien pénètre dans le métal sans beaucoup d'effort; elle n'a donc pas besoin d'avoir une résistance exagérée; d'un autre côté, une augmentation de largeur entraîne presque forcément une augmentation d'épaisseur, ce qui conduit à des difficultés plus grandes de fabrication et à des prix d'acquisition plus élevés. Pour les traits droits, 30 à 35 millimètres pour les petites machines, 40 à 50 millimètres pour les grandes sont des largeurs convenables. Pour les traits courbes la largeur est en rapport avec le rayon de courbure.

La vitesse de la scie devra être en rapport avec la nature du métal à scier; plus le métal sera dur, plus la vitesse sera réduite; au contraire, la vitesse s'accéléra avec des métaux de plus en plus tendres. Les machines sont, d'ailleurs, disposées pour permettre ces changements de vitesses. Pour l'acier dur, on admettra un développement linéaire de la lame de 40 à 45 mètres par minute. Pour l'acier doux, le fer, le bronze dur, le développement par minute sera de 50 à 60 mètres environ et il sera de 70 à 75 mètres pour le bronze ordinaire; enfin, pour le cuivre rouge, le zinc, ce développement pourra atteindre des vitesses très grandes, mais pour le sciage de ces métaux on emploiera ordinairement des machines différentes de celles employées pour les métaux durs.

L'affûtage des lames a une importance considérable et, dans l'emploi des scies à fer, il joue un rôle de premier ordre; il n'y a rien, en effet, à attendre d'une lame qui ne coupe pas et qui est mal entretenue.

Jusqu'en 1883, cet affûtage s'est fait à la main dans de mauvaises conditions car, en raison de la dureté des lames et du grand nombre de dents, il était laborieux et coûtait très cher; mais maintenant, fait avec une machine spéciale, il n'est plus qu'un jeu et ne coûte, pour ainsi dire, rien. Il s'obtient en effet, entièrement automatiquement, et la dépense pour la meule, si cette dernière est de qualité spéciale, est tout à fait insignifiante. La machine à affûter s'impose donc, pour tous les ateliers possédant des scies à rubans; nous décrirons plus loin dans un chapitre spécial ce genre de machine.

\*  
\*  
\*

Nous allons maintenant, décrire les divers types de scies à ruban pour scier les métaux à froid, construits par les anciens établissements Panhard et Levassor, qui, comme nous le disions plus haut, se sont fait une véritable spécialité de ce genre de machines-outils.

La scie à ruban à chariot, représentée par les gravures 817 et 818, se compose d'un bâti d'une seule pièce, portant, d'une part, les axes des deux poulies porte-lames de 1 mètre de diamètre et, d'autre part, une table sur laquelle se pose la pièce à scier.

La poulie porte-lame inférieure est animée d'un mouvement lent de rotation par l'intermédiaire d'une roue dentée et d'un pignon. La poulie porte-lame supérieure est montée sur un chariot

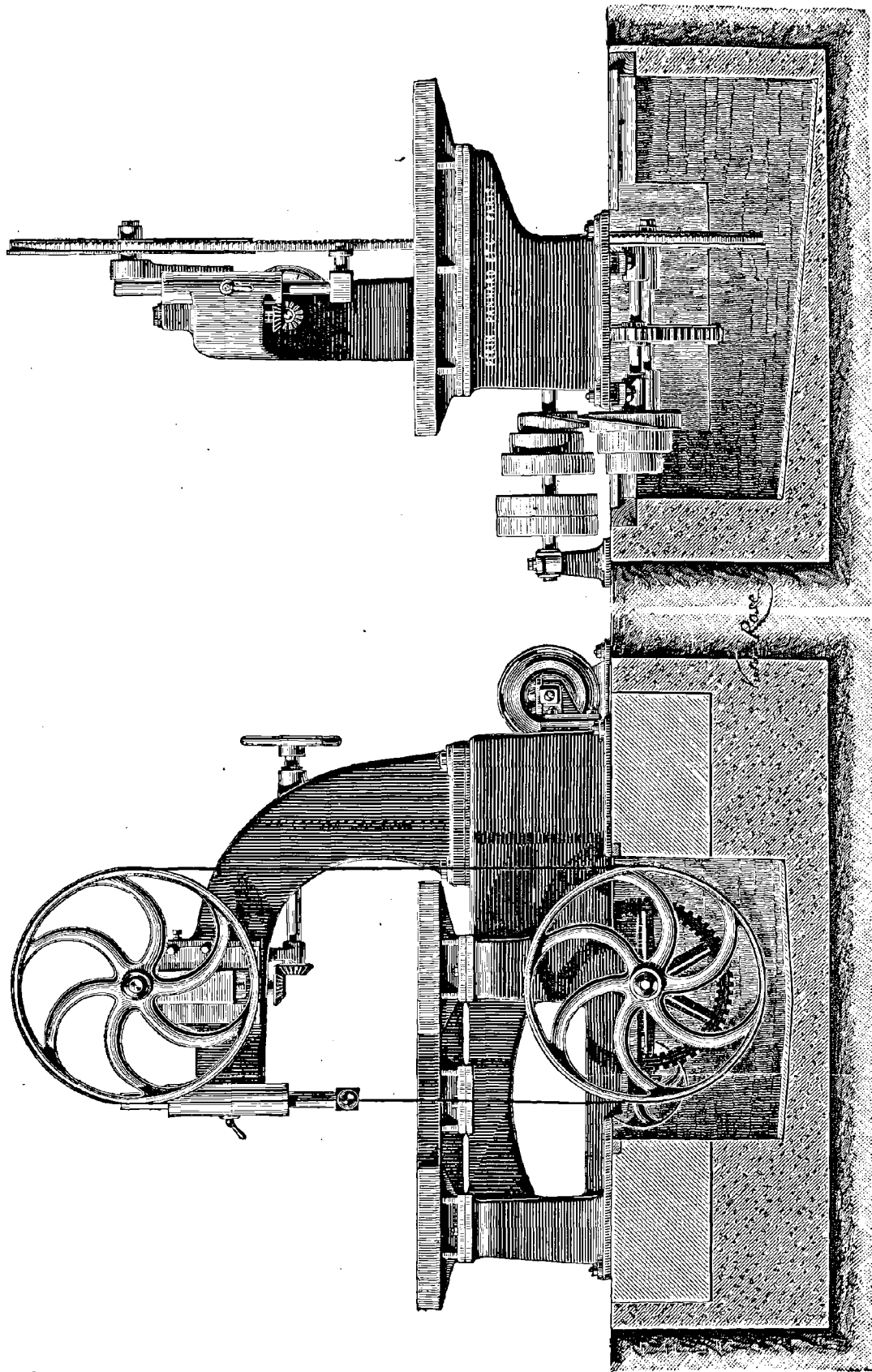


Fig. 819 et 820. — Scie à ruban à grande table pour les métaux des Etablissements Panhard et Levassor. — Vue de côté et vue de face.

de tension. La lame, tendue sur les poulies, est guidée au-dessus et au-dessous de son travail dans des guides métalliques spéciaux.

La table est libre sur le côté droit, mais, sur le côté gauche, elle porte un chariot possédant deux mouvements dans deux sens perpendiculaires, le mouvement longitudinal étant obtenu automatiquement avec des vitesses variables, selon la dureté et l'épaisseur du métal. C'est sur ce chariot que se fixe la pièce à scier.

Une transmission intermédiaire de mouvement est fournie avec la machine. Des cônes disposés en conséquence, permettent de donner à la lame des vitesses de développement différentes, selon la nature du métal. Cette machine peut scier à la rigueur jusqu'à 25 centimètres d'épaisseur.

La même maison construit une scie à ruban mixte à table libre pour métaux tendres et durs; Ce modèle a les dimensions de celui que nous venons de décrire ci-dessus; sa table est complètement libre, c'est-à-dire qu'elle n'est pas pourvue d'un chariot. Il est établi plus spécialement pour scier les métaux tendres comme le cuivre rouge, le zinc, le laiton, l'aluminium et les métaux précieux; dans ce cas, le travail se faisant avec une vitesse rapide de la lame, la poulie inférieure est commandée directement par la transmission de l'atelier; mais, cette machine est disposée également pour scier des métaux durs, et, à cet effet, elle possède un arbre intermédiaire pour pouvoir donner à la lame une vitesse réduite. Cette machine trouve sa place dans les fabriques de cuivre, dans les ateliers de chaudronnerie, chez les fabricants d'articles de ménage, etc.

Un autre modèle analogue au précédent est beaucoup plus fort. Les poulies porte-lames ont 1<sup>m</sup>,25 de diamètre, ce qui permet d'employer des lames plus épaisses, plus larges et, par suite d'aborder des travaux plus puissants ou bien de faire les mêmes travaux avec des vitesses plus grandes. Dans cette machine, le chariot est placé sur un socle indépendant, ce qui permet de le faire aux dimensions et aux courses que l'on veut. Ordinairement, la course du chariot longitudinal, lequel est mù automatiquement, est de 1 mètre et celle du chariot transversal de 0<sup>m</sup>,50. Des cônes sont convenablement disposés pour le changement des vitesses dans l'avancement du chariot et dans le développement de la lame. Cette machine peut scier jusqu'à 0<sup>m</sup>,60 d'épaisseur.

Un troisième modèle encore plus puissant que le précédent a des poulies porte-lame de 2 mètres de diamètre. Cette machine possède deux chariots conjugués à mouvement automatique, ayant une course de 1<sup>m</sup>,50, l'un placé extérieurement, l'autre intérieurement à la lame, ce dernier pouvant être découplé à volonté. Comme dans les précédentes, des cônes sont convenablement disposés pour le changement des vitesses dans l'avancement du chariot et dans le développement de la lame. Cette machine peut scier jusqu'à 0<sup>m</sup>,75 de hauteur et est surtout employée par les grands établissements métallurgiques, les chantiers de constructions navales, etc.

\* \*

Les figures 819 et 820 représentent une scie à ruban à grande table pour les métaux, également construite par les anciens établissements Panhard et Levassor. Ce modèle a des poulies porte-lames de 1 mètre de diamètre; il possède, ainsi que le montre la gravure, une table large et solide, sur laquelle se placent les pièces que l'on veut scier d'après une ligne droite ou courbe; dans ce cas, les pièces se poussent à la main.

Un chariot mobile au moyen d'une manivelle est incrusté dans la table, il sert pour scier en travers, soit d'équerre, soit d'onglet, les cornières, les fers à simple ou double T, les fers en U, etc. Dans ces sortes de sciages de fer profilés il est inutile que l'avancement du chariot soit obtenu automatiquement; il est préférable, au contraire, de le faire à la manivelle, l'ouvrier pouvant mieux proportionner la vitesse avec la hauteur à scier.

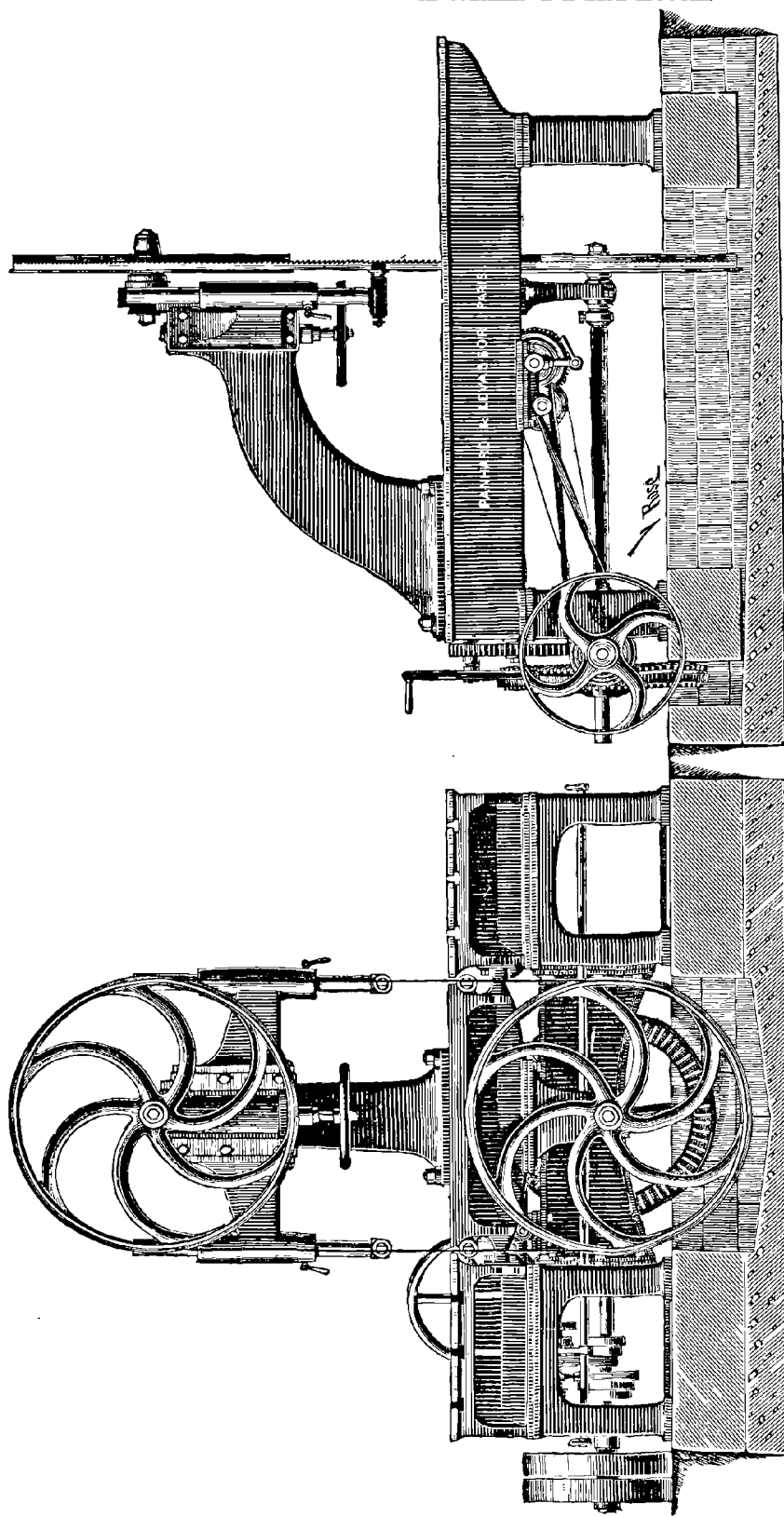


Fig. 822. — Scie à ruban à double table de Panhard et Levassor. — Vue de côté.

Fig. 821. — Scie à ruban à double table de Panhard et Levassor. — Vue de face.

Cette machine est employée avantageusement dans les ateliers de chaudronnerie, de ponts, de charpentes, dans les chantiers de construction de navires, etc.

\*  
\*

Il existe également divers modèles de scies à rubans spécialement étudiées pour effectuer des travaux spéciaux nettement définis. Dans les ateliers de matériel de chemin de fer, par exemple, si nous considérons les longerons de wagons, maintenant presque toujours en fer, nous voyons qu'ils arrivent des forges à une longueur qui n'est pas exacte; d'un autre côté, les bouts ne sont pas convenablement coupés; ces longerons doivent donc recevoir un travail de mortaisage ou de sciage. La scie à ruban à double table représentée de face par la figure 821 et de côté par la figure 822 a été créée pour faire ce travail ou un travail analogue.

Dans cette machine, la pièce à scier est fixe, c'est la scie qui s'avance vers elle; de plus, le sciage qui se fait du côté gauche, avec le brin descendant de la lame, peut également se faire du côté droit avec le brin montant; de cette façon, pour travailler les deux extrémités, on n'est plus obligé de retourner la pièce bout pour bout, ce qui, pour des fers lourds et de



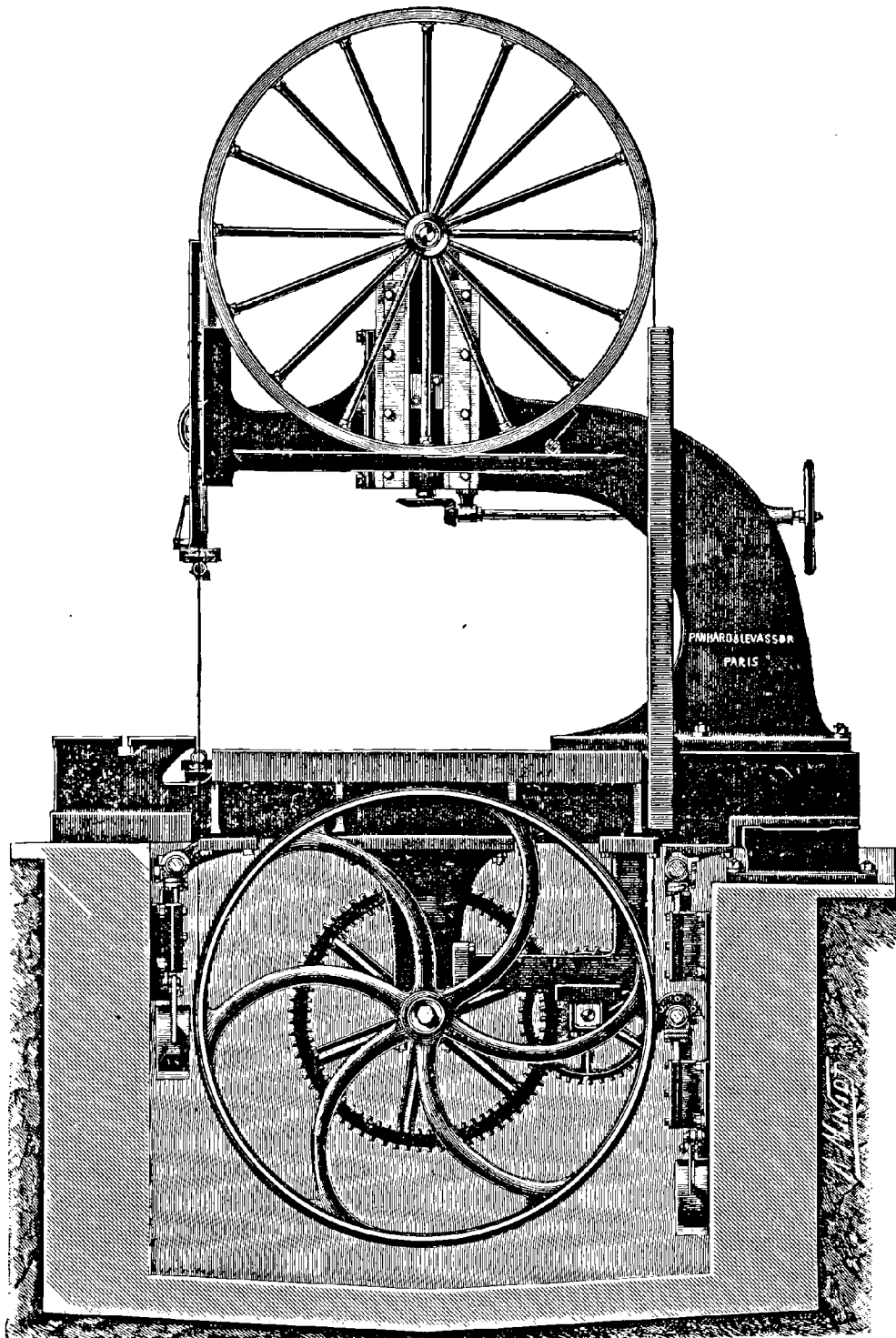


Fig. 823. — Scie à ruban à bâti mobile des Etablissements Panhard et Levassor.

grande longueur, évite une manœuvre qui demande des hommes et de la place; enfin, faisant deux traits à la fois, on gagne du temps.

L'avancement de la scie vers les pièces à scier se fait par une double série de vitesses variables; une série est employée pour le sciage des parties épaisses, l'autre pour le sciage des parties minces; cela a son importance dans le sciage des fers profilés, car il économise du temps. Il est inutile d'insister pour montrer que cette machine a sa place marquée dans les ateliers de construction de wagons, les chantiers de constructions navales, les ateliers de ponts, etc.

\* \* \*

Signalons enfin pour terminer la scie à ruban pour métaux, à bâti mobile, des mêmes constructeurs, représentée par la figure 823. Ce modèle, très puissant, est spécial pour les très grosses pièces. Il a des poulies porte-lame de 2 mètres de diamètre.

Comme il est destiné à recevoir des pièces lourdes et pouvant avoir de grandes longueurs, c'est la scie qui avance vers la pièce à scier. Cette disposition, qui évite de mouvoir des masses considérables, permet comme dans le modèle précédent, de scier avec le brin montant de la lame. Cette machine est employée par les grandes usines pour le sciage des gros blocs d'acier, des plaques de blindage, pour couper en bout les gros canons, etc.

Disons en terminant que c'est plus spécialement pour les travaux qui se font habituellement à la machine à mortaiser et à l'étau-limeur que la scie à ruban pour le sciage des métaux procure l'économie la plus considérable; cette économie tient à deux causes: d'abord le travail est fait plus rapidement; ensuite les frais d'acquisition et d'installation sont moins importants parce qu'une seule scie même de dimensions réduites peut remplacer dans beaucoup de cas plusieurs mortaiseuses de dimensions relativement fortes.

**Les scies circulaires.** — Ces machines sont essentiellement constituées, comme les scies circulaires à bois, d'un arbre horizontal qui porte la scie en forme de disque présentant des dents

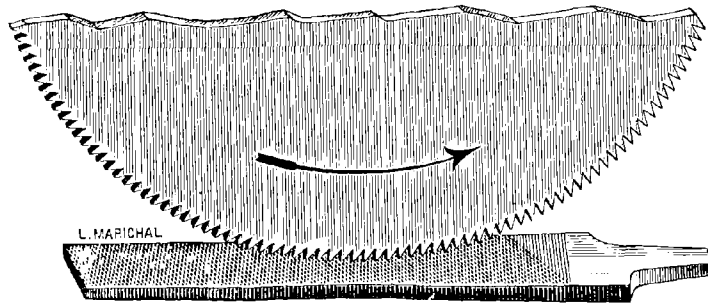


Fig. 824. — Vérification et contrage des scies circulaires.

sur tout son pourtour; elles diffèrent entre elles par le moyen employé pour déterminer la pression de l'objet à couper contre la scie, pression nécessaire au travail et à l'avancement de l'objet au fur et à mesure de la coupe.

Pour la bonne marche et le bon rendement de ces scies il est indispensable de s'assurer, avant tout travail, que la lame tourne bien rond et que

toutes les dents travaillent également. Pour cela le moyen le plus pratique est de fixer dans l'étau de la machine une vieille lime demi-douce, de poser la lame dessus et de la faire tourner à rebours, c'est-à-dire dans le sens opposé au sciage (fig. 824) et cela jusqu'à ce que toutes les dents soient attaquées par la lime. La trace laissée par cette lime indique clairement la circonférence extérieure de la lame; il ne s'agit donc plus que d'affûter les dents suivant cette circonférence.

Le bronze, le laiton et la fonte se coupent ordinairement à sec; pour le fer et l'acier au contraire il est bon de faire couler constamment sur la scie un filet d'eau de savon; pour cela certaines machines possèdent un réservoir placé au-dessus et muni d'une petite tubulure à robinet qui permet de régler l'écoulement de l'eau de savon qu'il contient; d'autres machines possèdent une petite pompe foulante qui refoule à la partie supérieure, pour la faire retomber sur la scie, l'eau de

savon prise dans un réservoir faisant corps avec le bâti; cette eau retombe au fur et à mesure dans ce même réservoir et peut, par conséquent, servir d'une manière indéfinie.

Pour la bonne conservation de la scie il ne faut jamais scier la pièce à fond; on arrête la scie quelques millimètres avant la fin de la coupe et on sépare les deux parties en cassant la petite épaisseur de métal qui reste.

Les scies circulaires sont principalement employées pour le sciage en travers des fers profilés et elles donnent dans ce cas d'excellents résultats; mais elles se prêtent moins bien que les scies à ruban aux autres travaux courants des ateliers de construction et lorsqu'il s'agit du sciage de pièces de dimensions un peu fortes elles conduisent à l'emploi de lames épaisses, difficiles à entretenir, prenant beaucoup de force et exigeant l'emploi de bâtis très lourds. Les scies à ruban et les scies circulaires ont donc un champ d'action quelque peu différent et le choix de ces machines doit être déterminé par le genre de travail à effectuer.

\*  
\*\*

Notre figure 825 représente une machine à scier les métaux à lame circulaire de M. Huré. Ces machines, d'une grande simplicité et d'un fonctionnement parfait, sont très utiles aux entrepreneurs de serrurerie et de charpentes en fer. Elles rendent d'immenses services pour couper des barres de toutes longueurs et de profils variés, telles que rails, fer à T et en U, moulures, tubes, etc.

Elles se composent d'un bâti en fonte avec table à rainures sur lequel s'articule un levier portant une lame circulaire actionnée par une roue en bronze et une vis sans fin en acier trempé, roues d'angle, poulies et débrayage de sûreté; et d'un étau parallèle se fixant dans diverses positions pour coupes obliques. Elles fonctionnent seules par le poids du levier qui est pourvu d'une vis à volant servant à limiter la course ou à régler l'avancement de la scie quand on coupe des tubes ou des sections minces. Elles ne réclament pas de soins spéciaux; un seul ouvrier peut sans peine surveiller plusieurs machines à la fois.

Un autre modèle, du même système que le précédent, possède en plus une table d'équerre inclinable sous tout angle et montée sur chariot horizontal permettant de déplacer la barre pour faire plusieurs coupes parallèles entre elles. L'étau se place horizontalement ou verticalement sur

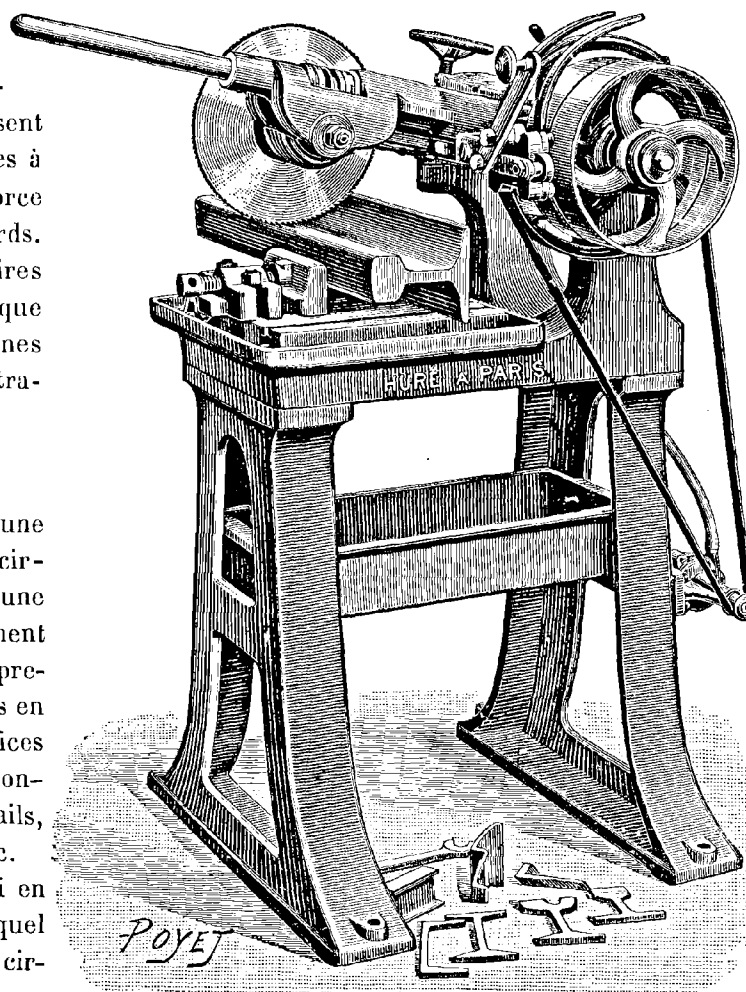


Fig. 825. — Machine à scier les métaux à lame circulaire de M. Huré.

l'équerre qui s'incline de façon à faire à volonté des coupes obliques ou parallèles à la barre. On peut aussi couper des barres en travers, obliquement ou parallèlement, à volonté.

Cette machine est destinée aux ateliers de serrurerie où l'on a beaucoup de petits fers à scier transversalement ou longitudinalement. Le bâti en fonte contient un réservoir à eau de savon qui alimente une pompe centrifuge actionnée par une poulie solidaire de la poulie fixe et qui se met en marche aussitôt que l'on embraye cette dernière. Une vis de butée à volant règle la course de la scie et limite son avancement quand on coupe des tubes ou des sections minces. Avec cette machine, on coupe des fers ou des aciers ronds ou carrés jusqu'à 80 millimètres de diamètre et des fers I ou U de  $200^{\text{m}}/\text{m} \times 100^{\text{m}}/\text{m}$ . On l'utilise également pour certains travaux de fraisage.

Ces machines utilisent des lames de scie de 25 à 30 centimètres de diamètre.

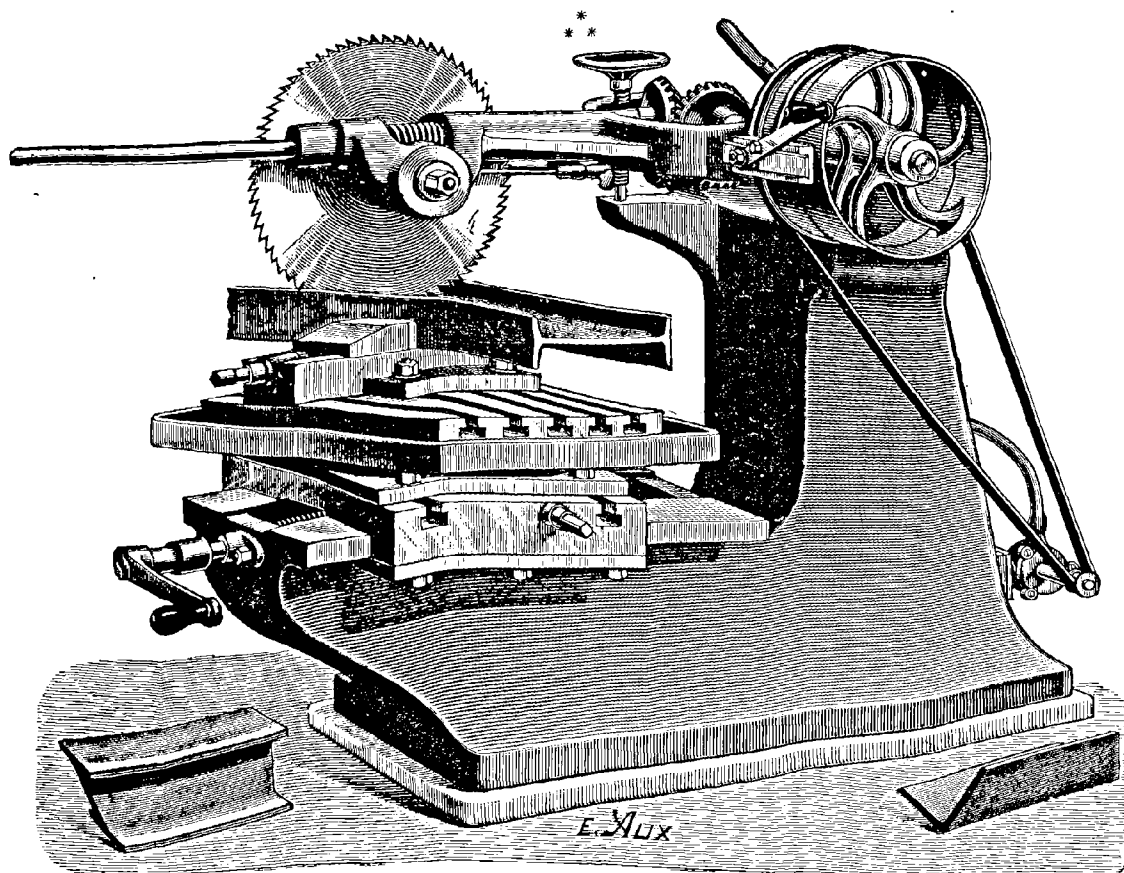


Fig. 826. — Machine à scier les métaux à froid de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

La machine à scier les métaux des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>, représentée par la figure 826 est de disposition analogue aux précédentes, mais de plus grande dimension. Cette machine, qui utilise des lames de 40 à 45 centimètres de diamètre et qui peut scier des fers plats de 10 centimètres d'épaisseur sur 30 centimètres de largeur, possède un double chariot avec table tournante pour scier oblique.

Le levier porte-scie est garni d'une vis sans fin en bronze engrenant avec une roue de vis sans fin et acier. On peut charger ce levier avec un poids fixé à son extrémité suivant l'importance de la section du métal à couper.

Une petite pompe foulante arrose constamment la scie; la courroie qui l'actionne doit toujours marcher de droite à gauche, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. La course de la scie se règle au moyen d'une vis placée derrière le levier porte-scie.

\* \*

La machine à scier les métaux à lame circulaire, représentée par la figure 827 et construite par M. Huré, se compose d'un chariot porte-scie glissant horizontalement sur un banc dressé et ajusté; la scie est fixée sur un arbre en acier tournant sur coussinets en bronze; ledit arbre porte une roue en bronze phosphoreux à dents taillées, laquelle est actionnée par une vis sans fin en acier trempé pourvue d'une butée réglable; 2 roues à chevrons; poulies fixe et folle. La scie tourne dans un auget rempli d'eau de savon.

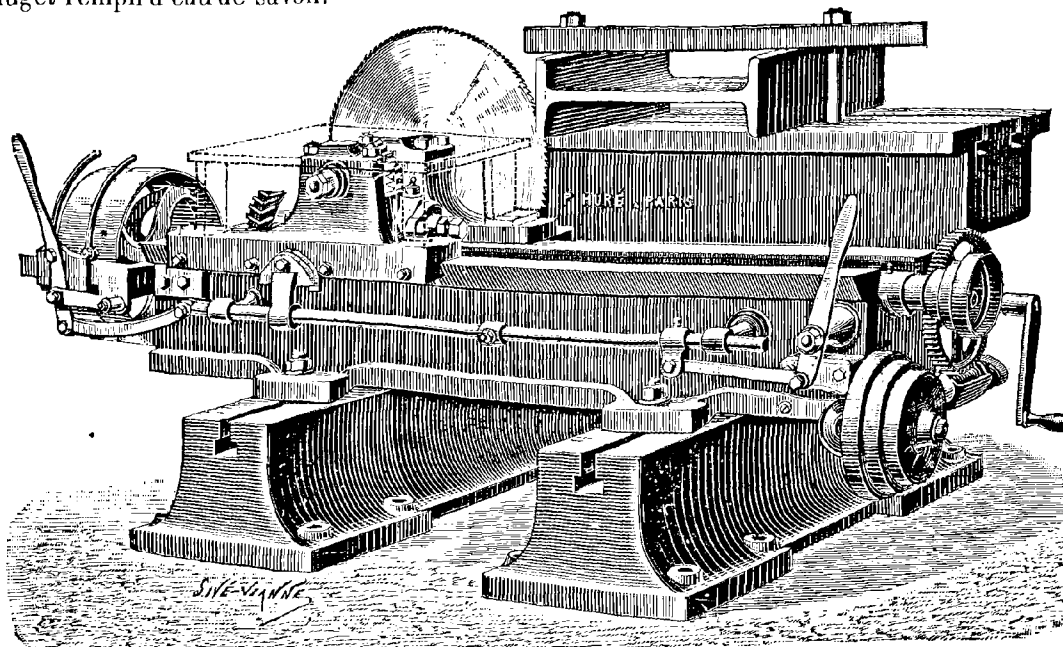


Fig. 827. — Machine à scier les métaux à lame circulaire mobile de M. Huré.

Le mouvement automatique procure trois vitesses différentes que l'on utilise suivant la nature du métal et l'importance des sections à faire; des butées mobiles limitent la course de la scie et produisent le débrayage et l'arrêt à tout point de la course. Le montage des pièces à scier se fait sur une forte table en fonte à rainures, rabotée et disposée pour fixer rapidement les fers pour charpentes, les tôles, pièces de forge, etc.

\* \*

Les figures 828 et 829 représentent vue de face et de côté une machine à scier les métaux à lame circulaire des anciens établissements Panhard et Levassor. Cette machine admet des lames de 50 centimètres de diamètre et permet de scier des pièces de 15 centimètres d'épaisseur au maximum.

Elle est munie d'un chariot possédant deux mouvements dans deux sens perpendiculaires; l'un longitudinal obtenu automatiquement, l'autre transversal obtenu à la main au moyen d'une manivelle; ce dernier mouvement, qui n'existe généralement pas dans ces sortes de scies, est très avantageux parce qu'il permet de faire, dans une certaine limite, deux traits parallèles sans déplacer la pièce; il rend en tout cas le montage de cette pièce sur le chariot beaucoup plus facile.

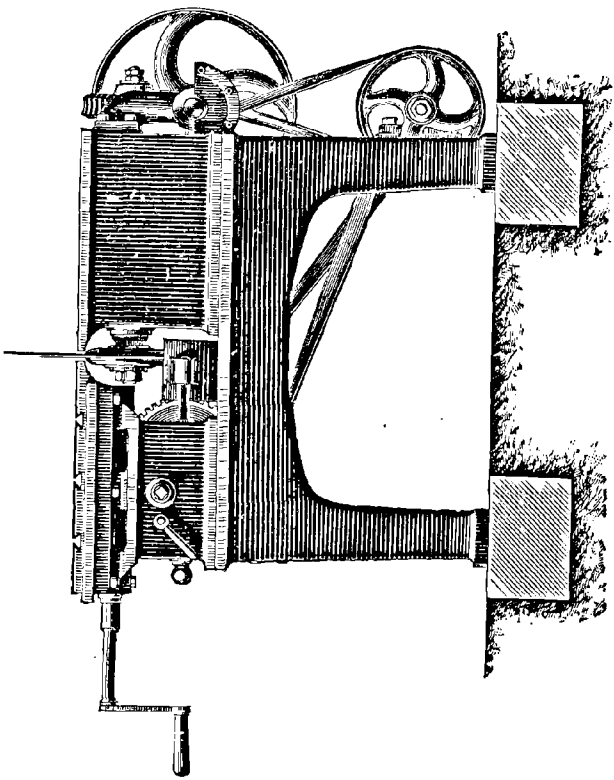


Fig. 828. — Scie circulaire Panhard et Lovassor. — Vue de face.

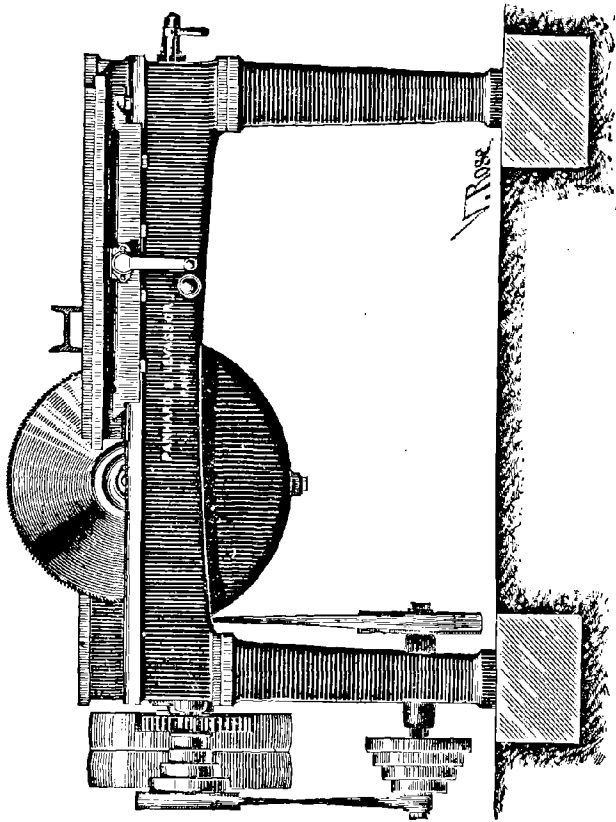


Fig. 829. — Scie circulaire Panhard et Lovassor. — Vue de côté.

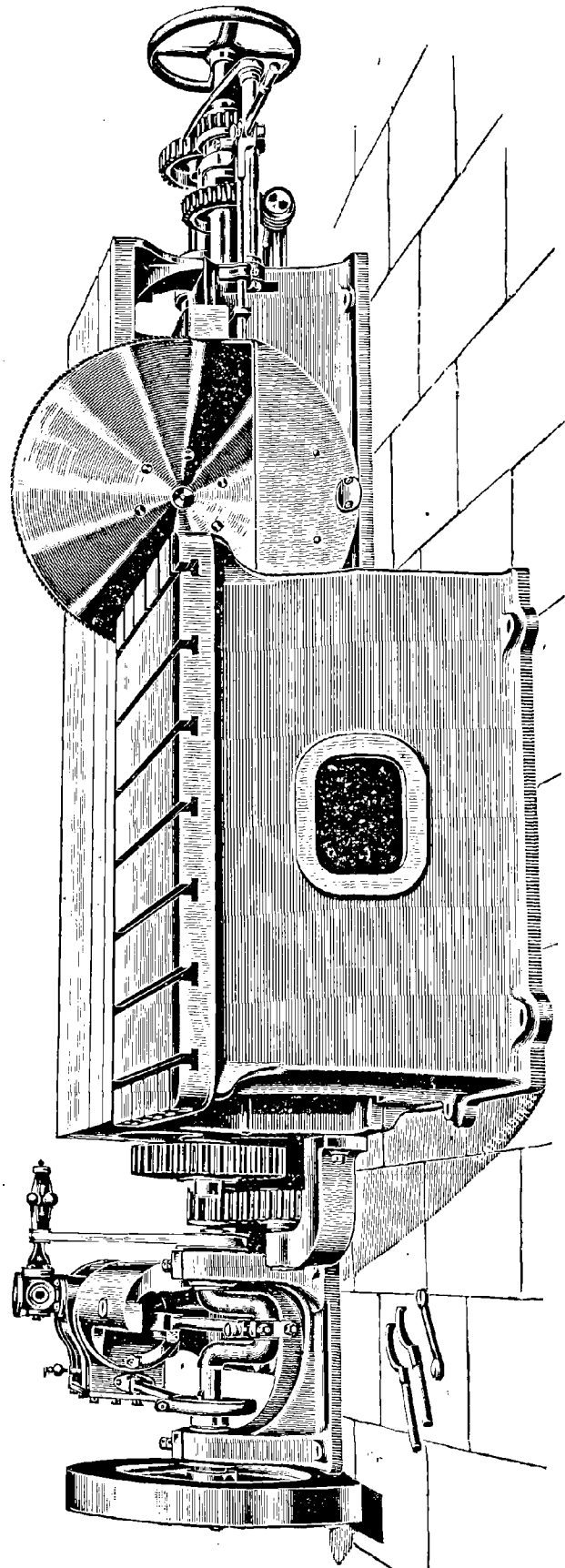


Fig. 830. — Machine à scier les métaux à lano circulaire directement actionnée par une machine à vapeur.

\* \* \*

Dans la grande machine à scier à lame circulaire de M. Lucas, représentée par la figure 830, la commande de la scie est effectuée directement par un moteur à vapeur spécial disposé sur le côté du bâti.

Les lames de scies employées dans cette machine sont d'un diamètre de 1<sup>m</sup>,050 et les plus grandes pièces à couper peuvent présenter une longueur de 1<sup>m</sup>,370 sur 30 centimètres d'épaisseur.

Dans cette machine la pièce à trancher reste immobile sur la table et c'est la scie qui se déplace le long du bâti; ce déplacement est obtenu à la main ou automatiquement.

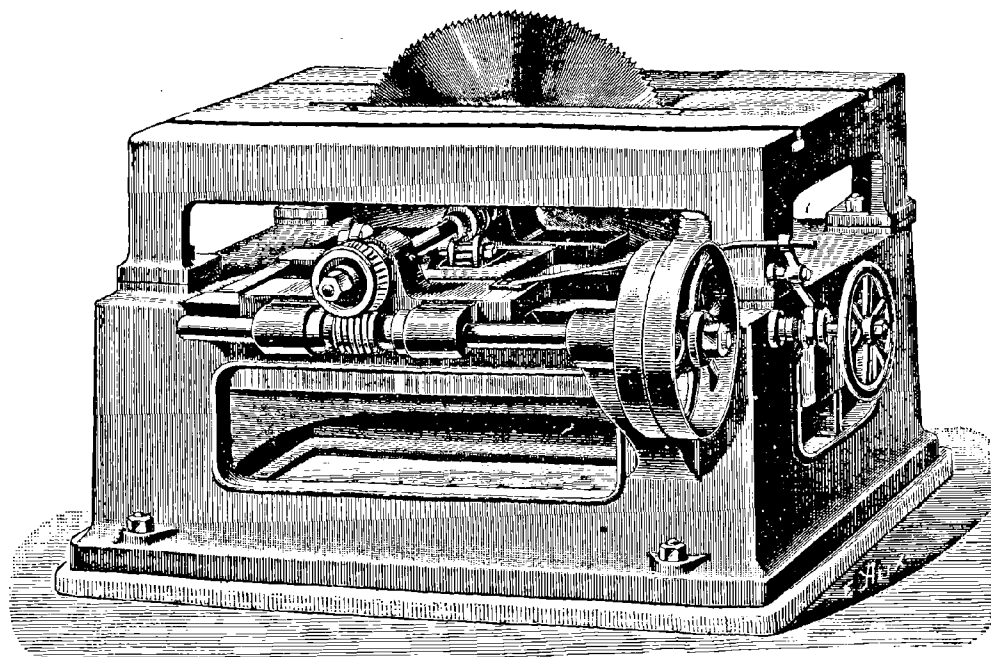


Fig. 831. — Grande scie circulaire des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

\* \* \*

La machine Frey des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup> représentée par la figure 831 permet de couper et détailler à froid les métaux en feuilles et en barres; elle est disposée de façon à ce qu'aucun organe ne dépasse le plan horizontal de la table, ce qui donne la facilité de couper des pièces de toutes longueurs et de toutes largeurs.

Les pièces à scier restent fixes, c'est la scie qui se déplace, l'avance se fait à la main ou automatiquement. Dans ce dernier cas un butoir mobile et réglable déclenche l'avance à l'endroit voulu. Une petite pompe adhérente à la machine envoie l'eau de savon sur la scie; la machine porte ses poulies folle et fixe et son débrayage.

La commande de l'arbre porté-scie se fait par une vis sans fin en bronze engrenant avec une roue de vis sans fin en acier calée sur l'arbre.

\* \* \*

On construit également, pour certains travaux spéciaux, des machines à scier les métaux à lame circulaire dont la scie, au lieu d'être disposée verticalement, comme dans tous les appareils que

nous venons de décrire, se trouve placée dans un plan horizontal. Telle est la scie circulaire à lame horizontale de M. Lucas représentée par la figure 832.

Dans cette machine l'arbre porte-scie est disposé verticalement sur un chariot qui peut être élevé ou abaissé le long d'une glissière verticale disposée sur le côté du bâti. Le mouvement vertical du chariot porte-scie est facilité par un contrepoids placé derrière le bâti et relié au chariot par une corde passant sur deux poulies à gorge.

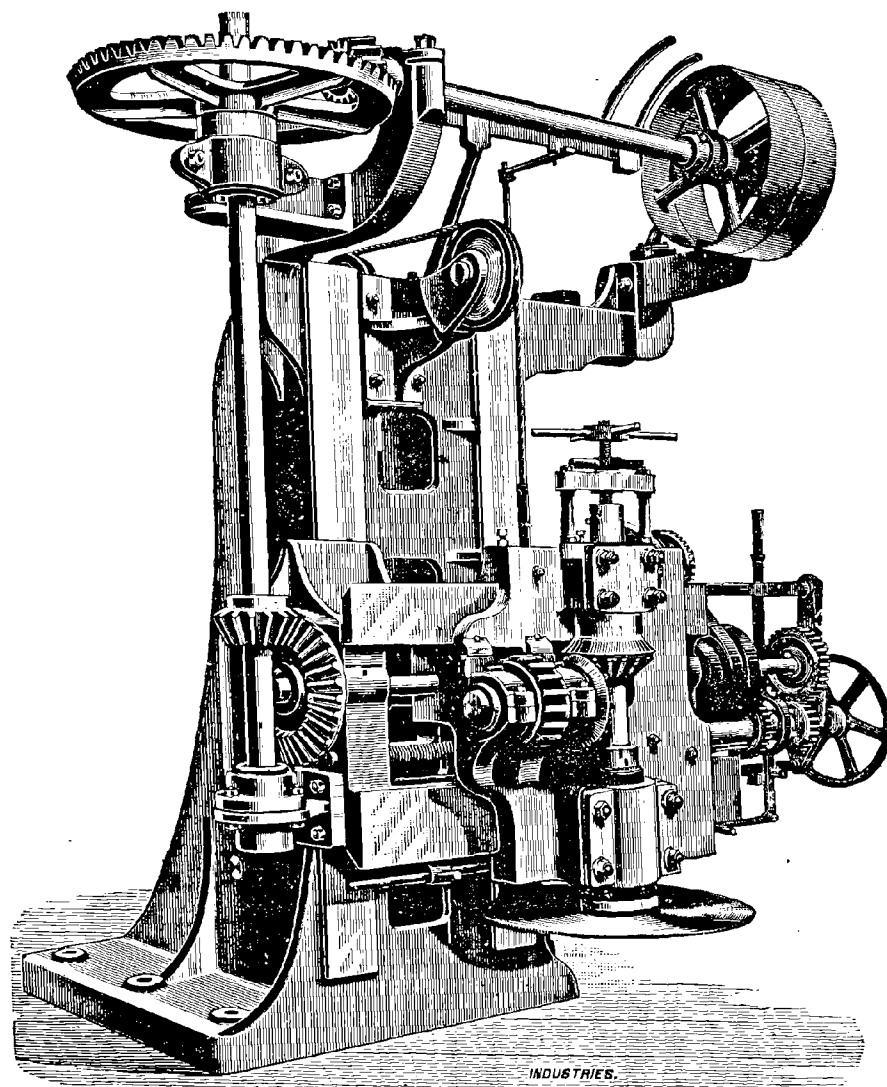


Fig. 832. — Scie circulaire à lame horizontale de M. Lucas.

La scie peut être ainsi fixée à une hauteur plus ou moins grande suivant les coupes à effectuer; elle peut être élevée à une hauteur maximum de 1<sup>m</sup>,065 au-dessus du sol. Cette scie, d'un diamètre de 70 centimètres, peut de plus se déplacer horizontalement sur son chariot, ce mouvement pouvant être obtenu à la main ou automatiquement.

La commande de l'arbre porte-scie est réalisée par une série d'arbres et d'engrenages d'angle; le tout actionné par courroie au moyen de deux poulies, l'une folle l'autre fixe, situées à



la partie supérieure du bâti. Cette machine permet de couper des pièces de 45 centimètres de longueur sur 15 centimètres d'épaisseur.

\*  
\*  
\*

La figure 833 représente une autre machine à scier à lame circulaire horizontale, de la même maison, spécialement destinée à couper les plaques de cuivre embouti.

L'arbre porte-scie vertical est fixé sur un chariot qui peut se déplacer horizontalement le long d'une longue traverse horizontale supportée par deux petits montants latéraux. Ce mouvement du chariot peut être obtenu, dans les deux sens, à la main ou automatiquement; le mouvement automatique peut présenter trois vitesses de 20, 25 ou 30 centimètres par minute.

L'arbre porte-scie peut également se déplacer à la main verticalement suivant une course de 225 millimètres. Cet arbre est commandé par une poulie, un arbre horizontal, un train d'engrenages droits à denture double hélicoïdale et un train d'engrenages coniques.

Une grande table circulaire de 2<sup>m</sup>,440 de diamètre reçoit les pièces à couper; elle peut recevoir un mouvement rapide de rotation au moyen d'une barre que l'on place dans un des trous percés sur son pourtour et facilement visibles sur notre gravure.

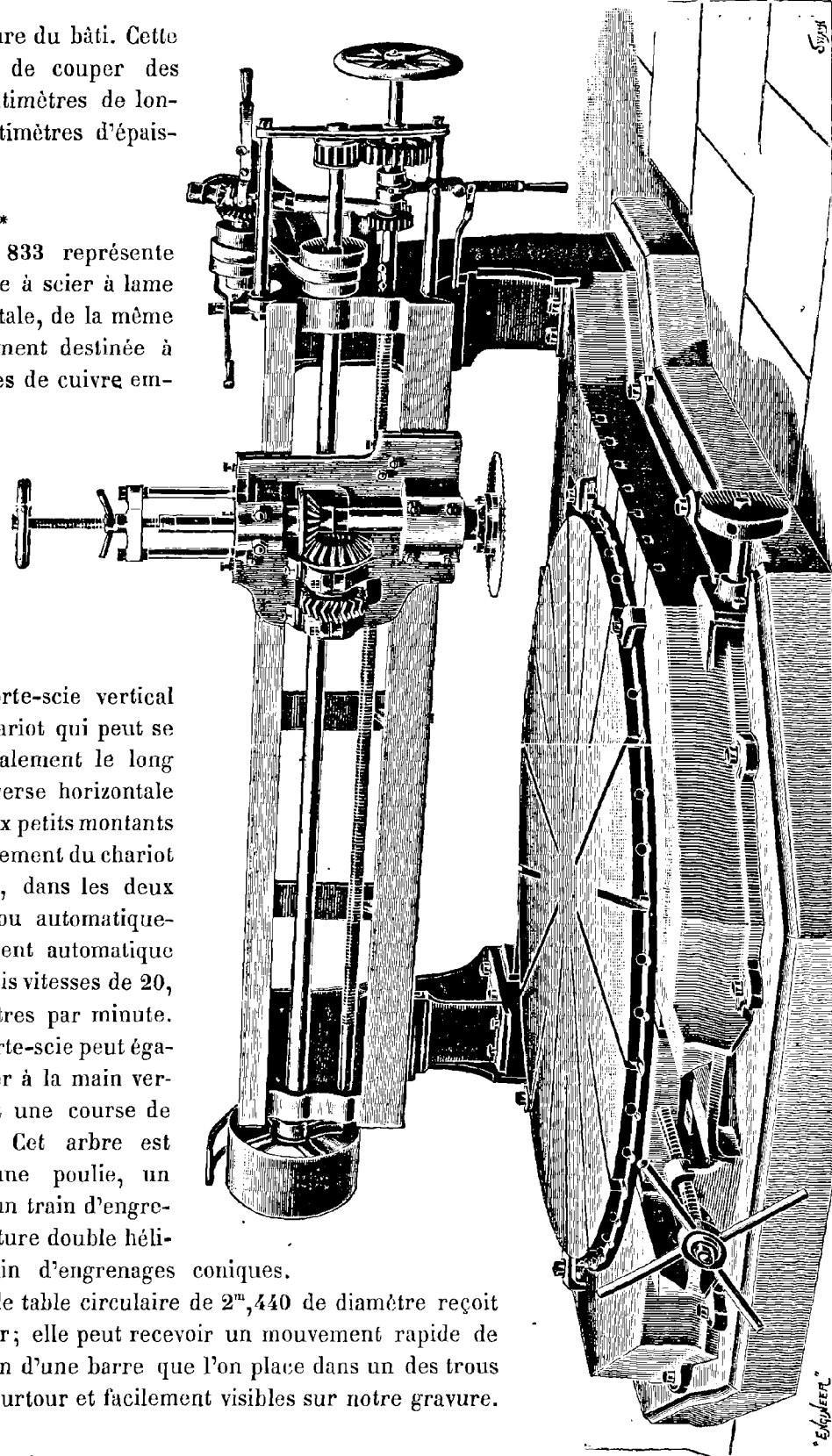


Fig. 833. — Machine spéciale à lame horizontale pour plaques de cuivre embouti de M. Lucas.

La table est adaptée dans une glissière de manière à pouvoir recevoir, par une vis et un croisillon, un mouvement de déplacement longitudinal destiné à amener la pièce à travailler dans la position désirée.

\*  
\*\*

Toutes les machines à scier que nous venons d'examiner, aussi bien les machines à mouvements alternatifs, que celles à ruban ou circulaires, sont destinées à trancher le métal à froid ; il est même nécessaire de veiller à ce que les lames ne s'échauffent pas par suite d'un frottement anormal, ce qui pourrait causer un recuit des dents provoquant leur détrempage.

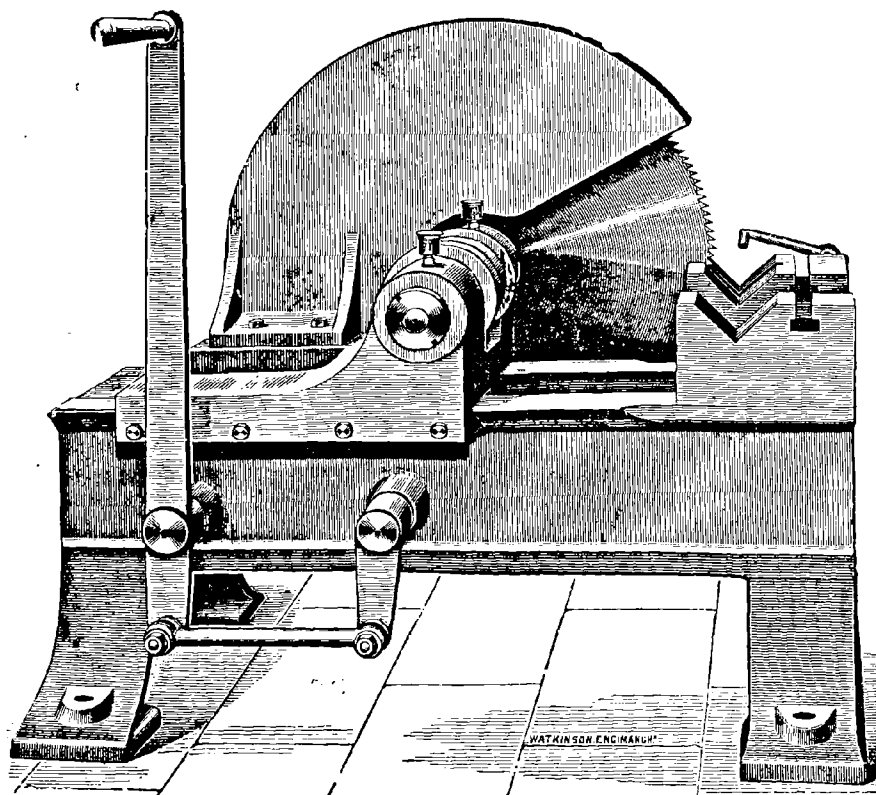


Fig. 834. — Machine à scier les métaux à chaud de M. Lucas.

Mais, dans certains cas, on trouve au contraire avantage à couper les métaux à une température assez élevée pour les amollir ; on construit donc des machines destinées à scier à chaud des pièces de métal ; il est toutefois bon de dire que ces appareils sont d'un usage assez peu courant.

Quoiqu'il en soit la figure 834 représente une machine à scier les métaux à chaud de M. Lucas ; cette machine peut couper des barres rondes jusqu'à 112 millimètres de diamètre.

Contrairement aux machines à scier à froid, dont les lames doivent tourner relativement lentement, la scie de cet appareil est animée d'un rapide mouvement de rotation atteignant 1.000 tours à la minute. Ce mouvement est donné à l'arbre porte-scie par deux poulies, l'une fixe l'autre folle, directement calées sur l'arbre et d'un diamètre de 20 centimètres. L'arbre en acier tourne dans des coussinets en métal-canon.

## CHAPITRE HUITIÈME

**LES MACHINES A CISAILLER ET A POINÇONNER.** — Nous réunissons dans un même chapitre ces deux genres de machines, parce qu'elles sont généralement absolument semblables comme mécanisme, et qu'elles ne diffèrent souvent que par les outils utilisés, tantôt une double lame coupante, tantôt, au contraire, un poinçon et une matrice.

D'ailleurs, comme nous le verrons dans la description de plusieurs machines de cette catégorie, le même appareil est fréquemment destiné à servir indifféremment de cisaille ou de poinçonneuse, et possède à cet effet une lame et un poinçon qui peuvent être tour à tour fixés sur la tête porte-outil, en face d'une autre lame fixe ou d'une matrice placées suivant le cas sur le bâti ; d'autres sont composées d'un seul bâti portant simultanément les deux genres de machines, situées tantôt de chaque côté du bâti commun, tantôt au contraire superposées l'une à l'autre.

Nous allons donc diviser ce chapitre en trois parties, et nous étudierons successivement dans chacune d'elles : les machines plus spécialement disposées pour cisailer, les machines à poinçonner et enfin les machines doubles à poinçonner et cisailer. Mais avant d'entreprendre ces études spéciales, nous allons indiquer en quelques mots les dispositions générales de la plupart de ces machines tant à cisailer qu'à poinçonner.

Les machines à cisailer et à poinçonner les plus simples, mues à la main, sont ordinairement constituées par un long levier possédant une très grande branche, sur laquelle on effectue la pression nécessaire au travail de cisaillement ou de poinçonnement, et dont le petit bras, relativement de très petite longueur, agit sur la lame ou sur le poinçon qui entame le métal ; par suite de la grande différence de longueur entre les deux bras du levier, on peut, avec un faible effort, agir avec une grande puissance sur l'outil. Quelquefois le levier agit sur un excentrique remplaçant sa petite branche.

Pour les machines fonctionnant au moteur, et même pour certaines machines destinées à être actionnées par manivelle, le mécanisme est simplement constitué par un excentrique calé sur un arbre qui reçoit également une grande roue dentée, elle-même actionnée par un pignon de petit diamètre ; ce pignon est commandé par une roue à manivelle ou par une poulie suivant que l'appareil est destiné à fonctionner à bras ou au moteur. La grande différence de diamètre entre le pignon et sa roue dentée, permet de développer une pression considérable sur la tige de l'excentrique portant l'outil, avec une force relativement faible agissant sur la manivelle ou sur la poulie de commande suivant les cas.

**Les cisailles.** — Comme nous l'avons dit plus haut, les cisailles les plus simples sont constituées par un long levier agissant sur la lame coupante mobile. Telle est la cisaille représentée par la figure 835 ; dans cette machine, un long levier équilibré par un contrepoids agit directement sur la lame coupante, à laquelle il est relié par deux petites pièces méplates.

Cette machine spécialement étudiée pour cisailer des tôles par le milieu, possède des lames de 24 centimètres de longueur et peut couper des tôles de 8 millimètres d'épaisseur.

Dans la cisaille de la figure 836, la disposition est à peu près analogue avec cette différence toutefois que le levier agit sur la lame coupante par l'intermédiaire d'un pignon engrenant une crémaillère, elle-même articulée sur l'extrémité du levier porte-lame.

Cette cisaille est comme la précédente, construite spécialement pour cisailer des tôles par

le milieu ; elle possède des lames de 25 centimètres de longueur et peut trancher des épaisseurs de 10 millimètres.

La figure 837 représente une cisaille à levier et contrepoids, destinée à couper d'un seul coup des tôles minces, jusqu'à 8 dixièmes de millimètre d'épaisseur. Cette machine, spécialement destinées aux ferblantiers, poêliers et fumistes qui travaillent la tôle peu épaisse, est constituée par une table en fonte rabotée, sur le côté de laquelle est fixé un levier à contrepoids pouvant tourner autour de son axe ; ce levier reçoit, sur une partie de sa longueur, une lame coupante qui forme cisaille avec une seconde lame fixée sur le même côté de la table.

Un guide, pouvant être fixé parallèlement ou obliquement à ces lames, est disposé sur la table et permet de diriger les tôles pendant la coupe suivant la direction voulue.

Cette machine se construit en plusieurs tailles, dont la plus grande possède des lames de 72 centimètres de longueur et peut cisailer avec le guide une largeur de tôle maximum de 50 centimètres.

Dans la cisaille à volant pour tôle, système Vernet, représentée par la figure 838, le levier est remplacé par un volant horizontal, muni sur son pourtour de poignées inclinées destinées à faciliter sa manœuvre ; ce volant agit sur le levier porte-lame à l'aide d'une vis.

Le bâti porte sur le côté un petit volant commandant une petite tige, qui peut descendre plus ou moins et être réglée pour maintenir convenable-

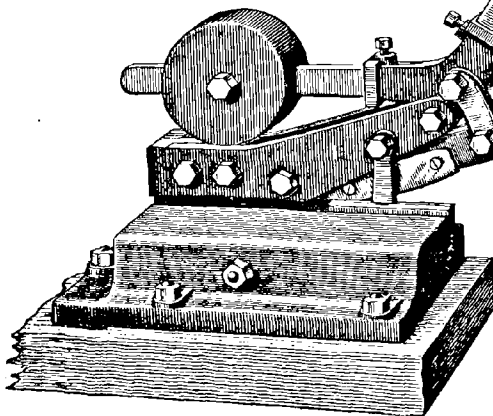


Fig. 835. — Cisaille à levier à contrepoids

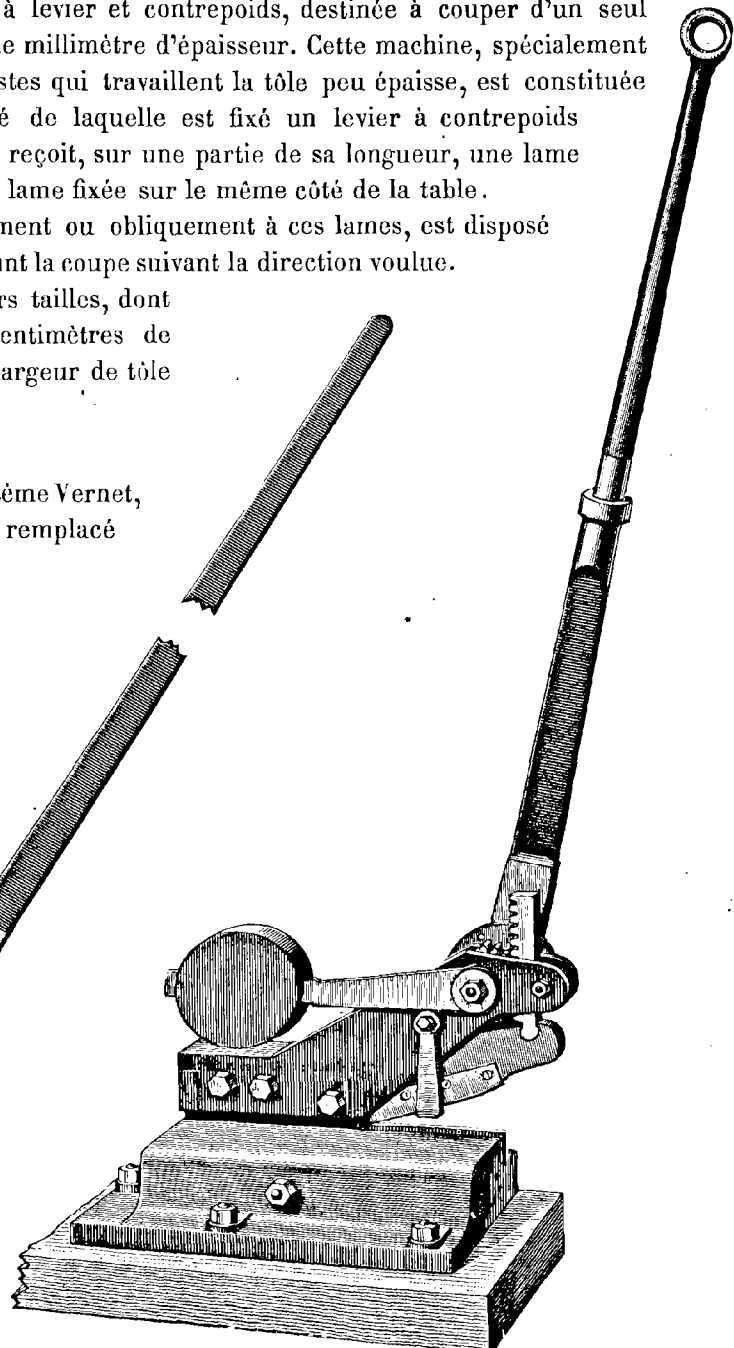


Fig. 836. — Cisaille à levier, à contrepoids et crémaillère.

ment la tôle au moment de la coupe, et l'empêcher de se relever comme elle en a tendance sous la pression de la lame supérieure.

Cette machine, spécialement étudiée est construite pour cisailer des tôles par le milieu, possède des lames de 25 centimètres de longueur et peut trancher des épaisseurs de 12 millimètres.

\*\*\*

La figure 839 représente une cisaille à levier, dite cisaille guillotine, destinée à couper des fers ronds de différents diamètres, et construite, comme toutes les précédentes, par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Notre figure fait facilement comprendre le fonctionnement de cette cisaille ; le bâti possède une flasque percée de trous de différents diamètres, dans lesquels sont introduites et solidement maintenues les tiges rondes à couper ; une lame se meut sous l'action d'un grand levier derrière cette flasque, et vient trancher les tiges ainsi fixées ; cette machine permet de couper des fers ronds d'un diamètre maximum de 2 centimètres.

Cette même machine peut être disposée pour trancher des fers de profils divers, en remplaçant les trous cylindriques par des ouvertures de formes spéciales, comme l'indique clairement la

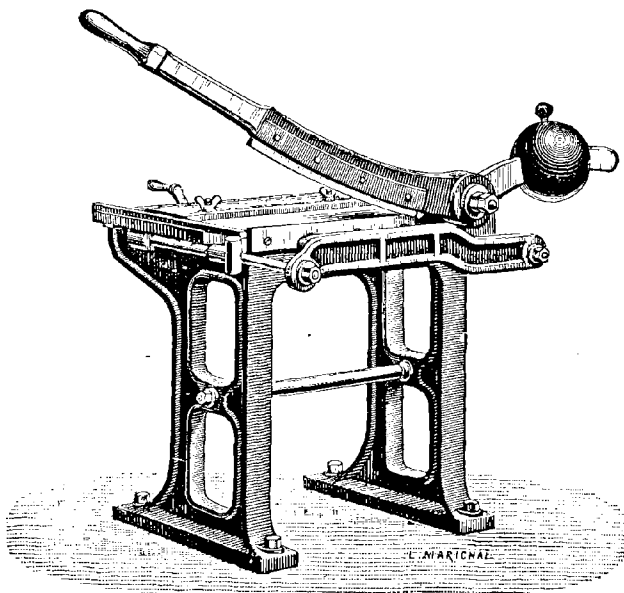


Fig. 837. — Cisaille à levier pour tôles minces.

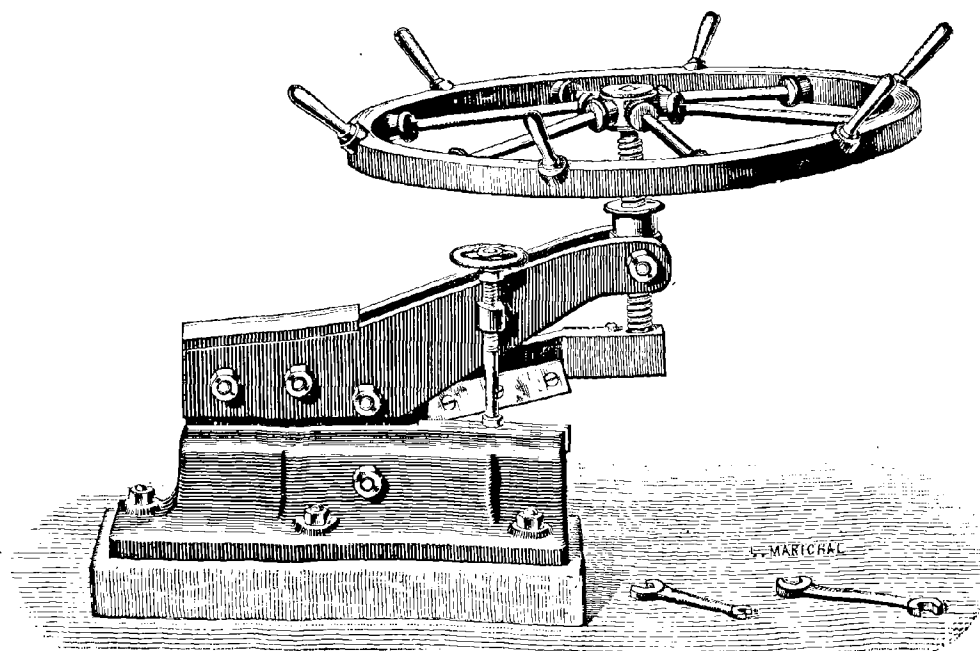


Fig. 838. — Cisaille à volant système Vernet.

figure 840, représentant un appareil destiné à couper des fers demi-ronds, carrés, cornières et en double T.

\*  
\* \*

Terminons les cisailles à levier par la rapide description de la cisaille coupe-fer portable, des mêmes constructeurs, étudiée pour cisailer les petits fers spéciaux et représentée par la figure 841.

Cette cisaille utilise des couteaux de forme spéciale suivant le profil des fers à traucher ; c'est ainsi que notre gravure la représente munie de lames, destinées à couper des fers en T, et que la figure 842 montre les lames destinées à

Cette machine est d'une très grande utilité serrurerie et divers. Son fonctionnement est très bâti à charnière pour placer les lames en rapport bâti, introduire le fer dans l'intervalle laissé par les entraînant le bâti mobile, jusqu'à ce que les deux tielle pour le bon fonctionnement de la machine ;

trancher des fers cornières.

pour les travaux de charpentes, simple et consiste : à abattre le avec les fers à couper, relever ce couteaux ; tourner sur la poignée bâtis se touchent, condition essen- ensuite serrer fortement le fer à

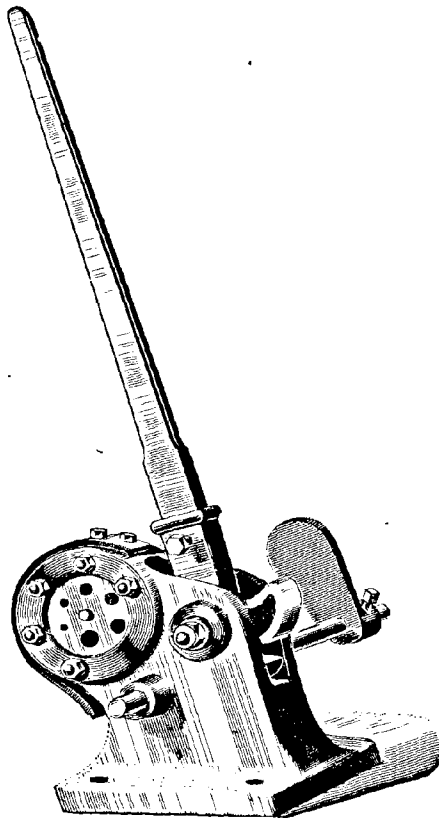


Fig. 839. — Cisaille-guillotine à levier pour fers ronds.

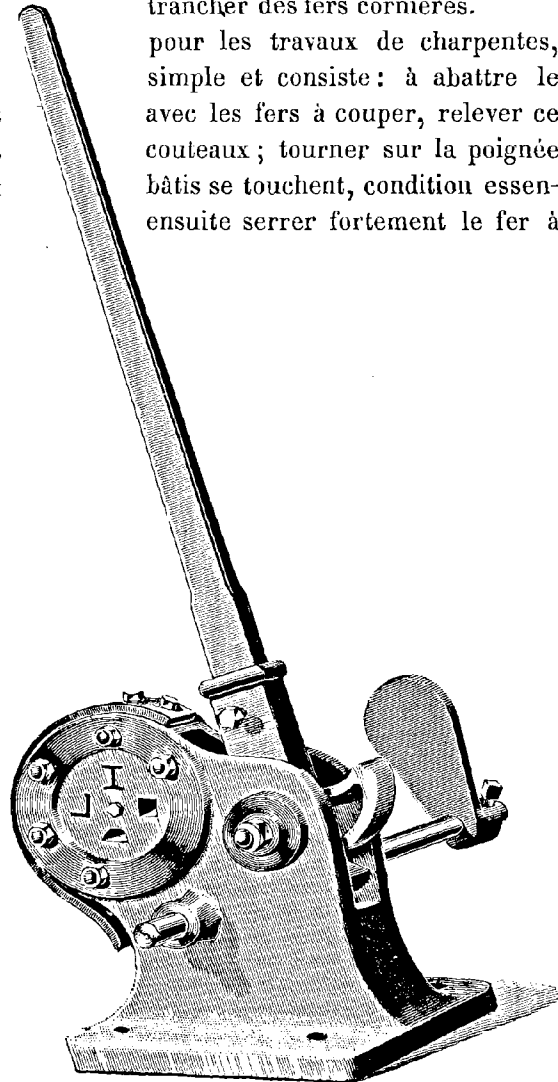


Fig. 840. — Cisaille-guillotine à levier pour fers carrés, demi-ronds cornières et en I.

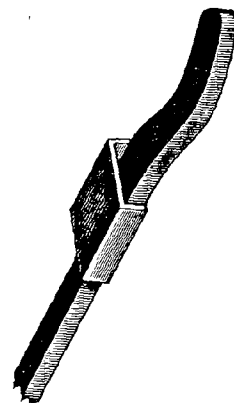
couper dans les couteaux par le moyen des vis agissant sur les porte-couteaux ; puis faire tourner la tête mobile au moyen du levier de manœuvre.

\*  
\* \*

Les cisailles actionnées au moteur, diffèrent forcément des précédentes comme dispositions générales. La figure 843 représente un type très courant de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

Cette machine se compose essentiellement d'un robuste bâti de fonte, portant à sa partie supérieure un arbre actionnant par excentrique la coulisse porte-lame, qui se déplace verticalement dans une glissière ; une seconde lame est fixée à poste fixe sur la base du bâti ; ces deux lames sont suffisamment inclinées pour permettre le passage des fers à couper à côté du bâti.

L'arbre supérieur porte une grande roue dentée commandée par un pignon calé sur un arbre, qui reçoit un volant et deux poulies, folle et fixe, destinées à la commande et au débrayage. Cette cisaille peut couper des fers ronds et carrés de 4 centimètres, et des fers plats de 15 centimètres de largeur sur 2 d'épaisseur.



La cisaille de M. L. Dard, représentée par la figure 844, est de disposition analogue à la précédente, mais possède deux cisailles différentes, l'une pour les fers plats placée sur le devant, et l'autre pour les fers ronds, carrés ou cornières située derrière la première et actionnée par une petite bielle et un excentrique différents ; les engrenages sont à denture hélicoïdale à chevrons.

De plus, la cisaille du devant est munie d'un système de déclenchement automatique, qui permet à l'ouvrier de ne faire fonctionner la lame que lorsque sa pièce est bien placée pour la coupe ; nous décrirons plus loin en détail ce système à propos des poinçonneuses de la même maison.

Dans cette machine la lame mobile du devant peut être remplacée par un poinçon, et la lame fixe par une matrice, pour permettre à l'appareil d'être transformé au besoin en poinçonneuse.

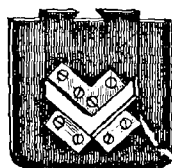


Fig. 842. — Lames de rechange.

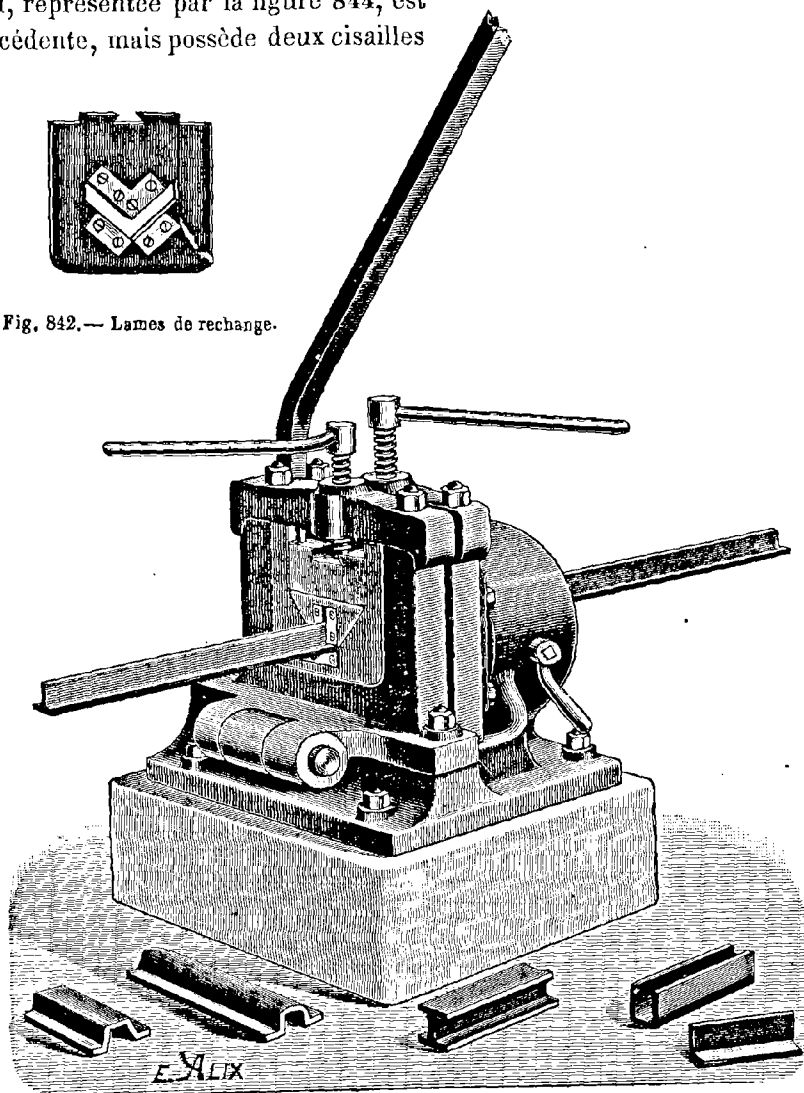


Fig. 841. — Cisaille coupe-fer pour petits fers spéciaux.

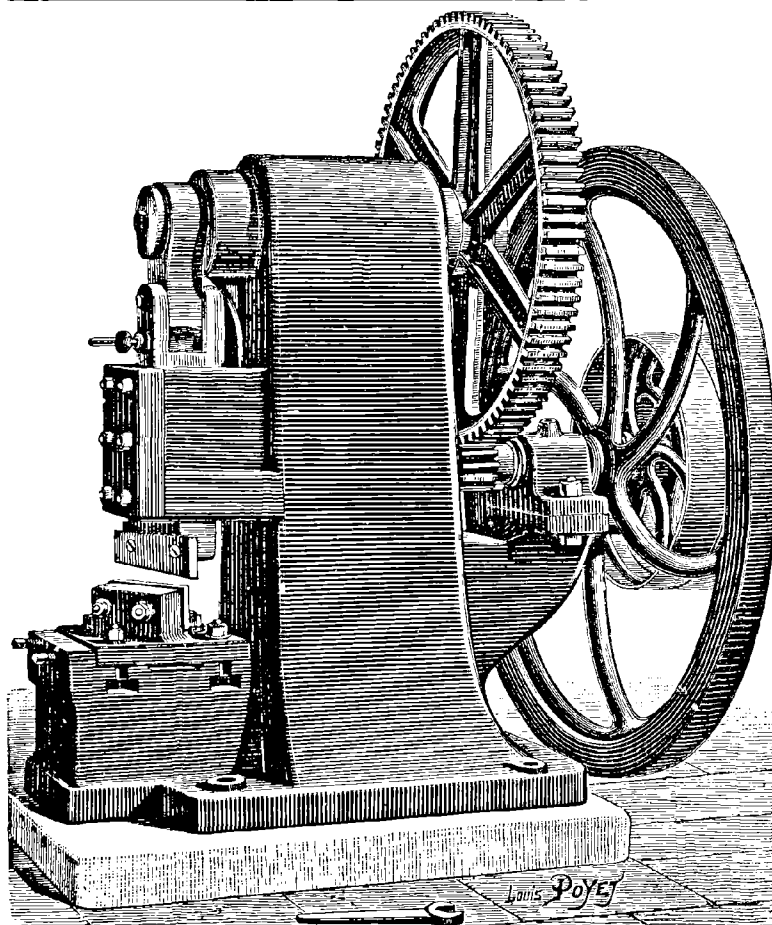


Fig. 843. — Cisaille coupe-fer pour fer en barre.

grandes dimensions, on utilise fréquemment avec avantage des cisailles possédant des lames de grande longueur, et pouvant, par conséquent, découper les feuilles de grande largeur en une seule coupe. La figure 846 représente vue de face et la figure 847 vue de côté, une de ces cisailles à grandes lames, construite par M. Le Blanc.

La lame mobile, de 1<sup>m</sup>,40 de longueur, est commandée à ses deux extrémités par deux excentriques; ces excentriques sont calés sur deux arbres munis de grandes roues dentées

\*\*\*  
La cisaille de M. Le Blanc, représentée par la figure 843, est spécialement destinée à couper des fers ronds, et peut trancher deux tiges à la fois.

La forme du bâti seule différencie cette machine des appareils précédents; l'arbre de commande, recevant un cône à trois étages, le volant et le pignon, est situé à la partie supérieure, tandis que l'arbre de l'excentrique, recevant également la grande roue dentée, est placé au-dessous. Cette machine permet de couper des barres de 6 à 40 millimètres.

\*\*\*  
Pour découper des feuilles de tôle, cuivre, zinc, etc., d'assez

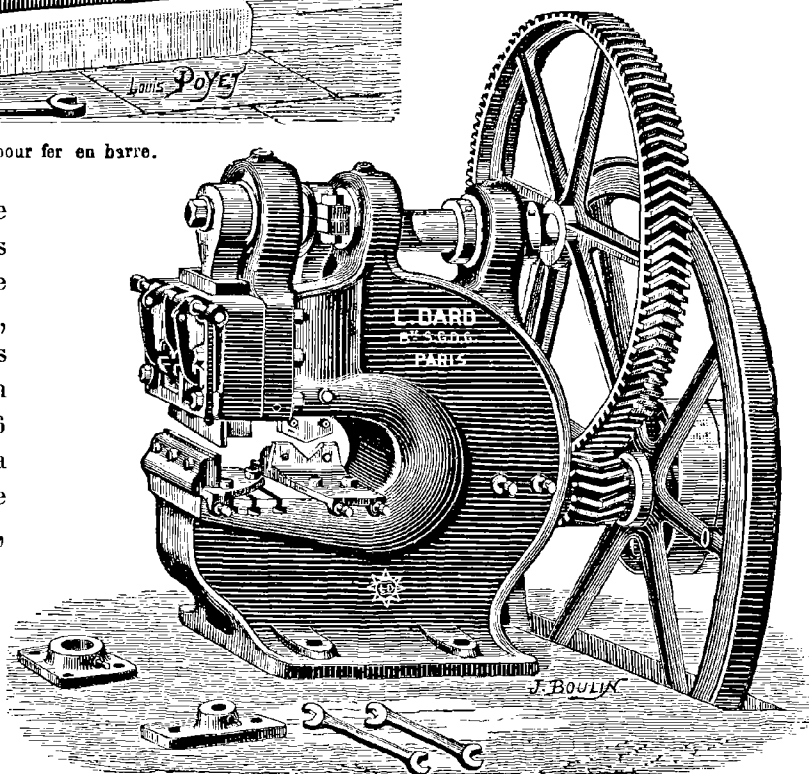


Fig. 844. — Cisaille à excentrique à double effet de M. Dard.



qui engrènent avec un pignon commun ; ce pignon est calé sur un arbre placé au centre et portant, avec un gros volant régulateur, les poulies, folle et fixe, permettant la mise en marche et l'arrêt facultatif de l'appareil.

La lame mobile, qui présente une forme légèrement courbe pour que toutes ses parties n'entrent pas en travail simultanément, est équilibrée par un contrepoids supérieur ; elle porte deux butoirs à ressort qui viennent faire pression sur la feuille de métal à couper et l'empêche de se gondoler.

Sur le devant, une table de fonte rabotée, peut recevoir les feuilles à travailler, ce qui facilite beaucoup leur manœuvre. Cette machine permet de trancher en une seule coupe des feuilles de tôle de 1<sup>m</sup>,40 de longueur sur 6 millimètres d'épaisseur.

\*  
\*\*

La figure 848 représente une grande machine à cisailer, très puissante, de M. Lucas, directement actionnée par une machine à vapeur disposée horizontalement à la partie supérieure du bâti. Cette machine actionne, par un pignon engrénant avec une grande roue dentée, deux excentriques placés à chaque extrémité d'une grande lame mobile de 3 mètres de longueur.

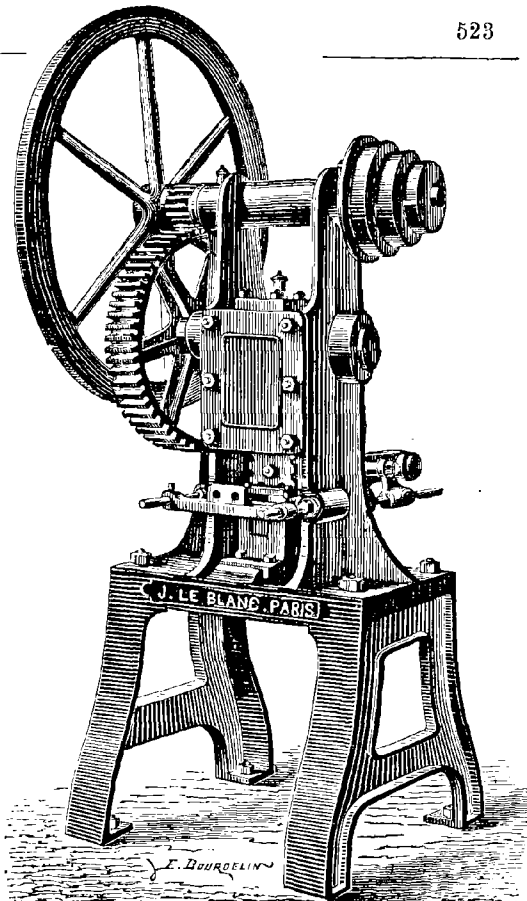


Fig. 845. — Cisaille spéciale pour fers ronds de J. Le Blanc.

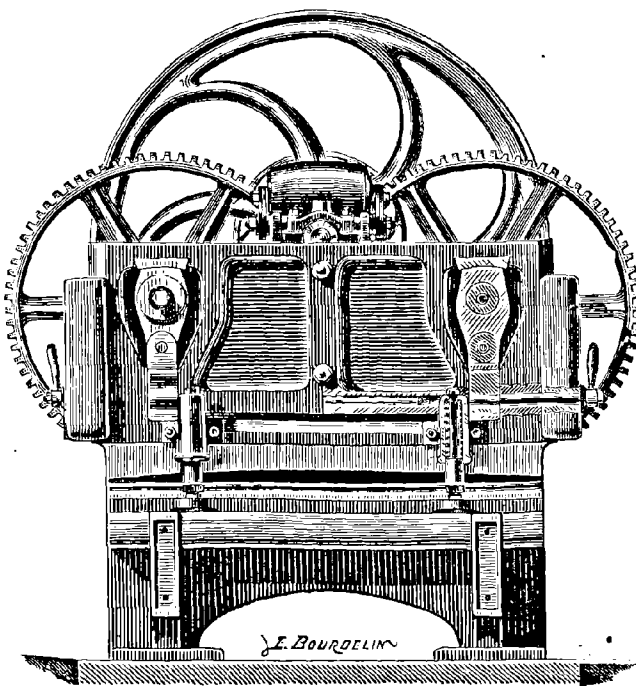


Fig. 846. — Cisaille à grande lame vue de face.

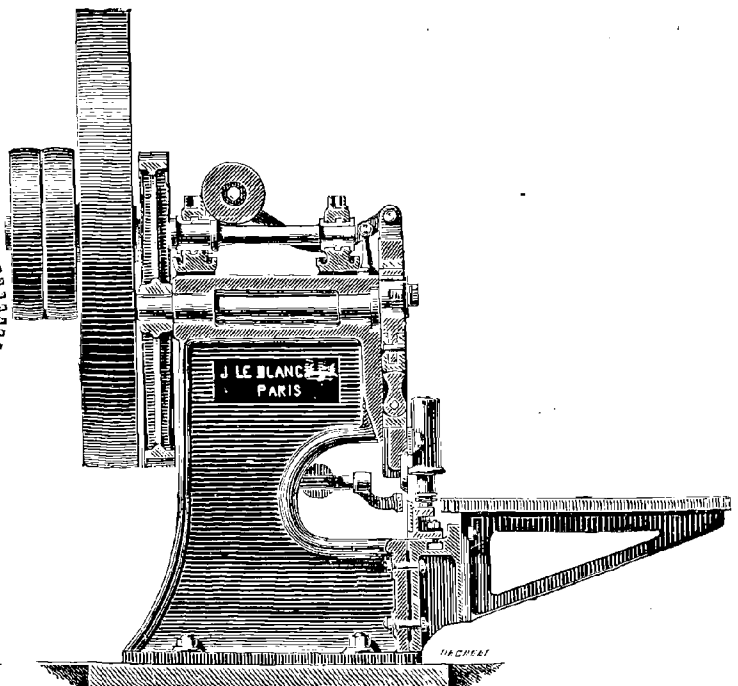


Fig. 847. — Cisaille à grande lame vue de côté.

Une tige horizontale placée sur le devant, et munie d'un côté d'un levier de manœuvre et de l'autre d'un contrepoids, permet de rendre au moment désiré la lame solidaire des excentriques en introduisant, entre la tige de ces excentriques et la monture de la lame, deux butées spéciales ; ce système est d'ailleurs analogue au déclenchement automatique Dard, que nous décrirons plus loin à propos des poinçonneuses de ce constructeur.

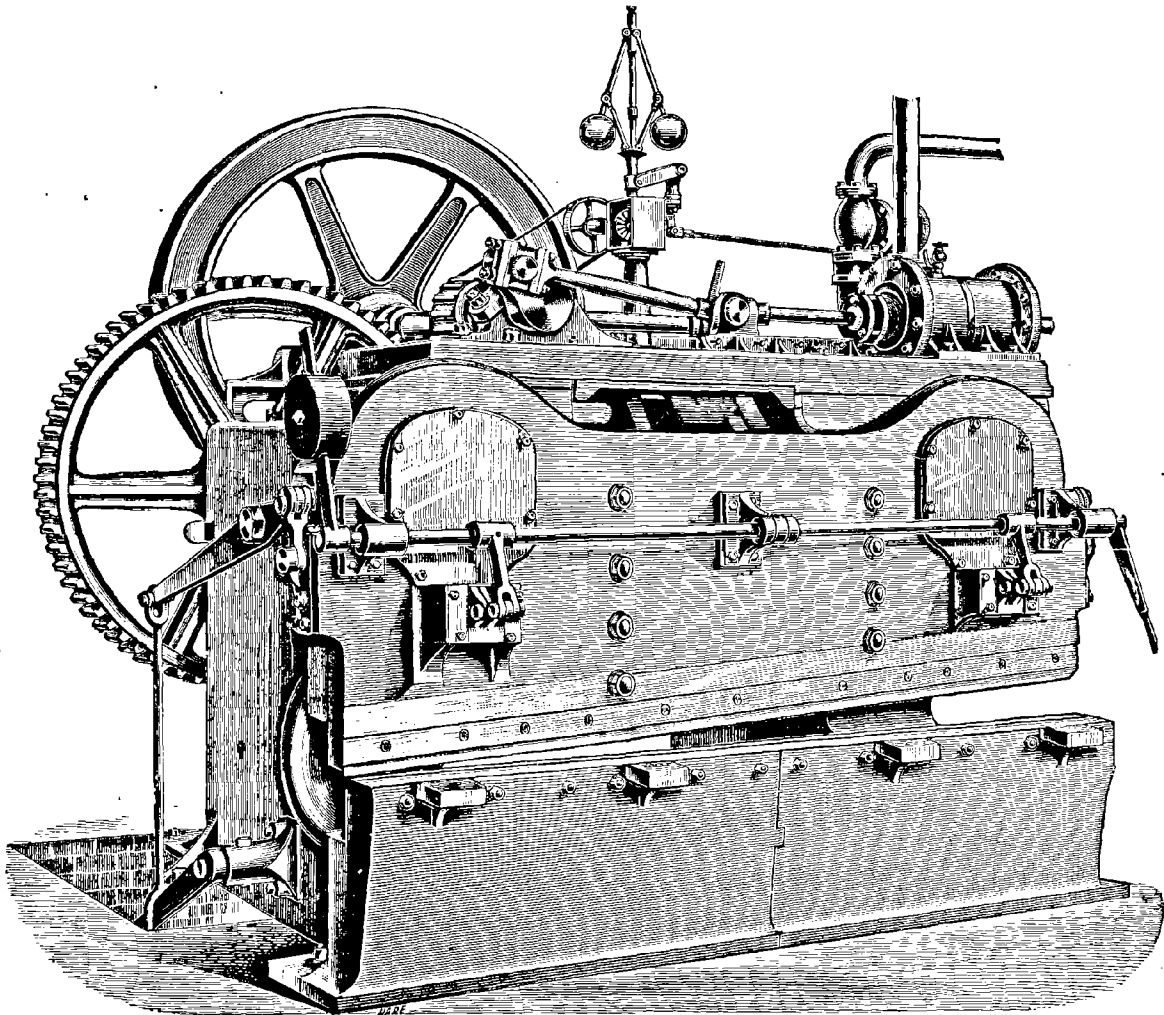


Fig. 848. — Puissante machine à cisailer actionnée directement par une machine à vapeur horizontale.

On peut ainsi, sans arrêter la machine, disposer avec toutes les précautions voulues la feuille à couper et ne déterminer la mise en marche de la lame mobile, qu'une fois cette opération préliminaire terminée.

La lame mobile est équilibrée par deux contrepoids placés de chaque côté du bâti, dans une fosse et reliés à la lame par une série de leviers. Cette lame est inclinée, par rapport à la lame fixe qui est horizontale, de manière que tous les points des lames n'entrent pas en action simultanément mais au contraire successivement.

Cette machine peut couper des tôles de 3 mètres de largeur sur 32 millimètres d'épaisseur ; mais, comme les renforcements que présentent les bâtis latéraux à la hauteur de la lame sont d'une

profondeur de 75 centimètres, la largeur maximum des bandes de métal qu'on peut débiter, sur une longueur de 3 mètres, est de 75 centimètres ; toutefois, il existe dans le centre, entre les montants, une ouverture de 1<sup>m</sup>,80

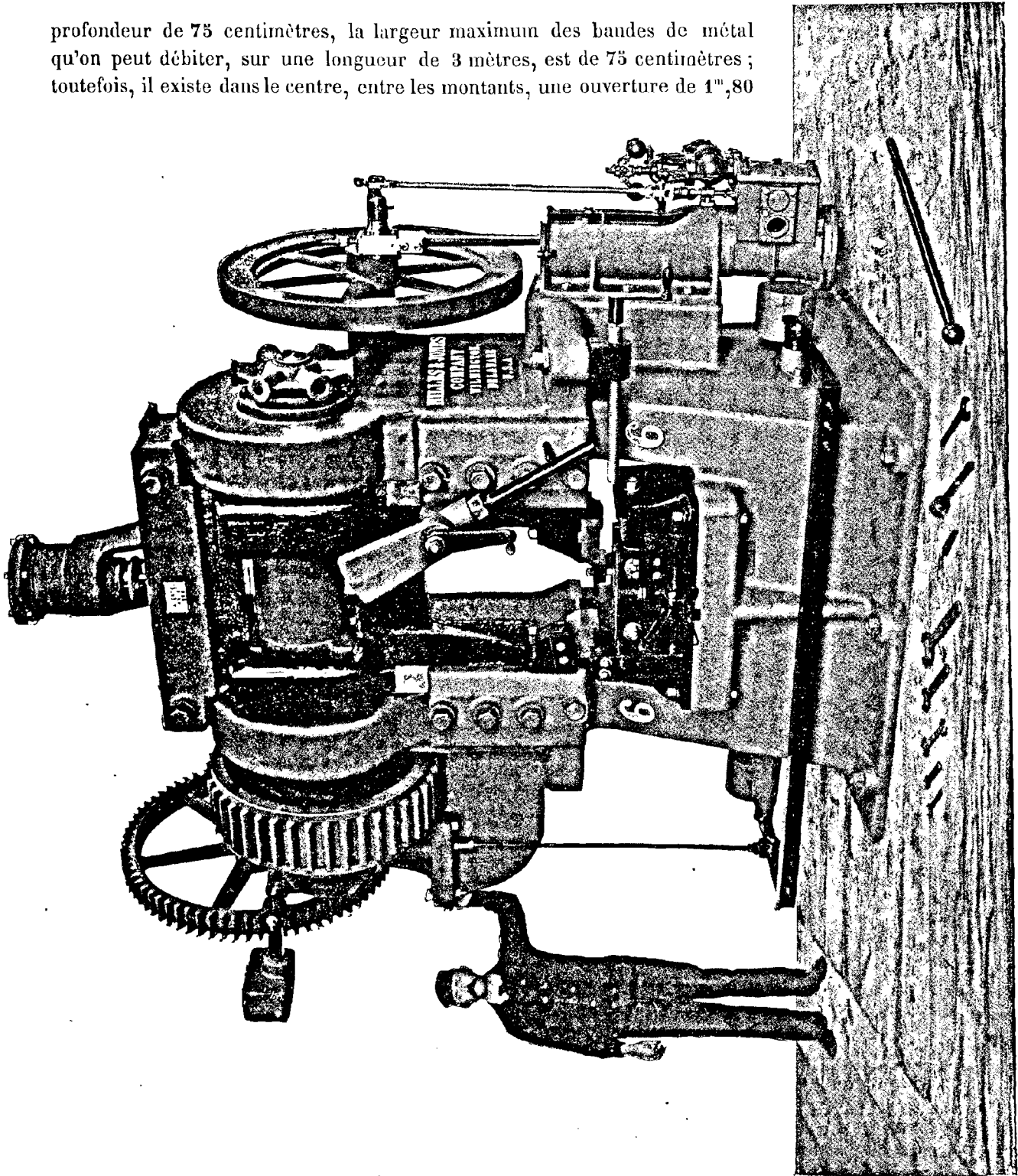


Fig. 849. — Grande machine à cisailer les rails et les fers profilés, directement actionnée par une machine à vapeur verticale fixée sur son bâti.

de large, de telle sorte que l'on peut trancher, sur n'importe quelle partie de leur longueur, les tôles qui ne dépassent pas cette largeur de 1<sup>m</sup>,80. Cette puissante machine pèse 46.000 kilogrammes.

\*  
\*  
\*

La puissante cisaille de la Hilles et Jones Company, représentée par la figure 849, est également actionnée directement par un moteur à vapeur vertical, disposé latéralement sur son bâti.

Disons à ce sujet, que la commande directe, par moteur séparé, des grandes cisailles ou poinçonneuses est particulièrement avantageuse ; en effet, ces machines ne travaillent que d'une manière intermittente ; lorsqu'elles sont embrayées à vide, elles ne consomment qu'une force très faible, mais elles dépensent au contraire, une somme d'énergie relativement considérable, chaque fois que le poinçon ou la cisaille rencontre une pièce de métal à trancher ou à perforer ; il se produit, par suite, des secousses très fortes qui peuvent avoir une fâcheuse répercussion sur la transmission de l'usine, et conséquemment sur le bon fonctionnement de tous les appareils qu'elle actionne.

Les lourds volants qu'on place ordinairement sur l'arbre de commande des machines à poinçonner et à cisailer, ont justement pour but d'atténuer ces secousses ; mais s'ils suffisent pour les petites machines, ils sont bien loin d'être suffisants pour les appareils de grandes dimensions.

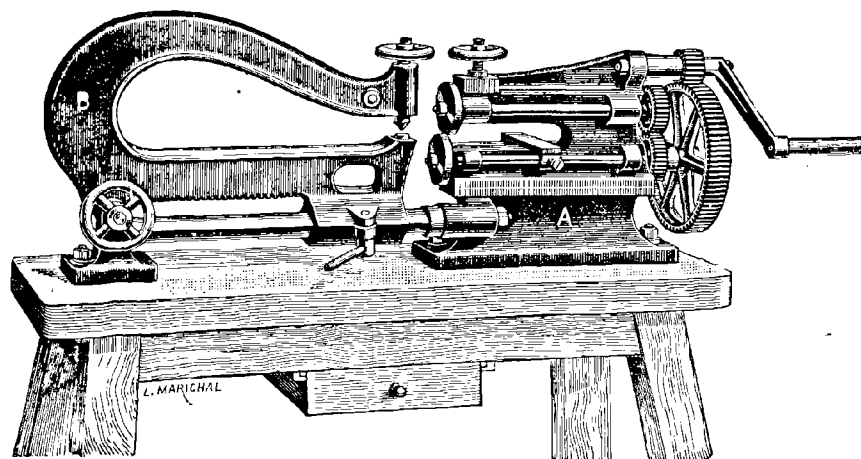


Fig. 850. — Cisaille circulaire pour métaux avec appareil pour couper rond.

Lorsqu'au contraire, la cisaille ou la poinçonneuse est munie d'un moteur spécial, elle se trouve par suite absolument indépendante du reste des machines de l'usine, et les chocs produits dans son fonctionnement ne peuvent plus avoir naturellement aucune mauvaise influence.

Il est évident que ce que nous venons de dire ne s'applique qu'aux machines de grande puissance, et que les chocs produits par le fonctionnement des cisailles ou poinçonneuses de petites dimensions ne sont pas assez considérables pour nuire en quoi que ce soit à la régularité du mouvement des appareils mus par la même transmission.

Pour en revenir à la cisaille de la figure 849, disons que cette machine est spécialement construite pour couper les rails, les grands fers en I, les barres en T ou les cornières. Les lames coupantes étant disposées longitudinalement dans le milieu du bâti, les barres à couper peuvent passer librement à travers ce bâti, et par suite être tranchées en un point quelconque de leur longueur.

Le moteur à vapeur commande, par un arbre horizontal et un pignon, une grande roue dentée dont l'arbre actionne à son tour, par un pignon engrenant avec une roue dentée à large denture,

l'arbre porte-excentrique; cet arbre procure un mouvement de va-et-vient à une puissante glissière en acier fondu, qui pèse à elle seule environ 2.500 kilogrammes.

Cette glissière, portant les lames coupantes mobiles à sa base, est équilibrée par un piston se déplaçant dans un cylindre supérieur dont la cavité inférieure est reliée à une canalisation d'eau sous pression, d'air comprimé ou de vapeur.

Un mécanisme d'arrêt automatique, permet de ne faire fonctionner les lames mobiles qu'au moment voulu, lorsque les pièces à couper sont convenablement disposées. Cette machine permet de couper des fers en I de 12 à 60 centimètres.

\*  
\*  
\*

Pour couper des feuilles métalliques minces de grande longueur, ou encore pour découper des plaques circulaires de différents rayons, on utilise fréquemment un tout autre système de cisaille, dite cisaille circulaire, et composée de deux lames coupantes circulaires tournant en sens inverse.

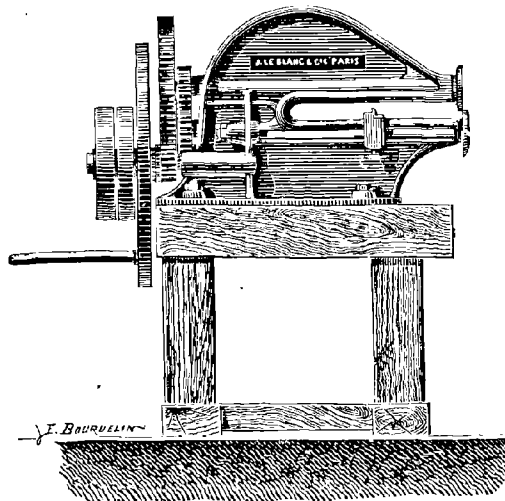


Fig. 851. — Cisaille circulaire de J. Le Blanc.

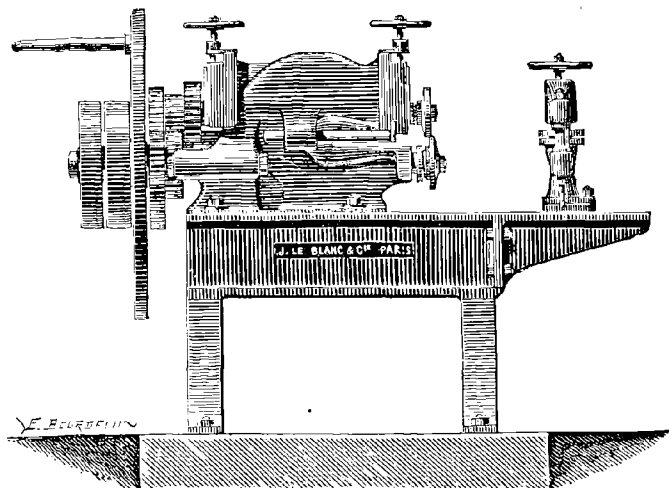


Fig. 852. — Cisaille circulaire avec guide pour couper en rond.

La figure 850 représente un petit modèle de cisaille circulaire à main, des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Cet appareil est constitué, comme on le voit, d'un bâti recevant deux arbres parallèles portant à leur extrémité deux lames coupantes circulaires, empiétant légèrement l'une sur l'autre; ces arbres reçoivent un mouvement de rotation en sens inverse, par une manivelle et une série d'engrenages droits; un guide peut se déplacer sur le bâti entre les deux arbres, pour permettre de couper avec précision des bandes de métal de largeurs variables.

Si on désire au contraire, tailler des disques, il est nécessaire d'adjoindre à l'appareil A un guide à couper en rond B; ce guide est constitué d'un bâti en col de cygne en fonte, dont l'extrémité reçoit un pointeau mû par un petit volant et permettant de fixer par le centre la feuille de métal qu'on désire arrondir; comme on le conçoit facilement, cette feuille fixée par son centre est ensuite débitée sur son pourtour, suivant un cercle ayant pour rayon la distance du pointeau aux lames circulaires coupantes.

Pour permettre d'obtenir des cercles de diamètres différents, le guide à couper en rond peut se déplacer sur une glissière horizontale, sur laquelle il peut être solidement fixé, à un endroit quelconque, à l'aide d'une vis; ce déplacement s'effectue facilement et avec précision, à l'aide d'un

volant agissant par un pignon sur une crémaillère taillée dans la partie inférieure du bâti en col de cygne.

Cette petite cisaille circulaire à main se construit en plusieurs tailles, dont la plus grande permet de découper des tôles de 2 millimètres d'épaisseur au maximum.

\*  
\*  
\*

Notre figure 851 représente une cisaille circulaire analogue, mais de plus grandes dimensions, de M. Le Blanc ; cet appareil monté sur banc en bois, peut être commandé à la main par un volant à manivelle, ou au moteur par deux poulies folle et fixe.

La figure 852 représente un appareil analogue, monté sur une table en fonte avec un guide à couper en rond. Cette machine peut couper des tôles jusqu'à 6 millimètres d'épaisseur ; avec l'appareil à couper en rond, il peut tailler des disques de 1<sup>m</sup>,20 de diamètre au maximum.

**Les poinçonneuses.** — Les machines à poinçonner sont destinées à percer rapidement des trous, dans des lames de métal d'épaisseur relativement faible, en agissant comme un emporte-pièce. Elles sont composées d'un poinçon mobile, pouvant recevoir un déplacement vertical par un système quelconque, et d'une matrice fixe placée au-dessous et présentant un trou d'un diamètre très légèrement supérieur à celui du poinçon, de telle sorte que ce dernier puisse y pénétrer facilement mais sans jeu.

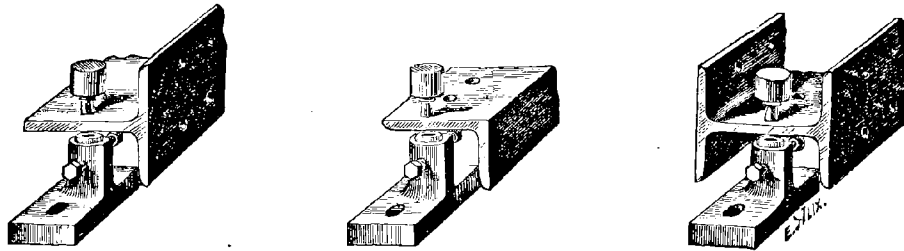


Fig. 853. — Poinçonnage de fers profilés.

La pièce à perforer est placée entre la matrice et le poinçon (fig. 853), puis on provoque le déplacement de ce dernier qui refoule dans le trou de la matrice le petit cylindre de métal qui s'opposait à sa pénétration dans ce trou. Cette opération est faite avec une grande rapidité, rapidité de beaucoup supérieure à celle qu'on peut obtenir avec les machines à percer ; on peut ainsi économiser un temps considérable lorsqu'on doit percer un grand nombre de trous dans des pièces minces.

Il est vrai de dire que ces trous sont percés avec bien moins de précision qu'avec le foret, aussi ne peut-on utiliser les poinçonneuses pour les travaux soignés et de précision. On les emploie surtout pour les fers profilés destinés à la construction, et pour les fers et les tôles devant être assemblés par des boulons ou des rivets.

\*  
\*  
\*

Les poinçonneuses les plus simples, destinées à être actionnées à la main et à être facilement transportées dans les chantiers de construction, sont ordinairement commandées par un long levier comme les cisailles à main que nous avons décrites plus haut.

Telle est la machine à poinçonner représentée par la figure 854 ; cet appareil est constitué par un bâti creux portant à sa partie supérieure un arbre agissant par un excentrique sur la coulisse porte-poinçon ; cet arbre est commandé par un long levier qui peut être encore allongé, pour

permettre de faire fonctionner l'appareil avec moins d'effort, à l'aide d'une tige figurée sur le côté et venant s'emboîter exactement dans l'extrémité du levier creusée à cet effet.

Cet appareil permet de poinçonner des trous de 15 millimètres de diamètre au maximum dans une épaisseur maximum de 10 millimètres.

\*  
\*  
\*

Il existe un grand nombre de poinçonneuses de modèle analogue ne variant entre elles que par des dispositifs accessoires ; c'est ainsi que lorsqu'on doit percer, dans leur partie centrale, des tôles d'assez grande surface, il est nécessaire d'employer des poinçonneuses dont le bâti présente un creux suffisant pour pouvoir amener les endroits voulus sous le poinçon.

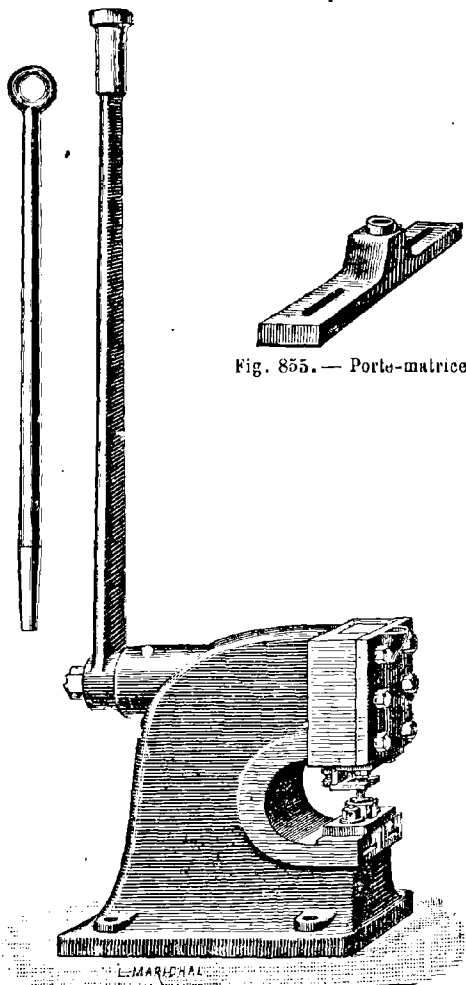


Fig. 854. — Machine à poinçonner à levier.

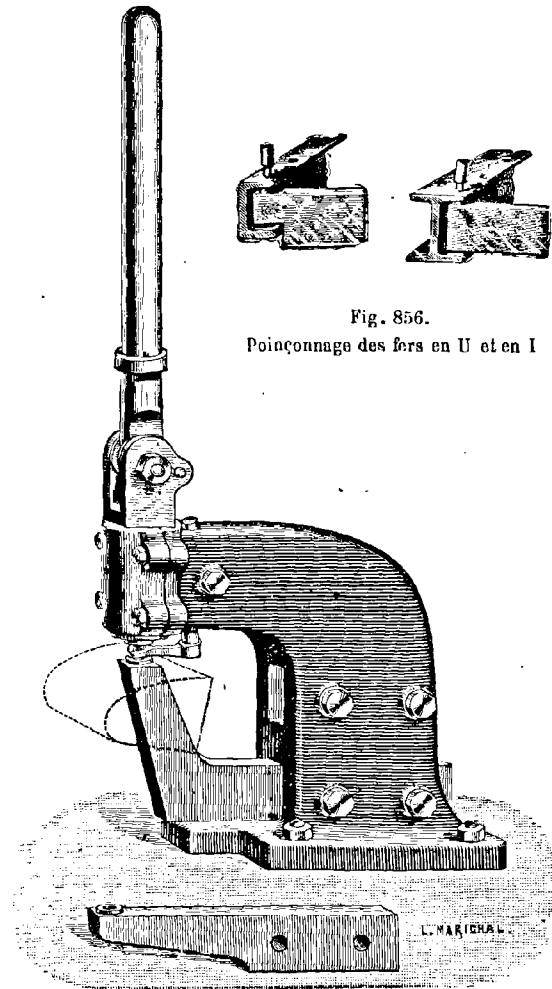


Fig. 857. — Poinçonneuse munie de deux porte-matrices.

Pour pouvoir poinçonner facilement certaines pièces, il est également utile de donner à la pièce porte-matrice (fig. 855) une forme appropriée ; c'est ainsi que pour perforer le dessus des fers en double T ou le côté des fers en U, il est indispensable, comme l'indique la figure 856, que la pièce porte-matrice puisse pénétrer sous l'endroit à percer.

La machine à poinçonner de la figure 857 est munie à cet effet de deux porte-matrices

mobiles en fer forgé, l'une pour les pièces de tôlerie, augets, cercles, etc. L'autre pour les fers et tôles de toutes sortes.

Ces deux porte-matrices se placent dans l'une ou l'autre des deux cavités carrées ménagées à cet effet dans le bâti, comme l'indique clairement notre gravure ; elles y sont solidement fixées à l'aide de boulons passant dans des trous ménagés spécialement.

Cette poinçonneuse est munie d'un levier tournant permettant de prendre la position la plus commode pour effectuer la pression nécessaire sur son extrémité. Cette machine permet de poinçonner des trous de 8 millimètres de diamètre dans des épaisseurs de 5 millimètres.

\*  
\*  
\*

La figure 858 représente également une poinçonneuse d'une forme particulière, munie de deux longs leviers permettant à deux hommes d'agir en même temps sur l'appareil, ce qui augmente considérablement sa puissance.

Ces machines peuvent recevoir, comme l'indique la figure 859, des lames coupantes à la place du poinçon, pour être utilisées comme machine à cisailer ; notre gravure représente l'appareil muni de lames pour cisailer des fers cornières de 6 centimètres de côté.

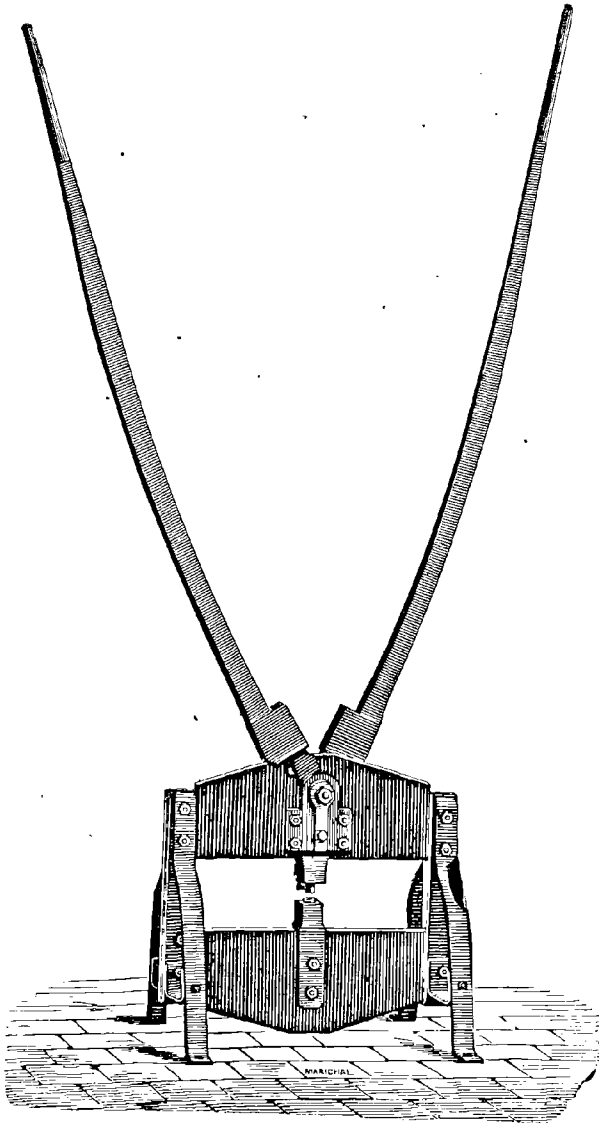


Fig. 858. — Poinçonneuse portable à deux leviers.

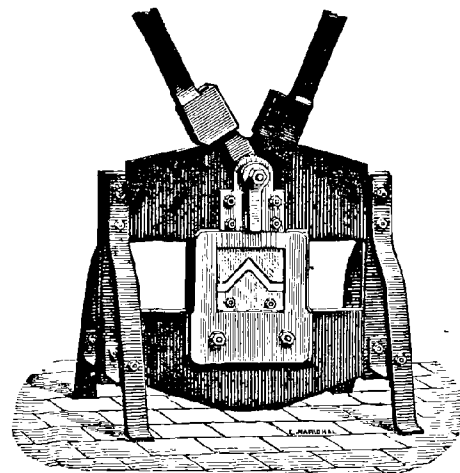


Fig. 859. — Poinçonneuse transformée en cisaille.

Comme poinçonneuse, il peut perforer des trous de 22 millimètres de diamètre dans des épaisseurs de 15 millimètres.

\*  
\*  
\*

On construit également des poinçonneuses portatives à main qui, au lieu d'être manœuvrées par de longs leviers, le sont au moyen de vis agissant sur des leviers de petite longueur, ce qui rend



l'appareil moins encombrant ; tel est la poinçonneuse, système Duplex, représentée par la figure 860 et construite, comme toutes celles que nous venons de citer, par la maison Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

L'appareil représenté par notre gravure est spécialement établi pour poinçonner des rails, comme le montre clairement l'ouverture particulière qu'il possède ; mais il est évident qu'il peut être disposé pour percer toutes les autres espèces de fers profilés.

Il se compose d'un bâti léger en acier fondu, portant à sa partie supérieure un double levier dont les deux branches peuvent se rapprocher sous l'action d'une vis à deux filets dirigés en sens inverse, laquelle est manœuvrée par une longue tige passant dans sa tête.

Ce mouvement des leviers provoque le déplacement voulu du poinçon pénétrant dans sa matrice. Cette machine de grande puissance, sous un faible volume et un faible poids, permet de poinçonner des trous de 32 millimètres de diamètre dans des fers de 13 millimètres d'épaisseur.

On construit également des petites poinçonneuses, pour chaudronniers et charpentiers en fer, simplement constituées par un petit bâti en U dont l'une des branches forme porte-matrice, et dont l'autre reçoit une vis mue par une tige ou par un cliquet et qui porte à son extrémité le poinçon.

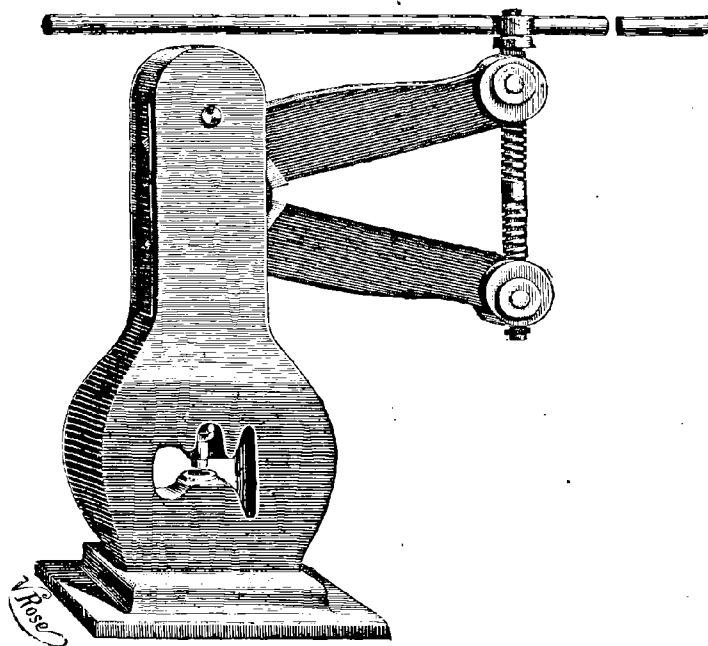


Fig. 860. — Poinçonneuse portative en acier pour rails système Duplex.

\*  
\* \* \*

Quant aux poinçonneuses actionnées au moteur, elles sont constituées, comme les cisailles décrites plus haut, d'un bâti portant un arbre à excentrique commandant le porte-poinçon ; cet arbre est actionné lui-même par une grande roue dentée engrenant avec un petit pignon calé sur un premier arbre qui reçoit également le volant régulateur et les poulies folle et fixe.

Telle est la machine à poinçonner de M. Huré, représentée par la figure 861. Cette poinçonneuse fonctionne à volonté à bras ou au moteur. L'arbre, la bague d'excentrique et le coin d'embrayage sont en acier trempé.

Le porte-poinçon et le porte-matrice sont pourvus d'un tourillon servant à les centrer instantanément. Pour transformer la machine en cisaille, des porte-lames se placent transversalement pour couper les tôles, ou obliquement pour couper des barres ; ils ont aussi un tourillon de centrage et peuvent se substituer au porte-poinçon et au porte-matrice en peu d'instant.

Ces machines se font avec table large, pour recevoir la cisaille ou les outils à découper ; ou bien avec table étroite, pour poinçonner les tubulures, les cornières, fonds de chaudières, etc.

\*  
\*\*

M. Huré construit également une poinçonneuse représentée, vue de l'un et l'autre côté, dans deux positions différentes, par nos figures 862 et 863. Cette machine est commandée par deux poulies, l'une folle l'autre fixe, dont l'arbre porté un volant régularisant le mouvement, et une vis sans fin qui engrène avec une roue de vis sans fin calée sur l'arbre portant l'excentrique qui actionne le porte-poinçon.

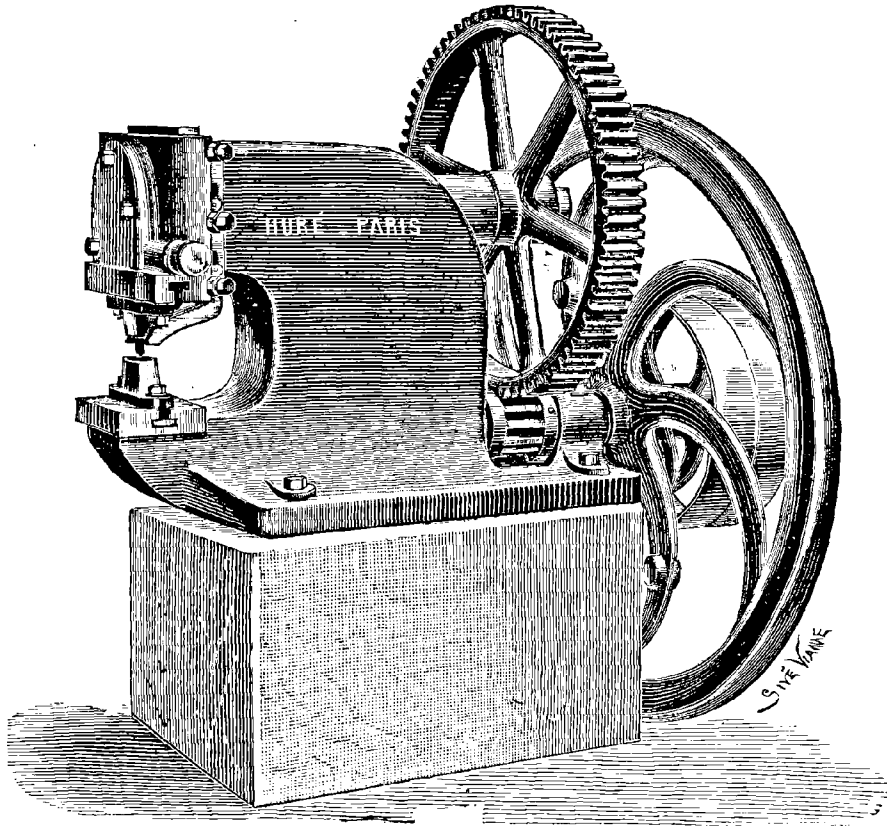


Fig. 861. — Machine à poinçonner de M. Huré.

Cette poinçonneuse se distingue de celles construites jusqu'à ce jour, par le bâti qui, au lieu d'être fixe, peut se déplacer suivant un plan vertical passant par l'axe du poinçon, de sorte que ledit poinçon peut occuper dans ce plan toutes les positions exigées par la forme et les dimensions des pièces à travailler, cela sans changer ni la longueur, ni la position de la courroie. Cette disposition permet de poinçonner avec facilité de grandes pièces, telles que réservoirs, cornières cintrées, etc., sans qu'il soit nécessaire de faire de fosse devant la machine, puisque le poinçon peut toujours être placé normalement à la surface à percer.

Dans les plus petits modèles de cette machine, l'arbre à excentrique, la bague, le coin d'embrayage et la vis sans fin sont en acier trempé. Le porte-poinçon et le porte-matrice, en fer forgé, sont pourvus d'un tourillon permettant de les centrer instantanément. Dans les plus grands modèles le bâti et la tête mobile sont en acier coulé; l'arbre, la bague d'excentrique et le coin d'embrayage sont en acier, trempés et rectifiés. La roue de vis sans fin est en bronze; la vis sans fin en acier tourne dans des douilles en bronze phosphoreux; elle est pourvue d'une butée à crapaudine en acier fondu, réglable en cas d'usure.

La table qui reçoit le porte-matrice est disposée pour poinçonner les fonds de chaudières, les fers en U, en I, les cornières de petites et grandes dimensions. Le porte-matrice peut être modifié à la demande des travaux.

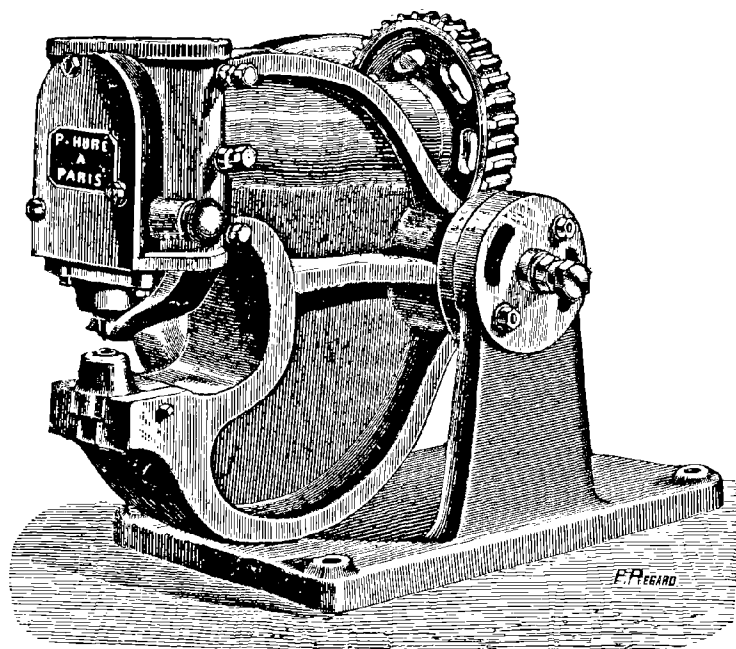


Fig. 862.  
Poinçonneuse à bâti mobile de M. Huré disposée verticalement.

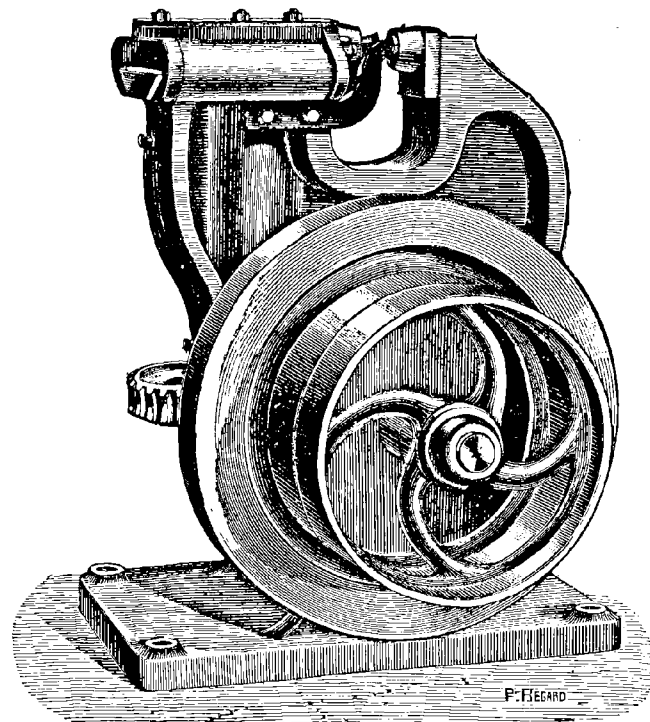


Fig. 863.  
Poinçonneuse à bâti mobile de M. Huré disposée horizontalement.

\*  
\* \*

M. Dard construit des poinçonneuses semblables, comme forme et disposition mécanique, à ses cisailles que nous avons décrites plus haut (fig. 844), et munies du système de déclenchement automatique que nous avons signalé et que nous allons maintenant décrire en détail.

Dans l'emploi de la machine à poinçonner pour la grosse chaudronnerie et la charpente en fer, il est nécessaire, pour obtenir un bon rendement de l'outil, que le poinçon soit constamment débrayé, c'est-à-dire qu'il ne produise son travail qu'à volonté, afin que l'ouvrier ait toujours le temps de placer convenablement la pièce à poinçonner, et cela avec facilité et rapidité, tout en assurant par-dessus tout une grande sécurité à l'enclenchement du poinçon. Ce résultat est obtenu, dans les poinçonneuses Dard, par le système de déclenchement automatique représenté en différentes positions par notre figure 864.

Dans la figure 1, le poinçon en haut de la course est déclenché. Le coin D se trouve placé et maintenu en dehors du coulisseau porte-poinçon C par le levier du contrepoids J et le levier G, tout en laissant complètement libre l'action des bielles sur le coulisseau. Ce coin ne pourra donc pas subir la pression que doit lui communiquer le coussinet B dans son mouvement de descente (fig. 4), par conséquent le poinçon n'agira pas, mais viendra simplement reposer sur la pièce à poinçonner; c'est le tour suivant de l'excentrique qui poinçonnera si l'on enclenche le coin D au moyen du levier à poignée F (fig. 2).

Sur le levier G qui commande le coin, on a ménagé une coulisse qui permet au porte-poinçon C de faire son mouvement sans rien changer à la position du coin D, enclenché ou déclenché; sur ce

même levier G, mais vers l'œil, une autre coulisse a été faite pour que la manœuvre du coulisseau C par le levier à contrepoids J et les bielles I, soit indépendante de celle du coin. Cette coulisse de l'œil est disposée de telle sorte que le déclenchement du coin se fait automatiquement après chaque action du poinçon.

Les bielles à talon I placées de chaque côté du coulisseau C servent à le soulever au moyen du levier à contrepoids J en agissant sur le levier à poignée F, ce qui permet d'opérer sans effort le déplacement de la pièce à poinçonner.

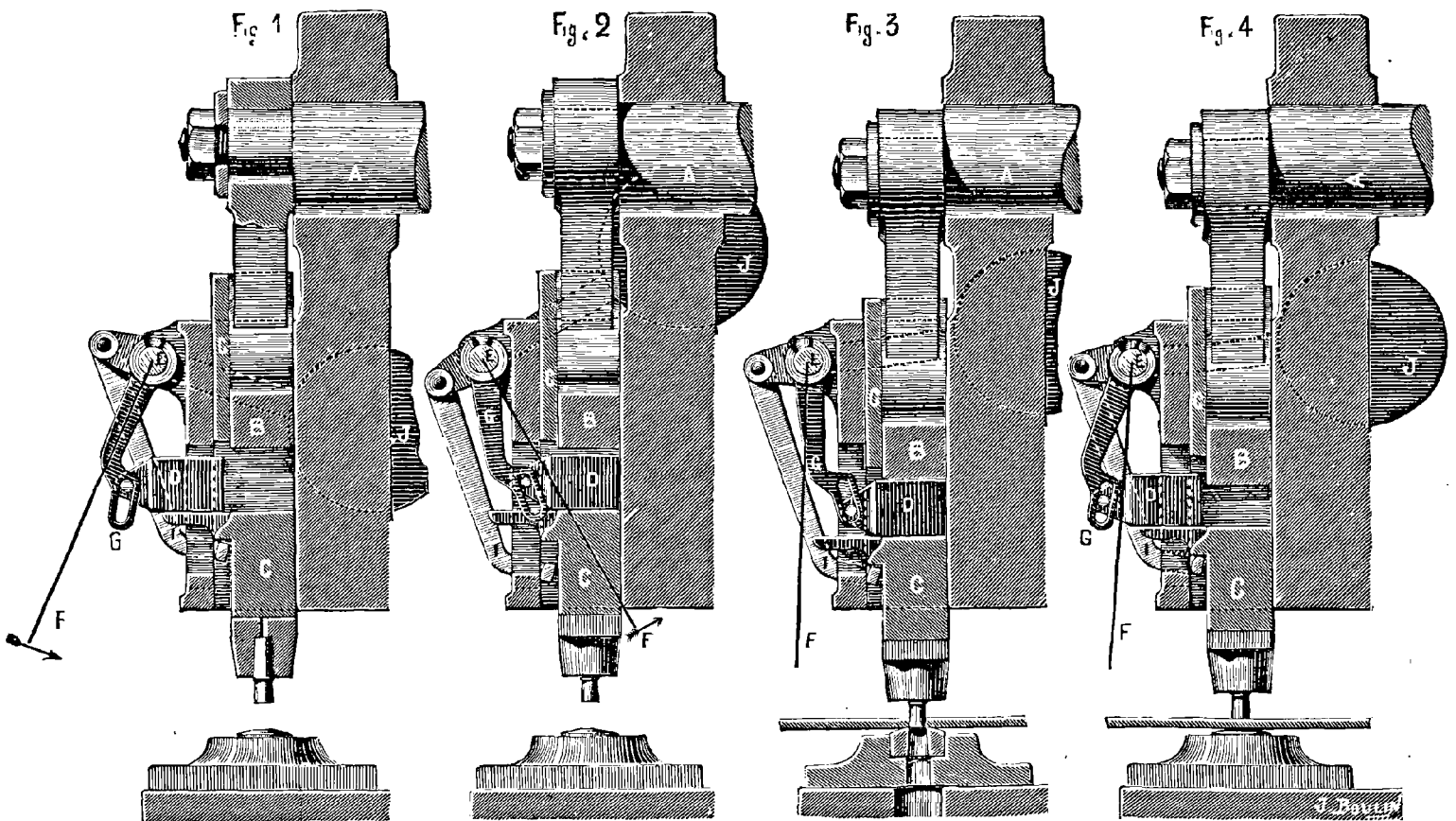


Fig. 864. — Système de déclenchement automatique des poinçonneuses-cisailles de M. L. Dard.

Immédiatement après l'action du poinçon (fig. 3) le coulisseau commence à s'élever par le mouvement de l'excentrique, le coin deviendra libre par suite du jeu laissé entre lui et le coussinet, aussitôt le contrepoids agira et le levier du coin ramènera celui-ci en dehors du coulisseau (fig. 1 et 4), l'ascension du poinçon continuera dans ces conditions.

Le levier qui permet de manœuvrer le coin ou le coulisseau est solidaire de l'arbre, ainsi que les petits leviers des bielles et le levier à contrepoids, tandis que le levier G n'est entraîné que pendant une partie de la rotation de cet arbre de manœuvre.

Lorsque l'on doit faire un poinçonnage équidistant, il faut employer un guide placé sur la table de la machine et mettre le levier à contrepoids dans une position diamétralement opposée à celle qu'il occupe sur les figures; de ce fait, on supprime le déclenchement du poinçon et la ma-

chine donne un travail régulier, puisque le guide permet de placer toujours convenablement la pièce à poinçonner avant le retour du poinçon.

\*\*

Dans la poinçonneuse de la Hilles et Jones Company, représentée par la figure 865, le déclenchement automatique de l'outil est commandé par une pédale équilibrée par un contrepoids et agissant sur une série de leviers visibles sur le devant de notre gravure.

Lorsque la pédale est soulevée, le poinçon ne fonctionne pas; mais il entre en action dès que l'ouvrier opère avec le pied une pression sur la pédale: tant que la pédale reste ainsi déprimée, l'outil fonctionne d'une façon continue, mais il peut être arrêté en un point quelconque de sa course en abandonnant la pédale.

La commande de cette machine est effectuée par deux poulies, folle et fixe, calées sur un arbre perpendiculaire à l'arbre porte-excentrique et commandant l'arbre intermédiaire par des engrenages d'angle noyés dans l'huile; cet arbre, portant le volant qui régularise le mouvement, actionne à son tour, par un pignon engageant avec une grande roue dentée, l'arbre principale qui porte l'excentrique de commande du poinçon.

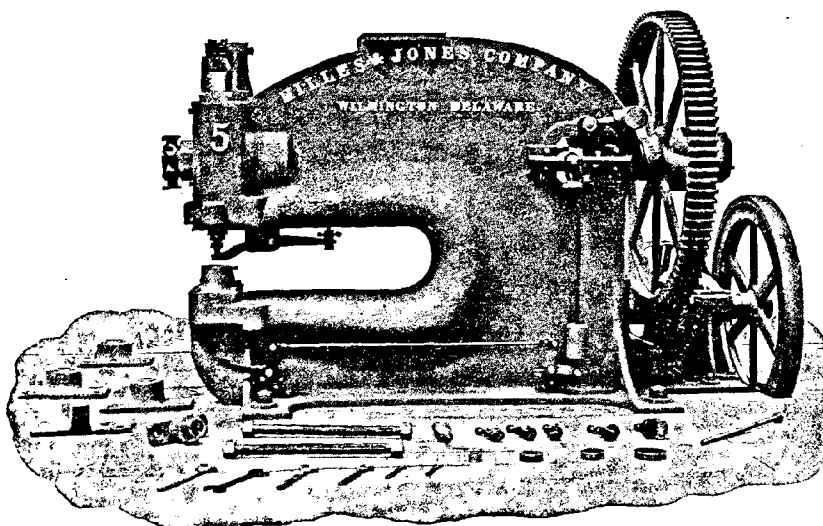


Fig. 865. — Poinçonneuse de la Hilles et Jones Company.

\*\*

Nous avons vu plus haut, à propos des cisailles, l'avantage qu'il y a à commander les puissantes machines à cisailer ou à poinçonner directement par moteur séparé, afin d'empêcher que les chocs produits par leur fonctionnement ne se répercutent fâcheusement dans la transmission générale de l'usine.

C'est pour atténuer ces chocs que toutes les cisailles ou poinçonneuses sont munies de volants qui, grâce à leur force d'inertie, emmagasinent une certaine somme d'énergie qu'ils restituent au moment du travail de l'outil; mais si cela suffit pour les petites machines, c'est très insuffisant pour les machines importantes.

C'est pour cela que ces machines reçoivent fréquemment un moteur spécial les commandant directement; tel est le cas de la grande poinçonneuse de la Hilles et Jones Company représentée par la figure 866; cette machine, analogue comme disposition à la précédente, reçoit sur le côté de son bâti une machine à vapeur verticale dont l'arbre horizontal, muni d'un lourd volant, commande par un pignon la grande roue dentée calée sur l'arbre portant l'excentrique de commande du poinçon.

Cette machine est également munie, comme la précédente, d'un déclenchement à pédale permettant de ne mettre le poinçon en fonction que lorsque la pièce à perforer se trouve bien en place; ce déclenchement à pédale n'est pas visible sur notre gravure parce qu'il est situé sur le côté opposé du bâti et par conséquent masqué par celui-ci.

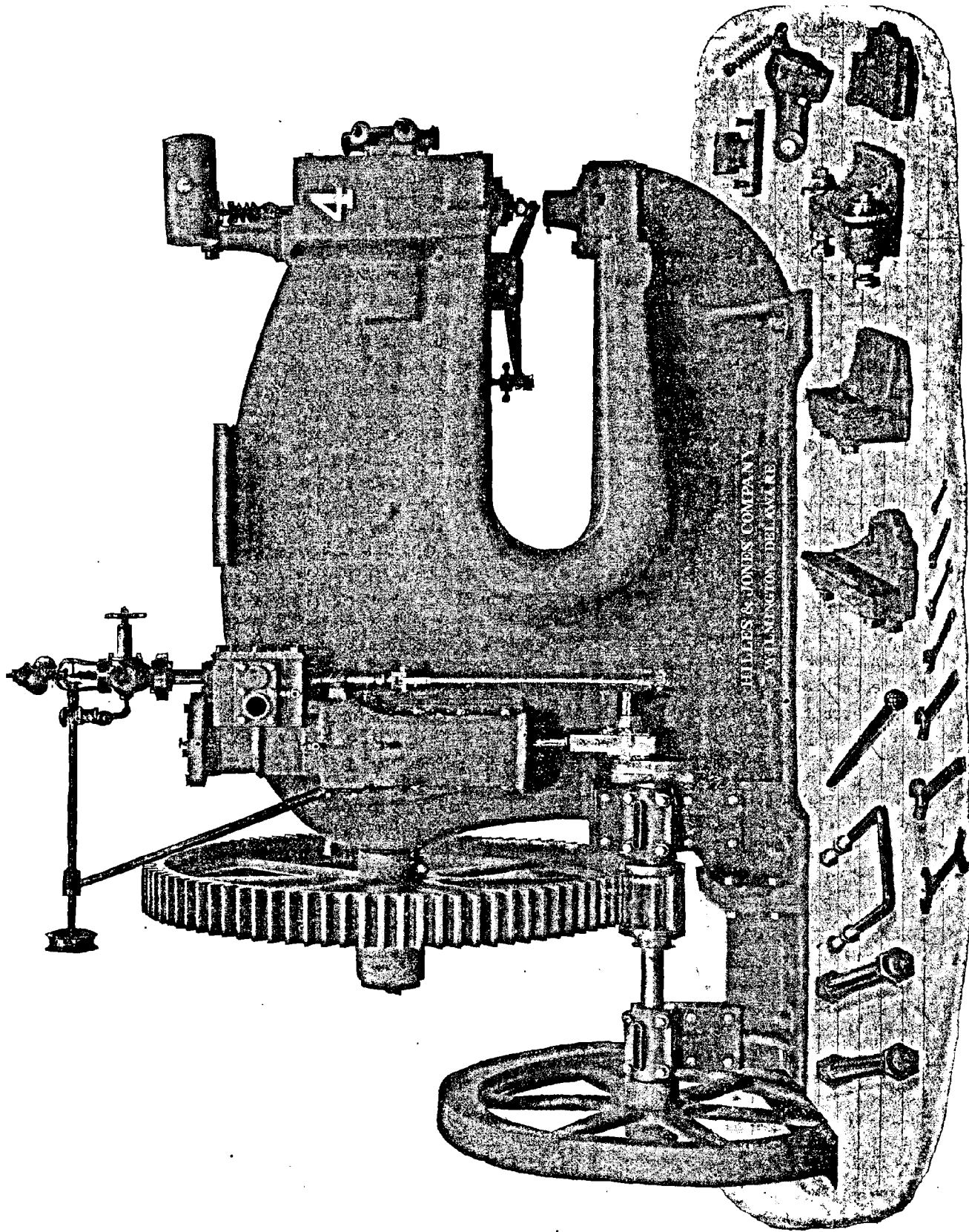


Fig. 866. — Grande machine à pomper de la Hilles et Jones Company directement actionnée par une machine à vapeur fixée sur son bâti.

Dans ces machines le poinçon et sa matrice peuvent facilement et rapidement être remplacés par des lames coupantes transformant l'appareil en cisaille; sur notre gravure, on voit ces lames et leur support sur le devant au pied du bâti.

La machine à vapeur qui actionne directement ces machines peut naturellement être remplacée par un moteur quelconque, les moteurs électriques donnent, par exemple, d'excellents résultats et sont tout indiqués dans les usines possédant une distribution d'énergie électrique.

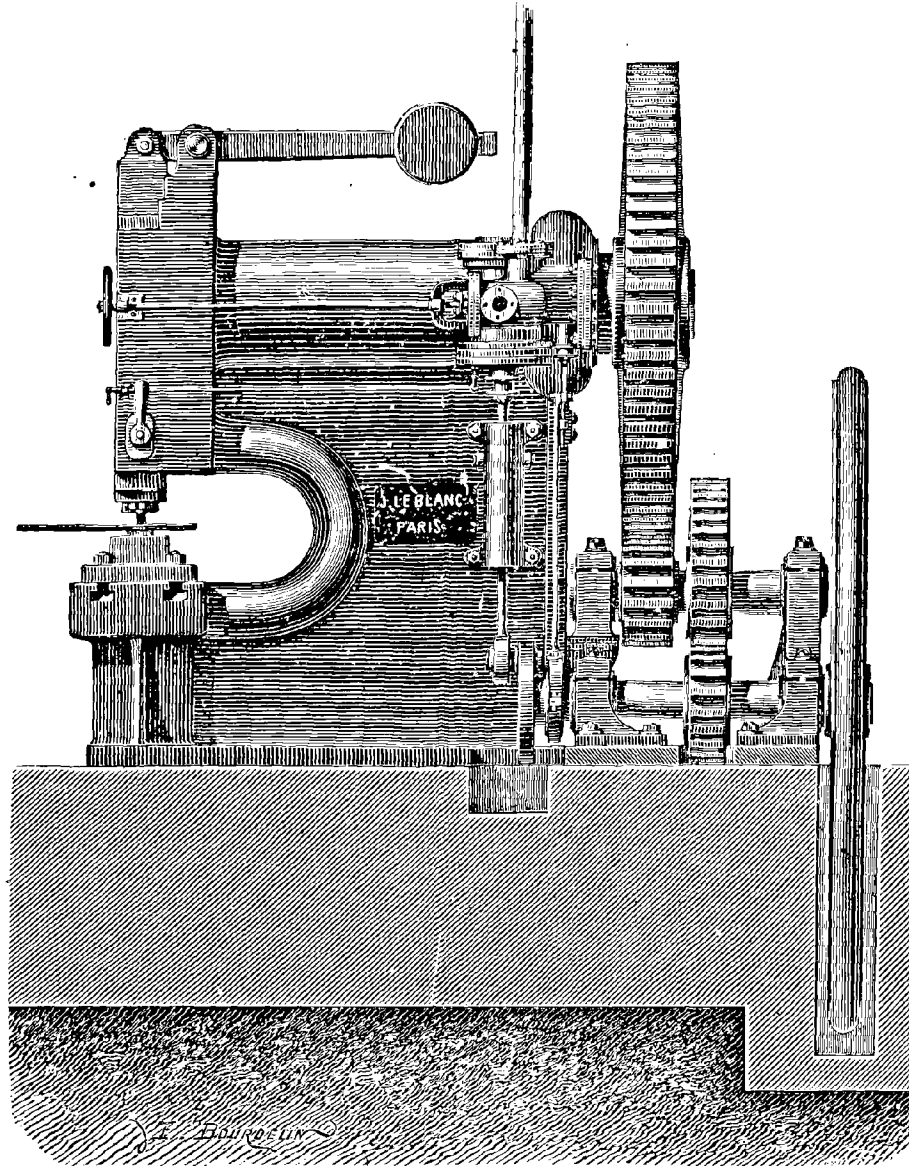


Fig. 867. — Poinçonneuse à vapeur de M. Le Blanc.

Notre figure 867 représente encore une grande poinçonneuse directement actionnée par une machine à vapeur disposée sur le côté du bâti; l'arbre de cette machine commande, par pignon et



roue dentée, un arbre intermédiaire qui actionne lui-même, également par pignon et roue dentée, l'arbre de l'excentrique qui commande le poinçon. Ce poinçon est équilibré par un levier placé à la partie supérieure et portant un contrepoids.

Cette machine construite par M. Le Blanc, permet de poinçonner des trous de 3 centimètres dans des pièces épaisses également de 3 centimètres. En remplaçant le poinçon et sa matrice par des lames coupantes, elle peut cisailer des fers de 20 centimètres de longueur sur 3 centimètres d'épaisseur.

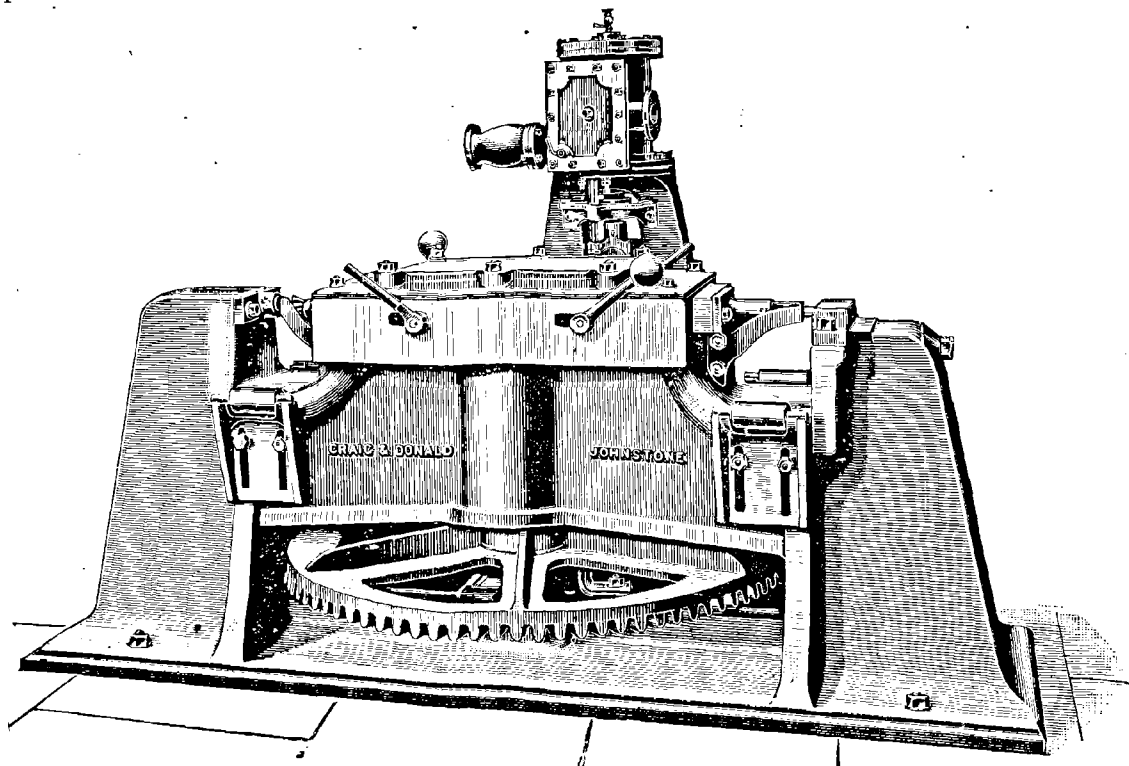


Fig. 868. — Poinçonneuse horizontale double de M. Lucas actionnée directement par une machine à vapeur.

\*  
\*  
\*

On dispose quelquefois les poinçonneuses horizontalement, comme l'indique la figure 868 ; cette machine horizontale double est actionnée directement par un moteur à vapeur vertical, genre pilon, disposé à côté du bâti sur le même socle ; ce moteur commande l'arbre à excentrique disposé verticalement par un pignon d'angle engrenant avec une grande roue dentée d'angle placée à la partie inférieure.

A chaque extrémité du bâti se trouve un poinçon porté par la même coulisse actionnée par l'excentrique ; chaque poinçon peut être déclenché séparément par un levier à contrepoids. Sous les poinçons des rouleaux à hauteur variable facilitent le déplacement des fers devant les poinçons et leur mise en place pour le poinçonnement.

Le porte-matrice de droite est disposé spécialement pour permettre de poinçonner les fers en double T ou en U. Cette machine permet de perforer des trous de 32 millimètres de diamètre dans des épaisseurs de 32 millimètres.



\*  
\* \*

Dans les travaux de chaudronnerie et pour la construction des navires, on est fréquemment amené à poinçonner des cylindres qui ne peuvent guère se placer devant le poinçon des machines ordinaires ; il est alors nécessaire de construire des machines spécialement disposées pour ce genre de travail.

Telle est la machine à poinçonner spéciale, pour chaudronniers et constructeurs de navires, représentée par la figure 869 et construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Cette machine, commandée à bras par une manivelle fixée sur l'une des branches du volant, ou au moteur

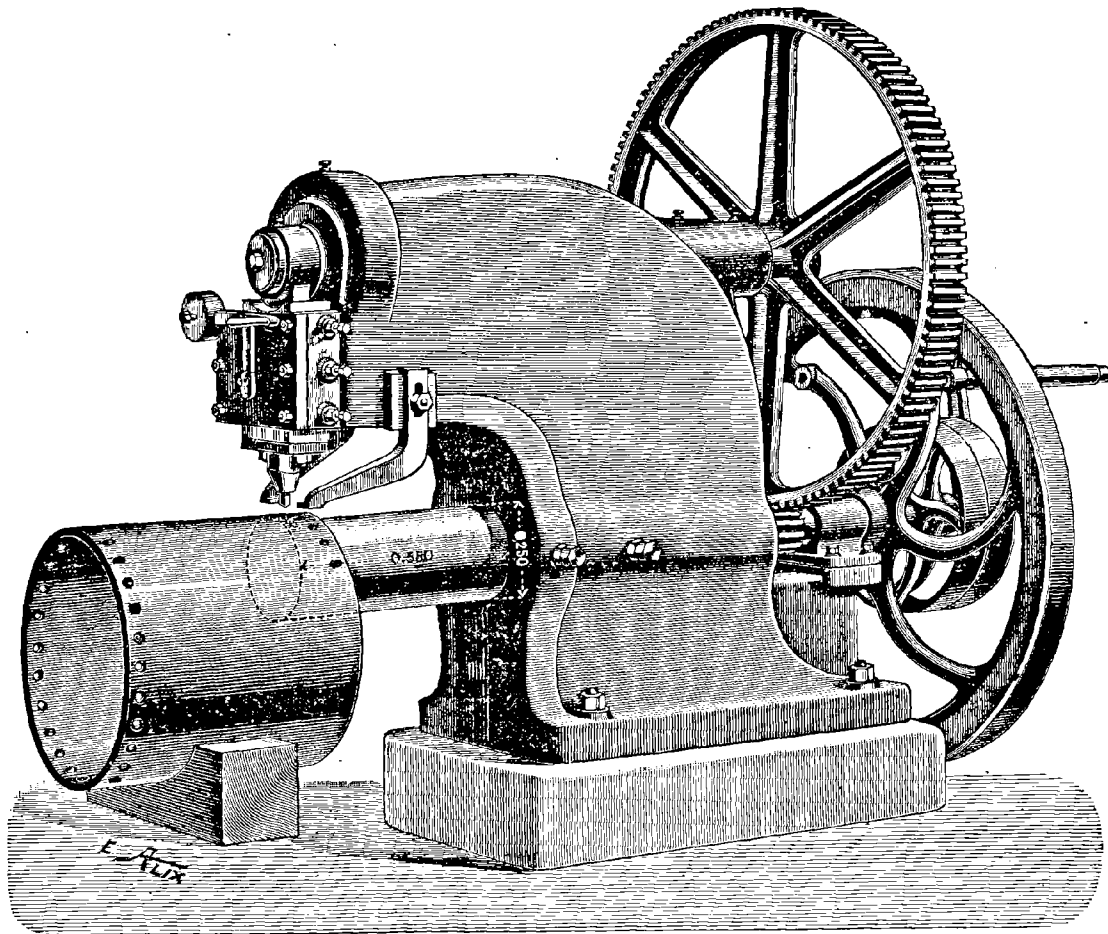


Fig. 869. — Machine à poinçonner pour chaudronniers de la société Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

par poulies, fixe et folle, ne diffère des autres machines ordinaires que par la disposition particulière du porte-matrice.

Celui-ci est constitué par une grosse tige en acier qui peut être solidement fixée par deux boulons dans une cavité circulaire réservée dans le bâti à cet effet ; cette tige porte-matrice permet, comme le montre la gravure, de disposer facilement sous le poinçon des objets cylindriques quelconques. Elle peut facilement être retirée. Un petit levier à contrepoids placé sur le devant permet de déclencher à volonté l'outil.

\*  
\*\*

On utilise parfois, pour provoquer la grande pression nécessaire à la pénétration du poinçon dans le métal, la pression hydraulique agissant sur un piston de grand diamètre. C'est ainsi que la figure 870 représente une machine à poinçonner hydraulique de M. Lucas.

Elle est constituée par un bâti en U pouvant être suspendu par une chaîne pour être amené à l'endroit voulu; ce bâti porte à sa partie supérieure un large cylindre contenant le piston portant le poinçon à l'extrémité de sa tige et recevant la pression de l'eau sur sa face supérieure.

Avec une pression hydraulique de 150 kilogrammes par centimètre carré cet appareil peut poinçonner 25 millimètres d'épaisseur sur 25 millimètres de diamètre.

\*  
\*\*

Pour certains travaux, il est nécessaire de percer une série de trous équidistants dans une même feuille métallique; pour effectuer rapidement et économiquement cette perforation, on construit des machines à poinçonner multiples, portant une quantité plus ou moins grande de poinçons agissant en même temps.

Telle est la poinçonneuse multiple de M. Lucas, représentée par la figure 871 et principalement destinée aux fabricants de coffres-forts, de réservoirs, etc. Cette machine possède un arbre de commande portant deux poulies, folle et fixe, un volant et un pignon denté engrenant avec une grande roue dentée; cette roue dentée est calée sur un arbre qui agit par un puissant excentrique double sur une longue mâchoire portant les poinçons fixés au-dessus de leur matrice. Un volant placé sur le devant permet d'arrêter instantanément le fonctionnement de ces poinçons.

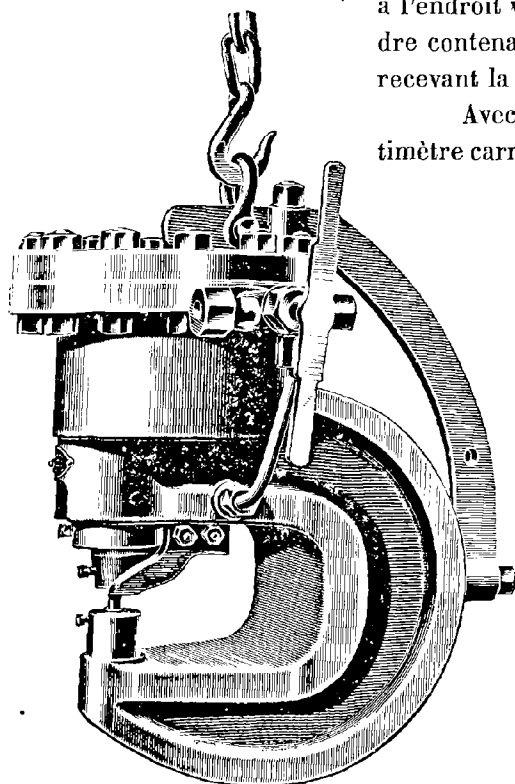


Fig. 870. — Poinçonneuse hydraulique de M. Lucas.

Dans notre gravure, ces poinçons sont au nombre de 17 placés à 38 millimètres les uns des autres et pouvant poinçonner d'un seul coup 17 trous d'un centimètre dans de la tôle de 6 millimètres d'épaisseur.

Cette machine peut également recevoir 24 poinçons distants de 25 millimètres les uns des autres et permettant de poinçonner d'un seul coup 24 trous d'un centimètre de diamètre dans de la tôle de 6 millimètres d'épaisseur. Le nombre et le diamètre de ces poinçons peuvent d'ailleurs varier suivant le genre de travail à effectuer.

\*  
\*\*

Notre gravure 872 représente également une grande poinçonneuse multiple de la Hilles et Jones Company, destinée à percer rapidement les trous de rivets pour l'assemblage des tôles.

L'arbre de commande de cette machine, portant les poulies folle et fixe et le volant, actionne par un double train d'engrenages réducteur de vitesse, l'arbre principal; celui-ci porte deux excentriques qui agissent aux deux extrémités de la mâchoire porte-poinçons.

Cette mâchoire est équilibrée, comme dans la machine de la figure 849, par un piston se

déplaçant dans un cylindre placé à la partie supérieure de l'appareil et dont la partie inférieure se trouve reliée à une canalisation d'air comprimé, d'eau sous pression ou de vapeur.

Les poinçons sont disposés de manière à pouvoir être remplacés séparément très facilement lorsqu'ils sont cassés ou usés.

Sur notre gravure, la poinçonneuse est munie de quarante poinçons, mais, il est évident que leur nombre et leur grosseur peuvent varier suivant le travail à effectuer. On peut aussi remplacer les poinçons et leurs matrices par des lames coupantes pour utiliser la machine comme cisaille.

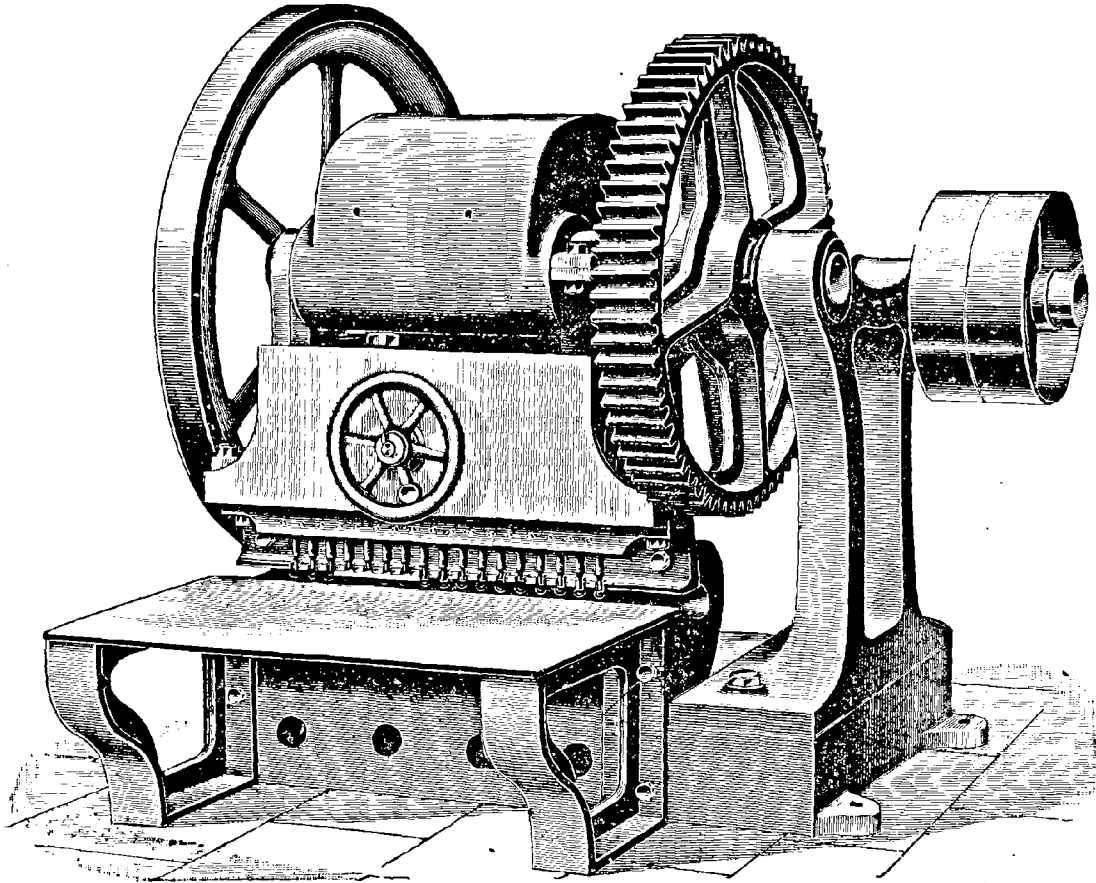


Fig. 871. — Machine à poinçonner multiple de M. Lucas.

Cette machine peut recevoir un mouvement d'avancement automatique entraînant la feuille de métal d'une quantité égale à chaque coup de poinçon ; on peut ainsi perforer une feuille de métal automatiquement, de distance en distance, de rangées de trous régulièrement espacés.

Cette machine peut être actionnée directement par une machine à vapeur ou un moteur électrique disposé sur son bâti.

**Les poinçonneuses-cisailles.** — Nous avons vu dans les pages précédentes, que la plupart des poinçonneuses peuvent se transformer en cisaille par le simple remplacement des outils et qu'il en est de même pour les cisailles qui se changent rapidement en poinçonneuses en remplaçant les lames par un poinçon et sa matrice. Toutefois, quoique facile et rapide, cette transformation entraîne forcément une perte de temps qui devient considérable si la transformation s'effectue fréquemment.

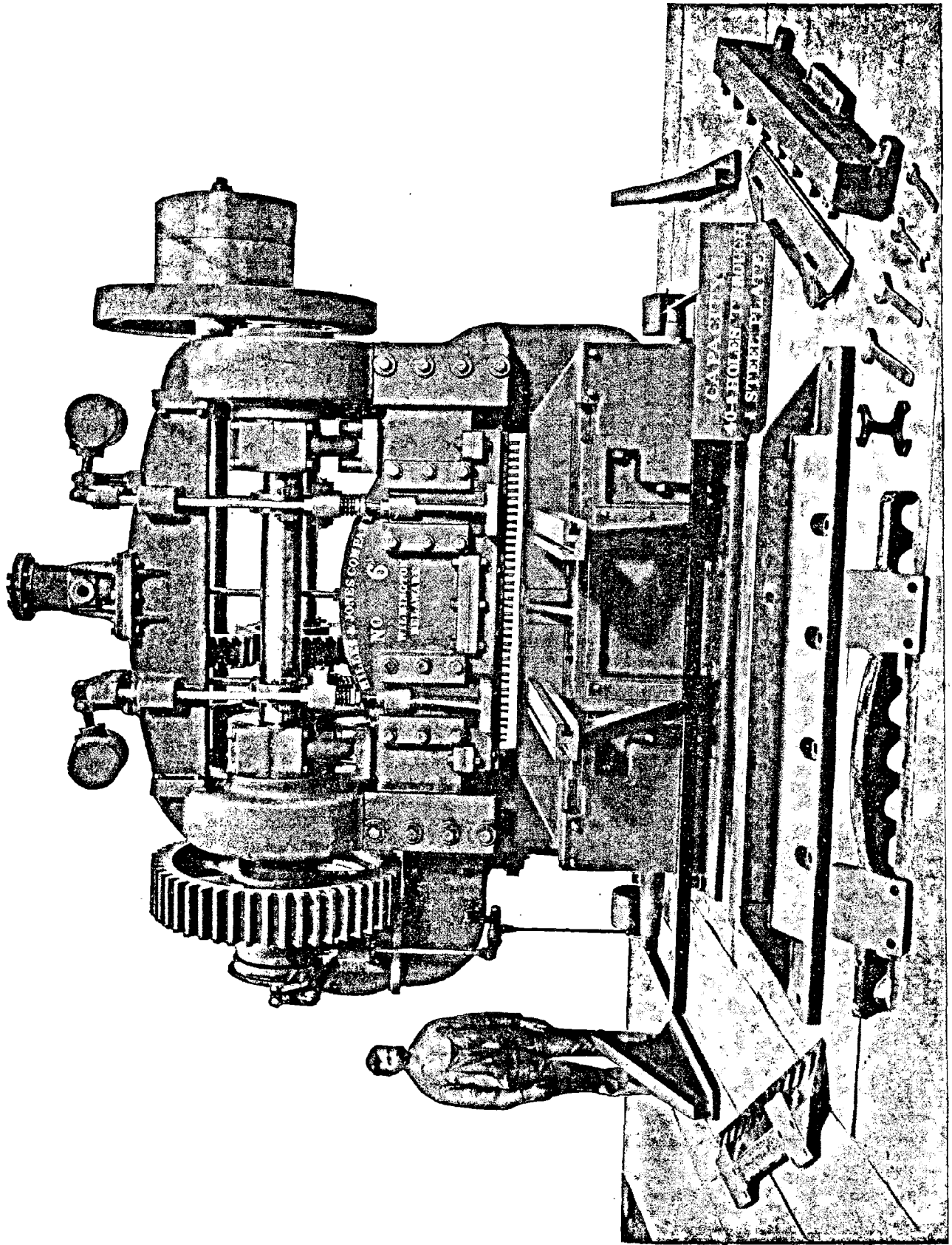


Fig. 872. — Puissante machine à poinçonner multiple de le Hilles et Jones Company.

C'est pour éviter cette perte de temps, tout en permettant au même appareil de remplir les deux usages, qu'on préfère fréquemment réunir sur le même bâti les deux genres d'appareils qui viennent de nous occuper successivement; nous allons donc maintenant, examiner rapidement ces appareils doubles.

La petite poinçonneuse à levier de la figure 873, d'un type analogue à celle décrite plus haut (fig. 854), se trouve ainsi complétée par l'adjonction, sur le côté, d'une cisaille dont la lame coupante fixe est disposée sur un petit bras latéral du bâti et dont la lame mobile est fixée sur le levier lui-même.

La pièce porte-matrice en fer est maintenue par deux boulons dans une cavité spéciale, elle permet de percer des fers en double T et en V sur toutes leurs faces. Cette machine permet de poinçonner des trous d'un centimètre dans des tôles de 7 millimètres d'épaisseur et de cisailer des tôles de cette même épaisseur.

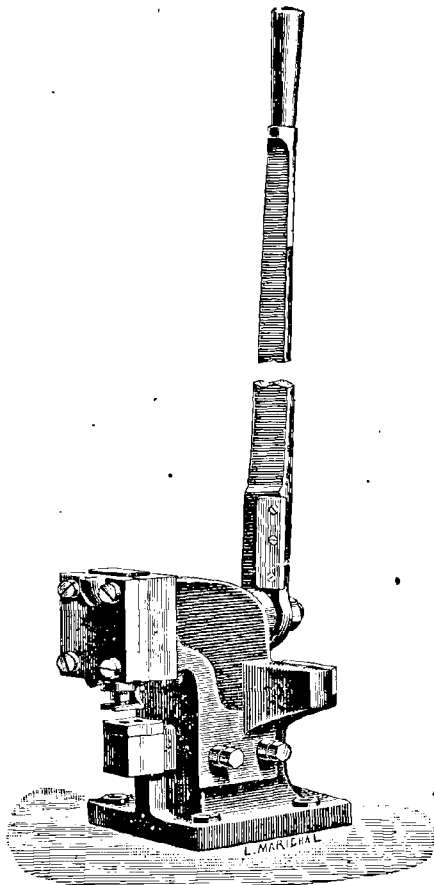


Fig. 873. — Poinçonneuse-cisaille à levier.

Dans d'autres poinçonneuses-cisailles à levier la cisaille est disposée au-dessus du poinçon; cette disposition se ren-

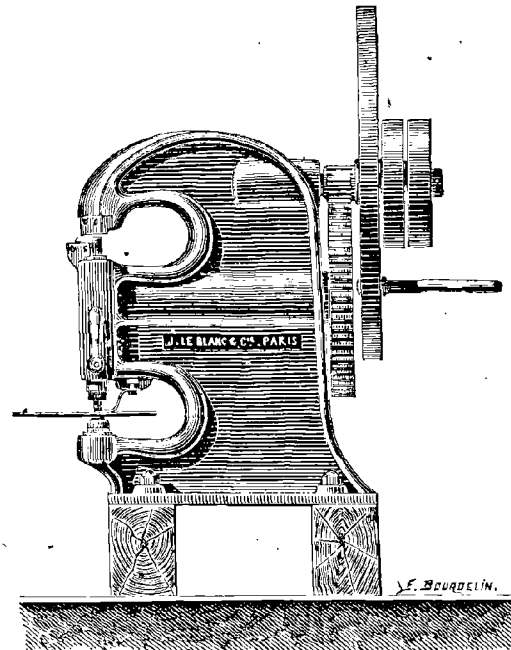


Fig. 874. — Petite cisaille-poinçonneuse de M. Le Blanc.

contre également dans la machine de la figure 874 représentant une petite cisaille-poinçonneuse à bras ou au moteur de M. Le Blanc.

Comme on le voit, la cisaille est placée à la partie supérieure et la poinçonneuse au-dessous; la lame mobile et le poinçon sont d'ailleurs fixés sur la même coulisse mue par l'excentrique calé sur un arbre commandé par roue dentée et pignon; l'arbre de ce pignon porte les poulies fixe et folle et le volant qui peut au besoin recevoir, comme sur la figure, une manivelle pour la marche à la main.

Cet appareil permet de cisailer des fers plats de 14 centimètres de largeur sur 8 millimètres d'épaisseur et de poinçonner, dans des tôles de 15 millimètres, des trous de 8 millimètres.

\* \* \*

Dans la poinçonneuse-cisaille du même constructeur représentée par la figure 875, les deux appareils au lieu d'être superposés, sont disposés de chaque côté du bâti.

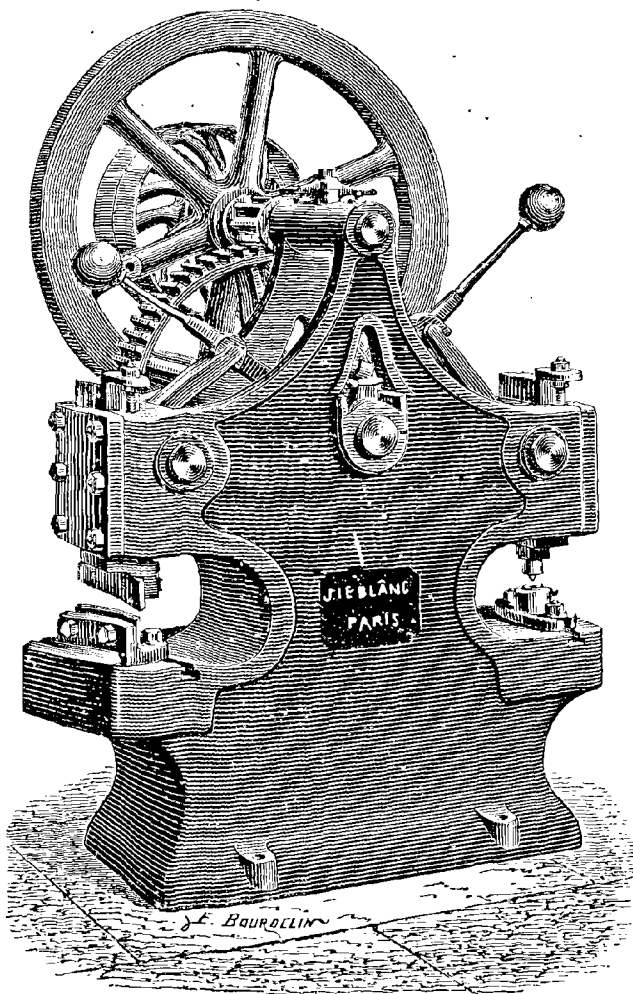


Fig. 875. — Cisaille-poinçonneuse à deux faces de M. Le Blanc.

reçoit lui-même son mouvement, par roue dentée et pignon, d'un premier arbre portant les poulies, fixe et folle, et deux volants placés à chaque extrémité pour régulariser le mouvement.

Les volants sont à cloison, ce qui évite la ventilation; ils sont montés à friction de manière à donner toute sécurité contre leur rupture, ainsi que contre celle du bâti, dans le cas d'arrêt subit par accident. Les porte-outils peuvent être équilibrés et l'arbre de commande peut être muni d'un frein d'arrêt immédiat.

La courroie de commande peut passer de l'une à l'autre des poulies, pour la mise en marche ou l'arrêt, à l'aide d'un débrayage actionné par une barre plate placée à la partie supérieure de l'appareil et pouvant être manœuvrée de chaque extrémité du bâti; de plus, chaque porte-outil

Ces deux appareils sont commandés, au moyen de leviers, par un arbre transversal placé au centre et portant l'excentrique; cet arbre reçoit lui-même son mouvement, par une roue dentée et un pignon, d'un premier arbre placé au-dessus et portant le volant et les poulies fixe et folle.

Le plus grand modèle de cette machine peut cisailer des fers de 25 centimètres de largeur sur 25 millimètres d'épaisseur et poinçonner des trous de 25 millimètres de diamètre sur 30 d'épaisseur.

\* \* \*

Dans la poinçonneuse-cisaille Frey, des Ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, représentée par la figure 876, la poinçonneuse et la cisaille sont encore disposées de chaque côté d'un bâti double; mais un troisième appareil à cisailer les fers ronds, carrés et cornières, est installé au milieu.

De plus, la commande de ces appareils est différente de celle de la précédente machine et l'arbre porte-excentrique au lieu d'être disposé latéralement est placé longitudinalement et actionne chaque appareil par un excentrique différent.

Cet arbre est actionné, par un double train d'engrenages droits réducteur de vitesse, par un arbre intermédiaire; ce dernier

possède un système de déclenchement particulier et indépendant, qui permet de l'arrêter ou de le faire fonctionner à volonté, sans modifier la marche des autres outils; ces trois outils peuvent, par suite, fonctionner ensemble ou séparément.

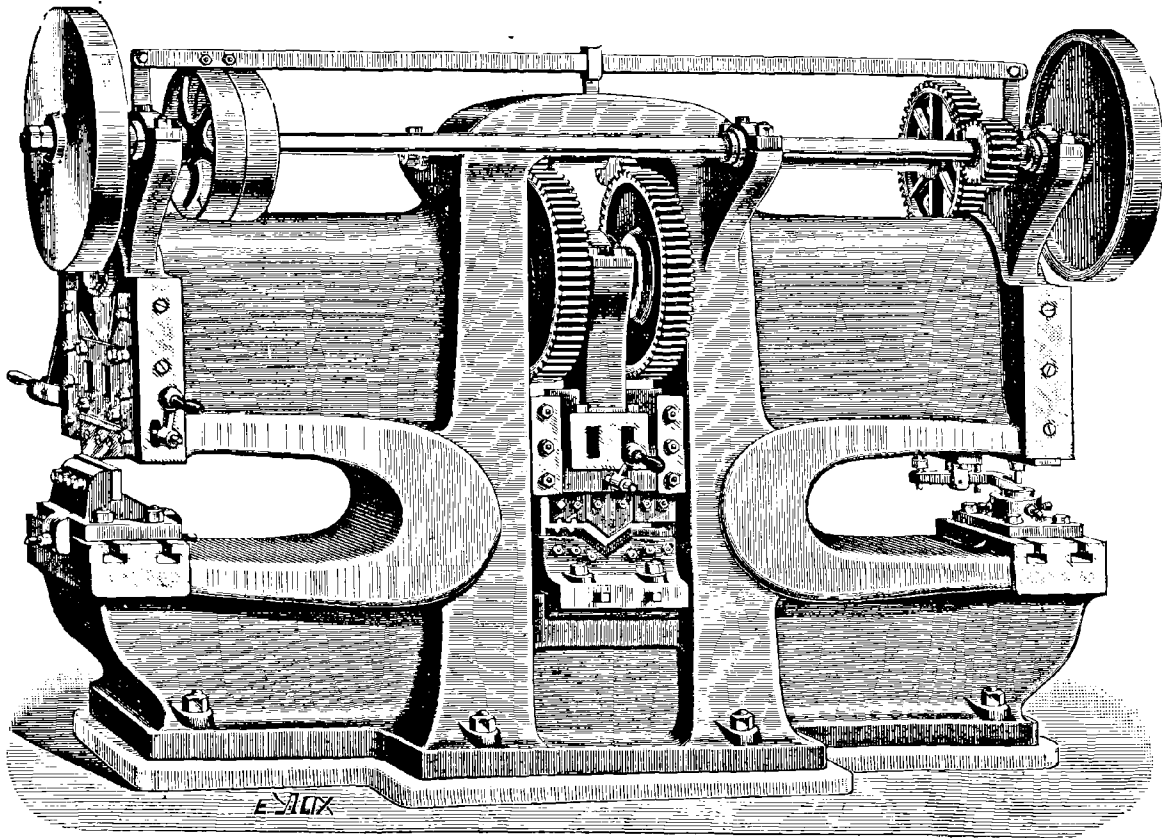


Fig. 876. — Poinçonneuse-cisaille de la Société Dandoy-Mailliard, Lunç et Cie.

Cette machine est spécialement étudiée pour permettre à trois ouvriers de travailler simultanément sans se gêner et produisant autant de travail que sur trois machines séparées; elle peut donc en même temps, cisailer des tôles d'un côté, poinçonner des fers de l'autre et couper au milieu des fers ronds, carrés ou cornières.

Cette machine se construit en cinq tailles dont la plus grande permet de cisailer et poinçonner des tôles de 35 millimètres d'épaisseur; on peut, dans ces tôles, poinçonner des trous de 65 millimètres de diamètre et, avec la cisaille, les couper d'un seul coup sur une longueur de 75 centimètres; de plus la cisaille du milieu peut trancher des fers ronds de 75 millimètres de diamètre, des fers carrés de 70 millimètres de côté et des cornières de 150 millimètres de côté.

\*  
\* \*

La machine à poinçonner et cisailer de M. Lucas, représentée par notre figure 877, possède des dispositions analogues, mais est commandée directement par une machine à vapeur verticale montée sur le bâti; la commande de l'arbre porte-excentrique, par l'arbre de la machine à vapeur, s'effectue par un arbre intermédiaire, au moyen de deux trains d'engrenages réducteurs de vitesse.

De chaque côté du bâti, au-dessus de la cisaille et de la poinçonneuse, se trouve une grue roulante permettant de manier facilement et d'amener sous l'appareil les pièces à cisailer ou à poinçonner.

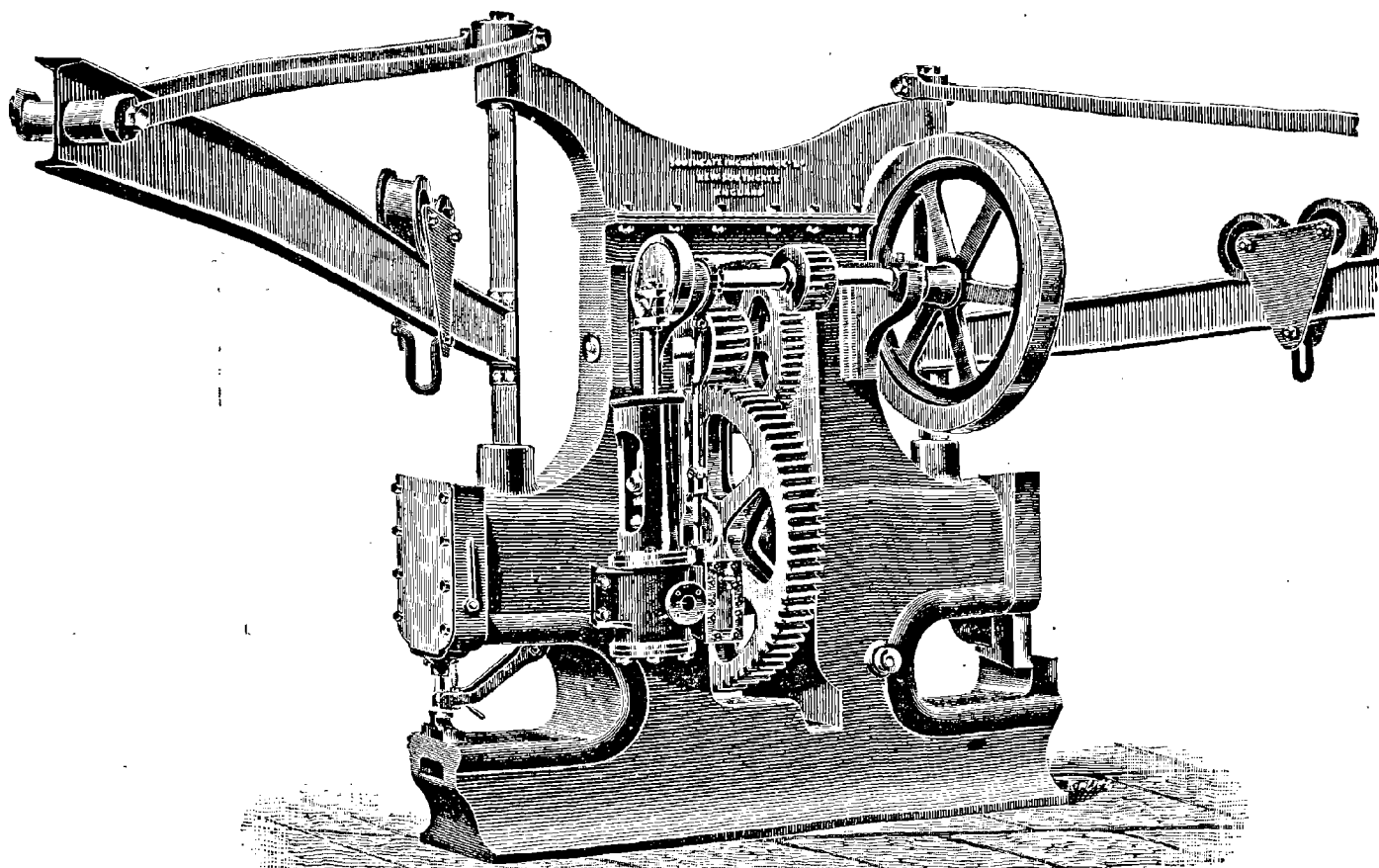


Fig. 877.— Machine double à poinçonner et cisailer de M. Lucas actionnée directement par une machine à vapeur montée sur le bâti.

## CHAPITRE NEUVIÈME

**MACHINES A FILETER ET TARAUDER.** — Chacun sait que pour les assemblages de pièces métalliques on a constamment besoin de faire usage de vis, de boulons, de goujons, de tiges filetées, d'écrous et de cavités taraudées. Le filetage et le taraudage de ces pièces multiples s'effectuent ordinairement à la main à l'aide de filières ou de tarauds (fig. 878); mais lorsqu'il s'agit de fileter ou tarauder un grand nombre de pièces semblables il y a grand intérêt, comme rapidité de travail et économie de main-d'œuvre, à employer des machines spécialement construites pour effectuer rapidement et économiquement ces opérations de filetage et taraudage.

\* \* \*

Toutes les machines à percer peuvent au besoin servir de machine à tarauder en remplaçant simplement le foret par un taraud; nous avons même vu que certaines machines sont plus spécialement disposées pour tarauder comme celle représentée par la figure 639.



Pour tarauder des trous cylindriques la machine doit être munie d'un taraud (fig. 879) formé d'une tige d'acier, cylindrique ou légèrement conique, portant un pas de vis et sillonnée par des rainures pour permettre le dégagement des copeaux métalliques enlevés par les parties coupantes de l'outil; les tarauds doivent être naturellement très durs et par suite fortement trempés.

Pour fileter une tige cylindrique il faut remplacer le taraud par deux coussinets (fig. 880), ou une lunette à trou cylindrique, munis d'un pas de vis et présentant, comme les tarauds, des rainures de dégagement; ces coussinets doivent également être trempés très durs.

Une condition importante de bon fonctionnement

des machines à fileter et tarauder réside dans la vitesse de rotation qui ne doit pas dépasser 6 à 7 mètres par minute à la circonférence extérieure de la partie filetée et 10 mètres pour la partie intérieure des cavités taraudées.



Fig. 879. — Taraud.

le travail, les pièces à ouvrir soient constamment arrosées avec de l'eau de savon ou de l'huile; il est également bon de faire recuire les pièces avant le taraudage pour rendre le métal plus malléable.

Pour éviter le bris des tarauds, il est utile de veiller à ce que le trou à tarauder soit bien du diamètre voulu, parfaitement rond, d'équerre et dans l'axe du taraud.

\*\*\*

Notre figure 881 représente une machine Davis-Egan à tarauder et fileter les écrous et les boulons de MM. Roux. Cette machine peut fonctionner à bras par manivelle, ou au moteur par courroie et cône à trois vitesses.

Le bâti est fondu d'une seule pièce et forme réservoir d'huile. L'arbre repose sur de très longs coussinets, il est actionné par un train d'engrenages; cet arbre est percé dans toute sa longueur et sa partie antérieure est disposée pour recevoir la filière.

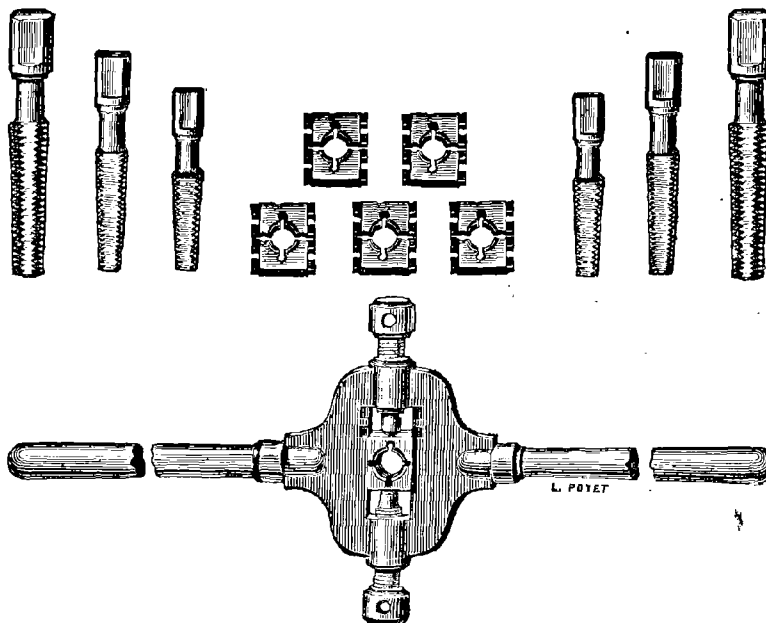


Fig. 878 — Filières et tarauds.

Pour le fer et l'acier, il est indispensable que, durant

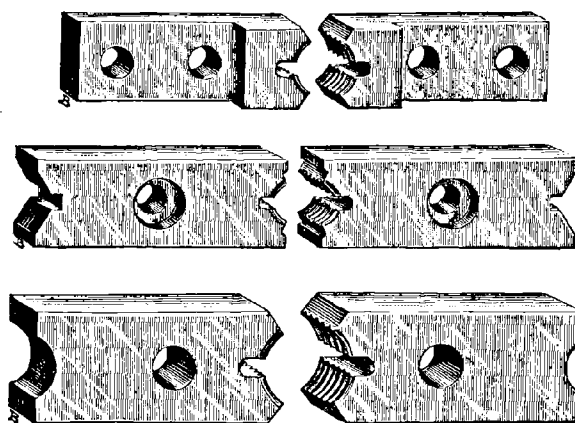


Fig. 880. — Coussinets en deux pièces pour machines à tarauder.

Le chariot est muni d'un étau pourvu de mâchoires à centrage automatique pour saisir le boulon ou l'écrou à fileter ou tarauder; le serrage des mâchoires s'opère par un volant à main. Un

second volant à main détermine le mouvement longitudinal du chariot par un pignon agissant sur une crémaillère fixe portée par le bâti.

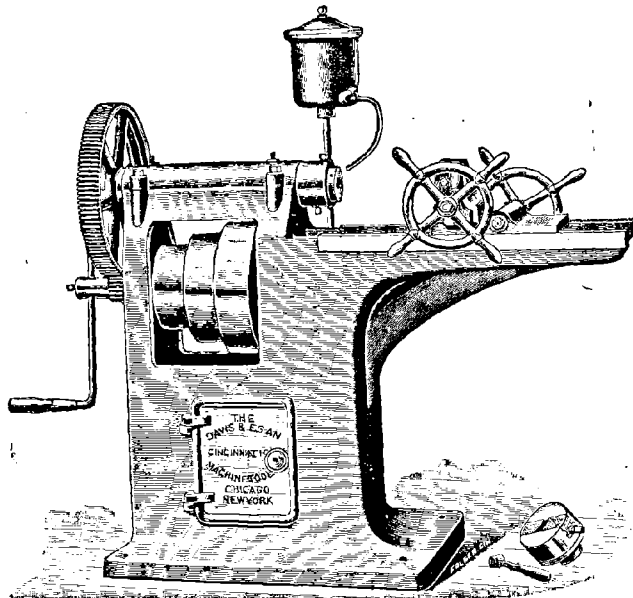


Fig. 881. — Machine à tarauder et fileter les écrous et les boulons de Davis-Egan.

second volant à main détermine le mouvement longitudinal du chariot par un pignon agissant sur une crémaillère fixe portée par le bâti.

La machine automatique à tarauder et fileter les écrous et les boulons des mêmes constructeurs, représentée par la figure 882, est un peu plus compliquée que la précédente. Cette machine se fait simple (une filière) ou double (deux filières).

Le bâti est fondu d'une seule pièce, le banc est soutenu par un renfort qui augmente sa rigidité. Le cône de commande est de grand diamètre, à quatre étages, et pourvu d'un train d'engrenages puissant.

Le chariot a une longue portée sur le banc auquel il est solidement attaché. L'étau est pourvu de mâchoires qui convien-

nent pour la capacité maximum de la machine; ces dernières peuvent prendre plusieurs écrous à la fois, ce qui procure une économie sensible dans le taraudage.

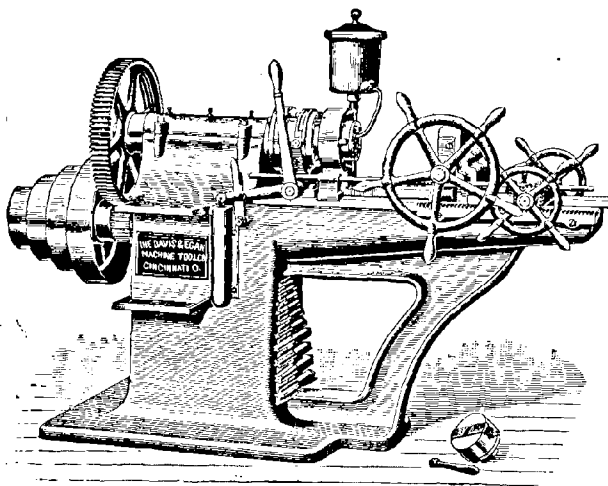


Fig. 882. — Machine automatique à tarauder et fileter les écrous et les boulons de Davis-Egan.

la courroie actionne une poulie; cette poulie est remplacée par un volant lorsque l'appareil doit être actionné à bras au moyen de la manivelle qu'on distingue sur le devant du bâti. Ce bâti porte un réservoir d'huile et un coffre à outil.

Le taraudage se fait au moyen d'une filière tournante garnie de cinq peignes à serrage concentrique; le mouvement est transmis à cette filière, par l'arbre de commande, au moyen d'un train

Un système d'arrêt automatique écarte les coussinets de filières en un point quelconque de la course du chariot. Les coussinets de filière ont une longue portée dans la tête et sont soigneusement ajustés.

Chaque pièce est accessible de l'extérieur, les coussinets de filière peuvent être changés très rapidement. Une pompe automatique remplit le réservoir supérieur, le bâti forme bassin collecteur d'huile filtrée.

La machine à fileter les tubes et tuyaux représentée par la figure 883, et construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq, est disposée pour fonctionner à volonté à bras ou au moteur. Pour le fonctionnement au moteur

d'engrenages droits et d'un train d'engrenages coniques réducteurs de vitesse. Sur la face du plateau porte-filière est monté un outil à saigner les tubes.

Les tubes sont guidés à l'arrière par un étau à mordaches d'acier manœuvrées à l'aide de vis par les deux petits volants supérieurs. Cet étau peut se déplacer horizontalement sur la tête arrière au moyen d'un petit volant latéral agissant par un pignon sur une crémaillère.

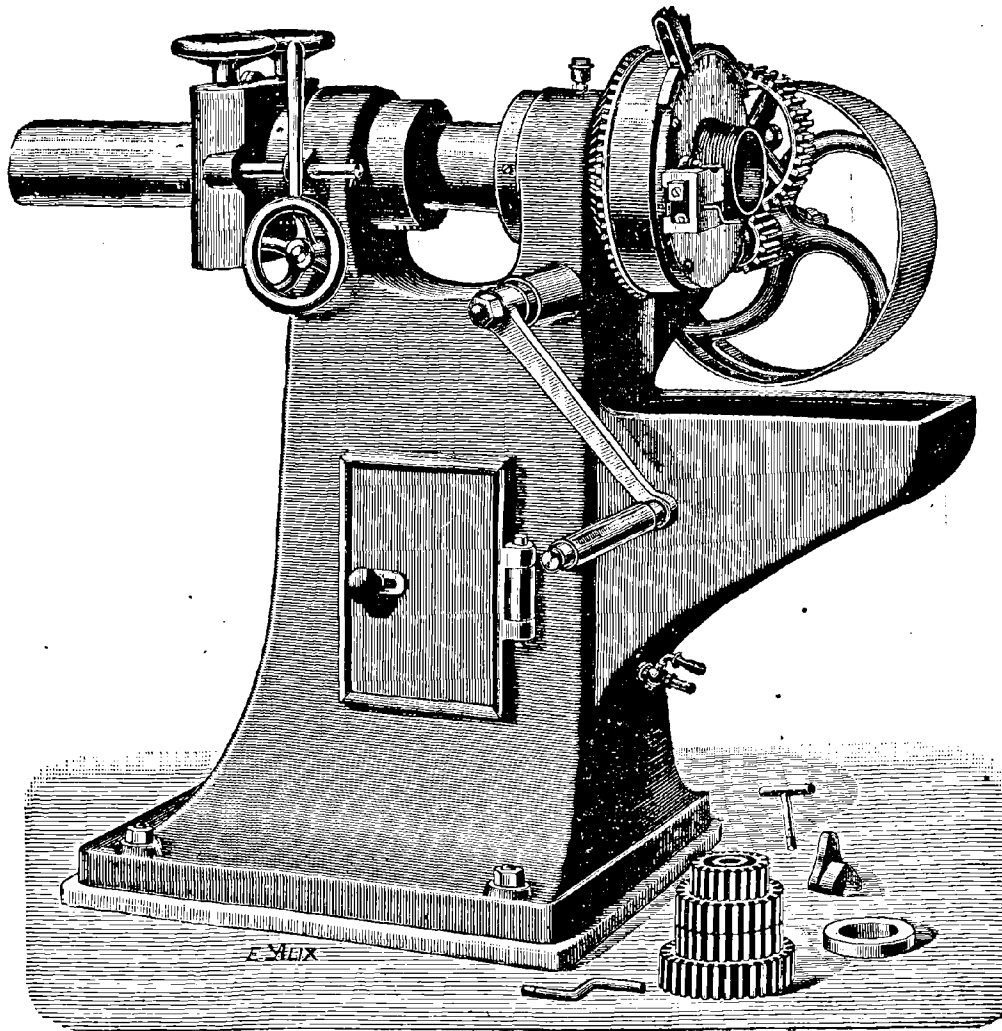


Fig. 883. — Machine à tarauder les tubes de la Société Dandoy-Mailliard, Lucq.

Cette machine est garnie de peignes et d'un jeu de bagues pour tarauder toutes les dimensions de tubes de 25 millimètres à 100 millimètres de diamètre; quatre roues dentées de rechange permettent de varier les vitesses de rotation de la filière suivant le diamètre des tubes à fileter.

\*\*\*

Dans la machine à tarauder les tubes et tuyaux des mêmes constructeurs, représentée par la figure 884, la filière est immobile, contrairement à la machine précédente, et c'est le tube qui est animé par l'arbre de la poupée d'un mouvement de rotation.

Cette machine se compose d'un banc robuste formant réservoir d'huile et fondu avec la pou-

pée recevant les organes. L'arbre central est creux et porte à l'avant un plateau entraîneur garni de quatre poupées à pompe. Cet arbre reçoit une grande roue dentée qui engrène avec un pignon calé sur l'arbre du cône de commande; ce cône à trois étages est disposé sur le côté du banc.

Le porte-lunette recevant les filières porte sur le côté un outil pour saigner les tubes; il est équilibré et peut se déplacer horizontalement sur le banc. Cette machine permet de tarauder les tubes de fer du commerce de 9 millimètres à 114 millimètres de diamètre intérieur.

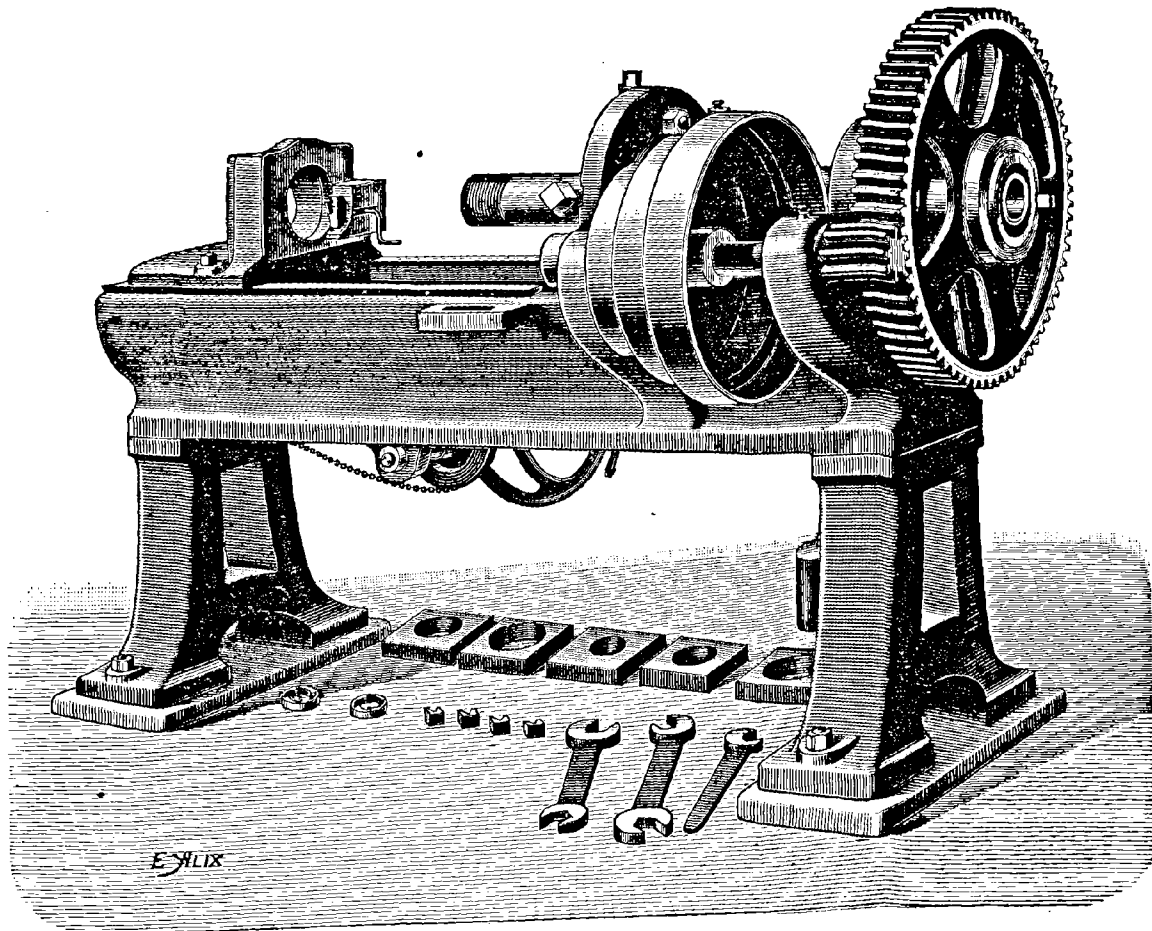


Fig. 884. — Machine à tarauder les tubes de Dandoy-Mailliard.

\* \* \*

La nouvelle machine à tarauder à chaud de M. Le Blanc, représentée par la figure 885, est d'une disposition et repose sur un principe absolument différent; ici la tige à tarauder est prise entre deux lames circulaires concentriques taillées en hélice qui reproduisent par leur rotation sur sa surface le pas de l'hélice formant le filetage.

Cette nouvelle machine, qui a été conçue principalement pour tarauder à chaud les tire-fonds de chemin de fer, peut effectuer des taraudages de toutes formes depuis 8 millimètres jusqu'à 30 millimètres; elle tourne à 16 tours par minute, ce qui permet de faire 16 pièces par minute.

L'outillage, composé de deux lames circulaires très longues taillées en hélice, est très facile à exécuter, il s'use fort peu et nécessite un faible entretien parce que chaque lame est terminée par une petite lame finisseuse, dont le remplacement est de peu de valeur.

Cette nouvelle machine permet, outre le taraudage à chaud, de transformer certaines pièces métalliques en divers objets façonnés.

\*  
\*  
\*

On construit, sur un principe analogue, des machines à fileter les rayons de bicyclettes; mais dans ces dernières les outils, revêtus de l'hélice à imprimer sur les tiges, se présentent sous forme de bandes plates et non circulaires comme dans la machine précédente.

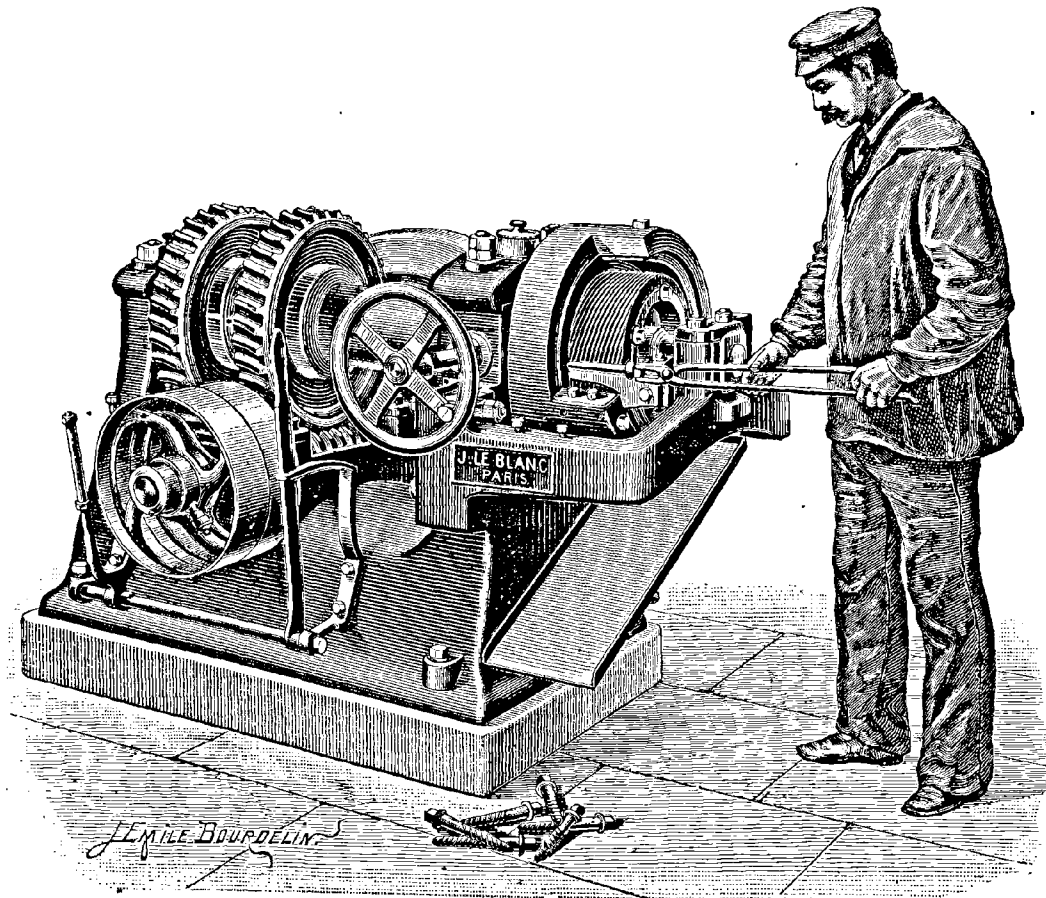


Fig. 885. — Machine à tarauder à chaud de M. Le Blanc.

Les quelques exemples de machines à tarauder et fileter que nous venons de donner suffisent amplement à montrer la disposition de ce genre de machines-outils qui ne présente pas d'ailleurs ordinairement des dispositifs très variés.

## CHAPITRE DIXIÈME

### LES MACHINES A TAILLER LES ENGRENAGES ET LES FRAISES. —

Les roues dentées ordinaires sont obtenues simplement par moulage d'un modèle et coulage dans le moule, ainsi obtenu, de fonte ou de bronze fondu.

Mais quelle que soit l'attention que l'on apporte dans la confection des modèles, dans le moulage et dans le coulage du métal en fusion, il est impossible d'obtenir des pièces brutes d'une justesse et d'une régularité parfaites, permettant un engrenement irréprochable et une marche silencieuse, douce et sans choc.

Aussi pour les machines soignées est-il indispensable de retoucher les roues brutes de fonte ou, ce qui est encore bien préférable, de tailler directement les dents dans la masse.

Au début on rectifiait les roues brutes de fonte, ou on taillait leurs dents dans la masse, à la main, ce qui entraînait naturellement un travail considérable ; il fallait d'abord dessiner avec le

plus grand soin et la plus parfaite précision la forme des dents, puis il fallait ensuite entamer la matière au burin et à la lime, travail difficile et très lent ; on comprend que dans ces conditions les engrenages taillés étaient extrêmement coûteux à réaliser tout en étant d'une précision très relative.

On a maintenant établi des machines perfectionnées qui divisent et taillent automatiquement les engrenages avec une précision parfaite, précision qu'il serait matériellement impossible d'obtenir à la main, et une rapidité considérable.

D'autre part, nous avons vu, dans notre chapitre concernant les machines à fraiser, que la fabrication des fraises était chose très délicate et difficile à exécuter convenablement à la main, et que le développement des fraiseuses avait rendu indispensable la création de machines spéciales pour tailler les fraises.

Ces machines à tailler les fraises sont d'ailleurs analogues comme principe à celles utilisées pour la taille des roues d'engrenage. Elles consistent, en somme, les unes comme les autres, en une machine à fraiser recevant un dispositif particulier pour diviser les rondelles de métal à tailler, et à transformer en engrenages ou en fraises.

Les fraiseuses ordinaires peuvent d'ailleurs, dans certains cas, être utilisées pour cet usage en y adjoignant, comme nous l'avons indiqué plus haut (fig. 739), un système diviseur particulier (fig. 758 et 760). On construit toutefois des machines spécialement disposées pour l'un des deux usages que nous venons d'indiquer

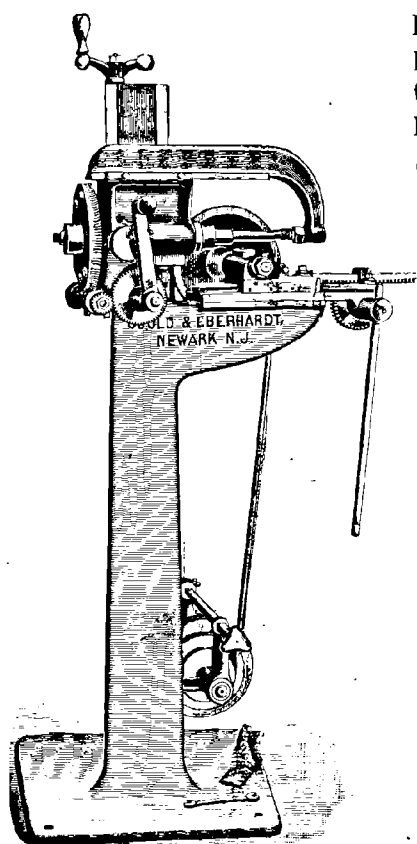


Fig. 886. — Machine Gould-Eberhardt à tailler les engrenages à la main.

et ce sont ces machines que nous allons rapidement examiner.

Disons d'abord, avant d'entreprendre la description de ces machines, que les engrenages de petites dimensions en fer, bronze ou acier, sont ordinairement taillés dans des rondelles pleines ; on obtient ainsi des engrenages dits taillés dans la masse. Pour les roues de grande dimension en bronze, fonte ou acier, on les fait venir de fonte de manière qu'il ne reste plus à enlever pour les terminer qu'une légère épaisseur de métal de deux à trois millimètres.

Pour obtenir une taille parfaite il est indispensable de centrer parfaitement la roue et de s'assurer, avant de commencer le travail, qu'elle est du diamètre voulu et que la fraise entamera la matière bien d'équerre. La fraise doit être située dans un plan passant par l'axe de la roue et sa forme doit correspondre exactement à la forme des creux séparant les dents.

Si on doit tailler les dents inclinées dans un sens ou dans l'autre, il faut naturellement placer

le chariot porte-pièce suivant cette inclinaison; c'est ainsi que l'on opère pour tailler les roues destinées à engrener avec des vis sans fin; il est bon de s'assurer dans ce cas avec les vis elles-mêmes que l'inclinaison est bonne.

Si les dents à tailler sont de grandes dimensions, il est préférable de les défoncer d'abord avec une première fraise pour finir ensuite avec une seconde fraise ayant exactement le profil voulu.

\*  
\*\*

**Machines à tailler les engrenages.** — Les machines à tailler les engrenages peuvent être plus ou moins simples suivant que plus ou moins de leurs mouvements se font automatiquement. Si, par exemple, les mouvements de l'appareil diviseur et d'avancement de la fraise sont effectués à la main, elles peuvent présenter une disposition très simple, comme le montre la figure 886 représentant une machine Gould-Eberhardt à tailler les engrenages à la main de MM. Roux.

Cet appareil est simplement constitué par un bâti portant deux glissières disposées à angle droit, l'une verticale et l'autre horizontale. Sur la glissière verticale se déplace, à l'aide d'une vis et de la manivelle supérieure, un chariot portant l'appareil diviseur dont l'arbre horizontal supporte la roue à tailler. Sur la glissière horizontale un chariot peut également se déplacer sous l'action d'un levier commandant par un pignon une crémaillère; ce chariot reçoit l'arbre porte-fraise commandé, à l'aide d'une courroie, par une transmission intermédiaire inférieure.

Avec cette machine on dispose la rondelle de métal à entailler sur l'arbre de l'appareil diviseur, on fait avancer le chariot de la fraise pour tailler un creux, puis on fait tourner l'appareil diviseur de la quantité égale à une dent, on provoque une nouvelle entaille par la fraise, qui présente la forme exacte des creux séparant les dents, et ainsi de suite.

\*  
\*\*

Dans la machine du Progrès Industriel de la figure 887 les mouvements d'avancement de la fraise et de déplacement de la roue à tailler, sont automatiques; cette machine se compose de trois parties essentielles: 1° le bâti; 2° la poupée avec le diviseur automatique; 3° le chariot porte-fraise.

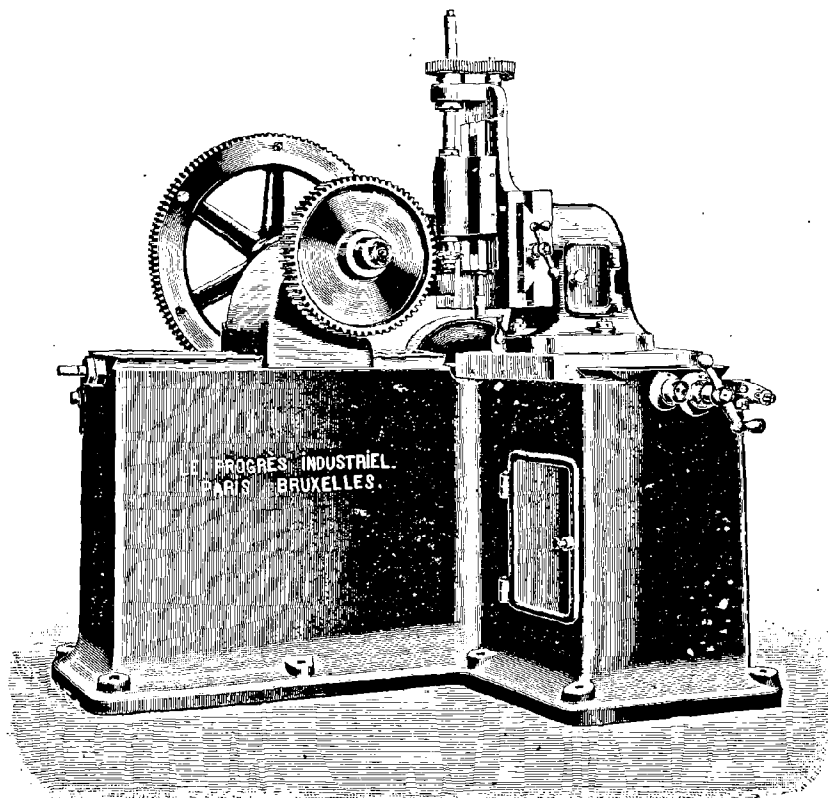


Fig. 887. — Machine à tailler les engrenages du Progrès Industriel.

Le bâti d'une construction très robuste est en fonte et d'une seule pièce. Il reçoit d'un côté la poupée avec le diviseur automatique et de l'autre le chariot porte-fraise.

La poupée à divisions glisse dans le sens transversal sur le bâti au moyen d'une vis-mère, qui donne au chariot le mouvement d'avance ou de recul selon la grandeur de la roue que l'on a à fraiser; le déplacement transversal est réglable au moyen de taquets et de butées avec vis micrométriques. L'arbre de la poupée à division peut recevoir le mandrin portant la roue à tailler. La division se donne par l'entremise d'une tête de cheval avec roues interchangeables agissant sur la vis sans fin de la roue à 180 dents, calée sur l'arbre de la poupée à division. Cette roue à vis sans fin est en deux pièces et sa denture est rigoureusement exacte. La série d'engrenages de rechange permet la division par tous les nombres de 12 à 50, jusqu'à 100 par ceux divisibles par 2, jusqu'à 150 par ceux divisibles par 3 et jusqu'à 200 par ceux divisibles par 4.

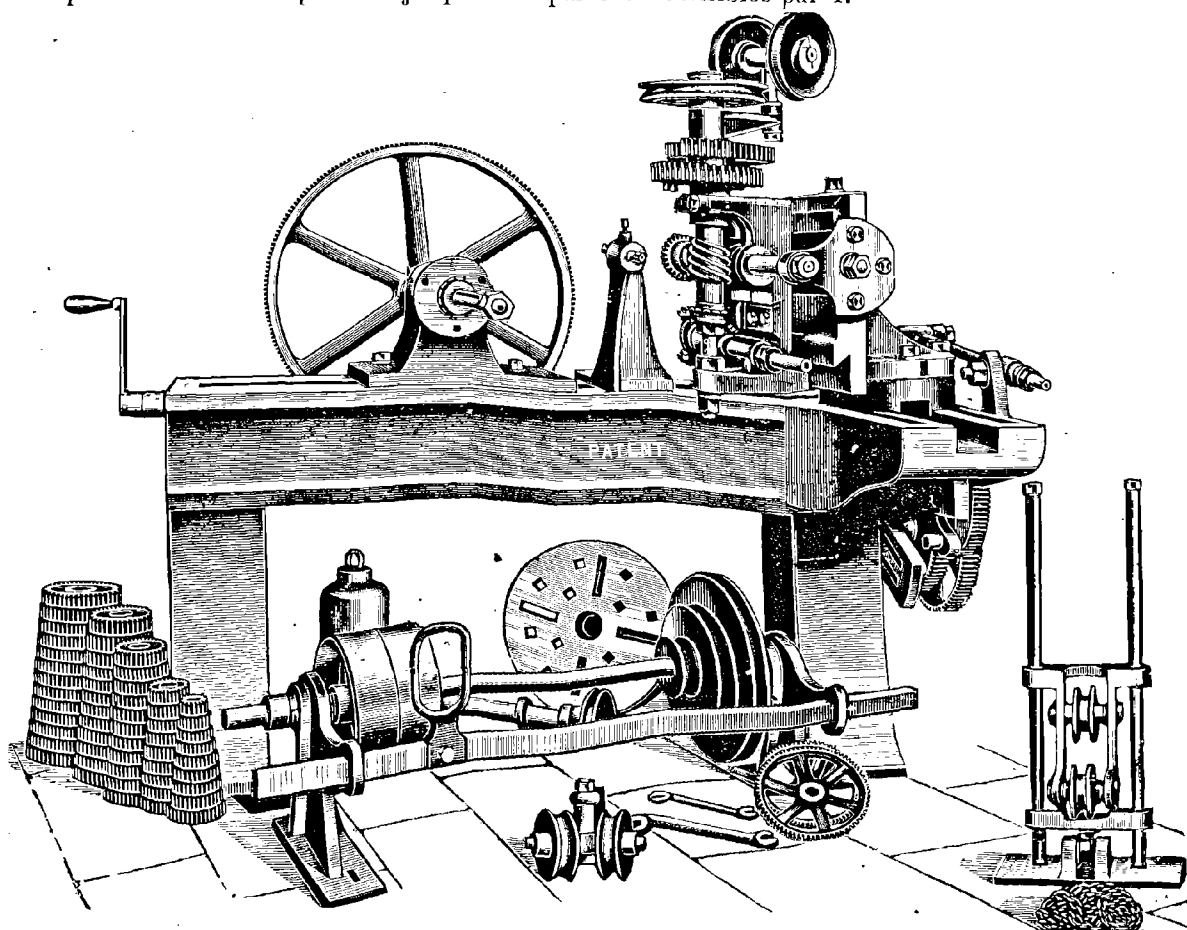


Fig. 888. — Machine automatique à diviser et tailler les engrenages de M. Lucas.

Le chariot porte-fraise se compose de quatre parties:

1° d'un chariot longitudinal ayant le mouvement automatique dans le sens longitudinal par vis-mère; la vis-mère est munie à son extrémité d'un mécanisme permettant le retour accéléré du chariot; la course est réglable au moyen de butées et de taquets; 2° d'un chariot vertical avec courses verticales, réglables par butées et taquet; 3° d'un chariot pivotant et gradué, pouvant être placé sous tous les angles, pour le fraisage de toutes les dentures sous n'importe quelle inclinaison;



L'arbre du chariot pivotant a le trou conique et est percé dans toute sa longueur, pour permettre le fraisage avec fraise en bout; 4° d'un chariot pivotant disposé de la même façon que le chariot n° 3 et monté sur ce dernier; il permet le fraisage des roues avec les fraises ordinaires.

On peut avec cette machine fraiser automatiquement des roues à dentures droites ou hélicoïdales. La division pour les roues creuses ou hélicoïdales se fait à la main. L'arbre porte-fraise peut prendre quatre vitesses.

\*  
\* \*

La machine à tailler les engrenages de la maison Lucas, représentée par la figure 888, est également à mouvements automatiques.

Dans cette machine le mouvement est transmis automatiquement à la fraise en marche; elle peut se retirer vivement dans les deux sens; le mouvement automatique à diviser est obtenu par vis hélicoïdale, très exacte et actionnée par une courroie passant sur une poulie de friction qui tourne continuellement; quand une dent est complètement terminée, un mouvement à double levier, placé en arrière de la poupée, déclenche une came placée sur l'arbre de la poignée, elle peut accomplir un tour complet, et le levier se trouve engagé à nouveau pour tailler une autre dent. Quand la dernière dent se trouve taillée, la machine en avertit l'ouvrier au moyen d'une clochette.

La poupée portant la fraise est à double engrenage, elle est actionnée par une courroie en corde; elle est munie de deux porte-fraises en acier: un pour le métal, un pour le bois, se démontant rapidement, ainsi que de dispositifs verticaux et horizontaux pour tailler les roues hélicoïdales, d'angle et obliques.

La poupée à diviser est mobile le long du banc, suivant les différents diamètres de roues, avec un mandrin échantillon pour placer les roues à diviser. Elle est munie d'un jeu complet de roues de rechange pour les nombres de dents de 10 à 100 et tous nombres composés jusqu'à 365; un support démontable donne de la rigidité aux jantes de roues.

La roue à diviser tourne dans un bain d'huile, les têtes sont graduées en degrés, la fraise volante, pour le bois, est actionnée directement pour avoir une grande vitesse. Un tableau donne les indications du nombre de dents.

\*  
\* \*

Nos gravures 889 à 892 représentent des machines automatiques Gould-Eberhardt de MM. Roux pour tailler les engrenages droits, coniques, hélicoïdes, en couronne et les crémaillères.

Les mouvements de ces machines sont entièrement automatiques et commandés de telle sorte que chacun d'eux ne puisse se produire avant que tous les mouvements précédents ne soient complètement et correctement achevés. Le mouvement de la roue diviseur, par exemple, doit être complètement terminé avant que le chariot porte-fraise puisse se porter en avant; le chariot porte-fraise doit avoir parcouru sa course totale et terminé son taillage avant de pouvoir reculer et il doit être revenu à son point de départ avant que la couronne puisse se déplacer de la valeur d'une dent. Ces dispositions sont réalisées d'une manière automatique, sans qu'il y ait aucun réglage à faire, quelles que soient les dimensions de la roue à tailler. Tous les efforts ou mouvements sont centraux et non excentrés ou latéraux, ce qui nuit à la rigidité et, par suite, à la précision du travail.

Le mécanisme diviseur positif et perfectionné assure le rattrapage de tout jeu qui se produirait, soit dans les roues de transmission, soit dans les pièces de liaison. La roue diviseur est construite en deux pièces et est d'une correction absolue, un levier permet de la séparer de la vis sans fin pour permettre la rotation à la main; le train d'engrenages n'est pas dérangé dans ce

mouvement et la roue à tailler peut être ramenée à sa position correcte. Un vernier micrométrique permet un léger mouvement de rotation dans chaque sens, soit pour retoucher les dents d'un côté, soit pour corriger la position relative de la fraise. La roue diviseur et la vis sans fin sont complètement enveloppées, un regard à glissière ajustée permet d'examiner la roue et la vis sans fin lorsqu'on les rapproche l'une de l'autre.

Les roues fournies permettent de tailler tous les nombres de dents de 4 à 100, tous les nombres de 100 à 450, exceptés les nombres premiers et leurs multiples et une grande quantité de nombres plus grands.

Le chariot porte-fraise est rigide avec de longues portées sur la glissière; le mouvement de retour est uniformément rapide, quelle que soit la vitesse d'alimentation. La vis d'alimentation aboutit directement à l'arrière de la fraise, donnant ainsi une poussée centrale.

L'arbre porte-fraise est commandé par un engrenage hélicoïde en vue d'éviter toute vibration et renforcé en diamètre surtout à l'endroit qui reçoit les fraises. Il repose, à chaque extrémité, sur de longs et forts coussinets; le palier

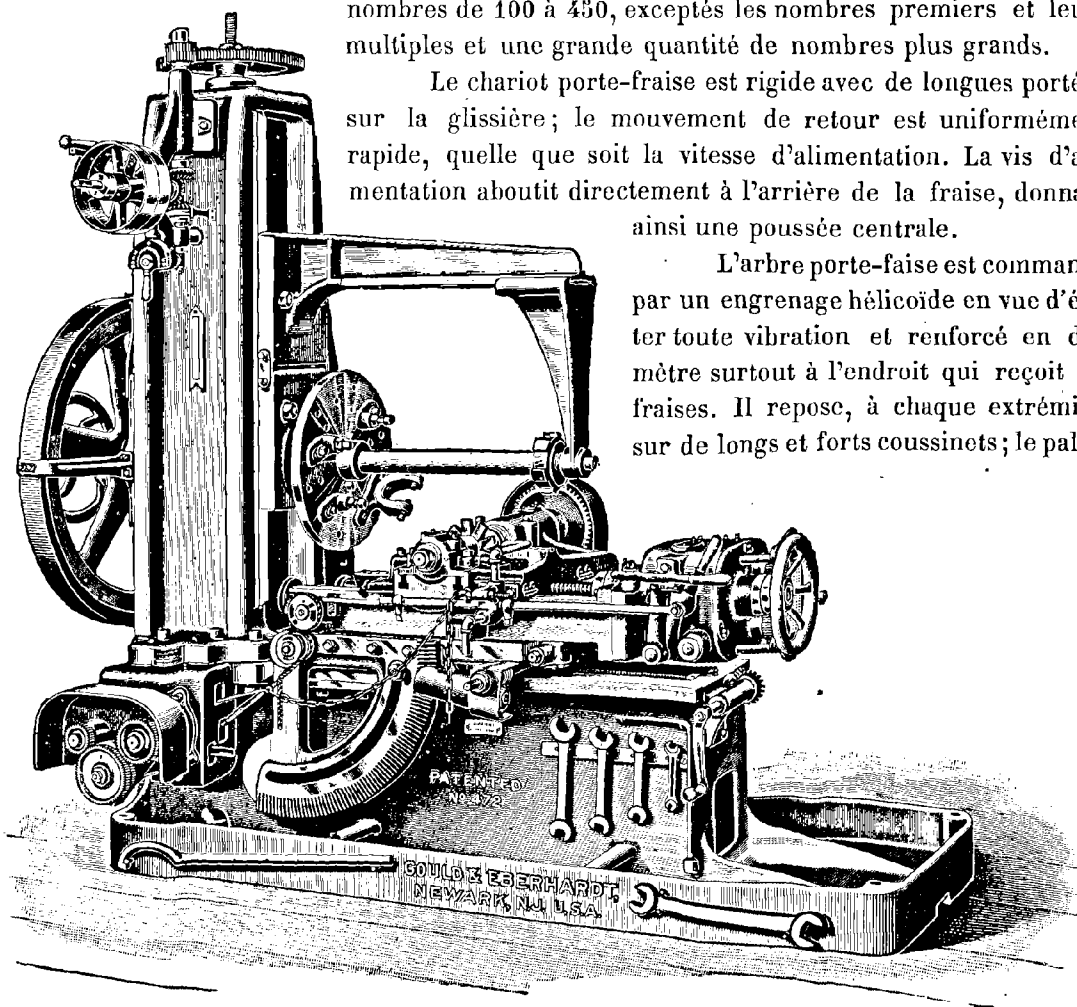


Fig. 889. — Machine automatique à tailler les engrenages de Gould et Eberhardt.

de l'extrémité extérieure a une longue portée sur le chariot ce qui lui assure une rigidité parfaite lorsqu'il est fixé, il peut, néanmoins, être rapidement enlevé pour permettre le changement de fraise.

Ces machines permettent d'utiliser des fraises d'un grand diamètre, car l'arbre porte-fraise est suffisamment fort et la puissance de travail suffisamment grande. Les avantages des fraises de grand diamètre sont considérables : elles travaillent plus vite et durent plus longtemps que les fraises de petit diamètre.

On peut obtenir toute vitesse d'alimentation par le simple changement de deux engrenages,

ce changement peut s'effectuer sans le secours d'aucune clé, vis ou écrou. Un tableau indique les engrenages à employer pour les différentes vitesses. La commande par engrenages réalise un perfectionnement sur l'emploi des courroies lesquelles donnent une transmission moins parfaite.

Lorsqu'on le désire, le mouvement d'avancement ou de recul de la fraise peut être commandé à la main, le levier qui commande ce mouvement se déclenche automatiquement lorsqu'on ne l'utilise pas. La vis ou la crémaillère d'avancement se termine directement à l'arrière de la fraise

de telle sorte que la poussée comme la traction soient parfaitement centrales. Tous les engrenages sont enveloppés ; des tubes à huile, aboutissant à l'extérieur, assurent le graissage des parties frottantes. La vis de réglage de la profondeur de la taille porte un cadran gradué.

Le support glissant, destiné à maintenir l'extrémité extérieure du mandrin, est constitué de telle sorte qu'une fois la pièce mise en place, il se trouve toujours

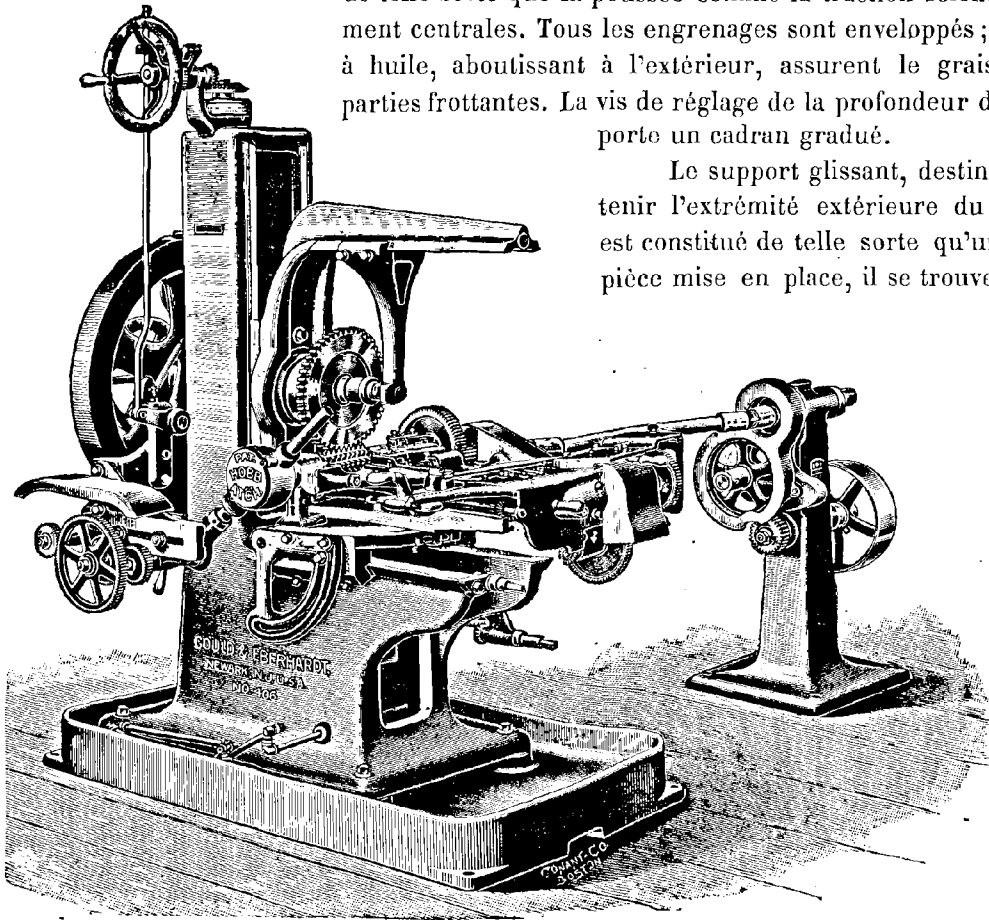


Fig. 893. — Machine de Gould et Eberhardt avec dispositif pour le taillage des roues à vis sans fin par vis-mère.

en alignement parfait avec le centre du mandrin. Cette disposition est surtout avantageuse pour les pignons taillés dans la masse et permet l'emploi de longs mandrins. Ce support peut être enlevé pour vérifier le taillage. Pour assurer le centrage de la fraise, il est fourni un gabarit qui permet d'ajuster facilement les supports d'axe de celle-ci. Une butée ajustable est destinée à supporter l'effort dû à la fraise dans le taillage des grands engrenages.

Les coussinets sont en bronze phosphoreux et toutes les surfaces frottantes sont dressées au grattoir. Les copeaux sont emportés automatiquement de dessous la fraise au socle de la machine.

Au moyen d'une manivelle qui commande un arbre agissant sur un secteur gradué, placé de chaque côté de la machine, la glissière porte-fraise peut être inclinée de 0 à 90 degrés sur le plan horizontal. En inclinant la glissière sur le plan vertical et en employant l'élévation et la descente automatique on peut tailler les roues à vis sans fin.

Lorsque la machine est réglée et mise en marche, elle ne demande plus aucune attention jusqu'à ce que le timbre avertisse l'ouvrier de la fin du taillage de la dernière dent. Cette automatisation complète, qui constitue un progrès notable sur cette catégorie de machines, est cependant réalisée sans adjonction de mécanisme délicat ou compliqué susceptible d'exiger de l'ouvrier des connaissances spéciales. Son réglage est très simple et permet de la placer entre les mains de n'importe quel ouvrier d'aptitudes mécaniques ordinaires.

Dans la figure 890 la machine est munie d'un appareil pour le taillage automatique des roues de vis sans fin à denture hélicoïde par vis-mère. Au moyen de cet appareil la pièce à travailler est descendue sur la vis-mère à l'inverse de sa rotation, cette alimentation de haut en bas se règle suivant le pas de la vis.

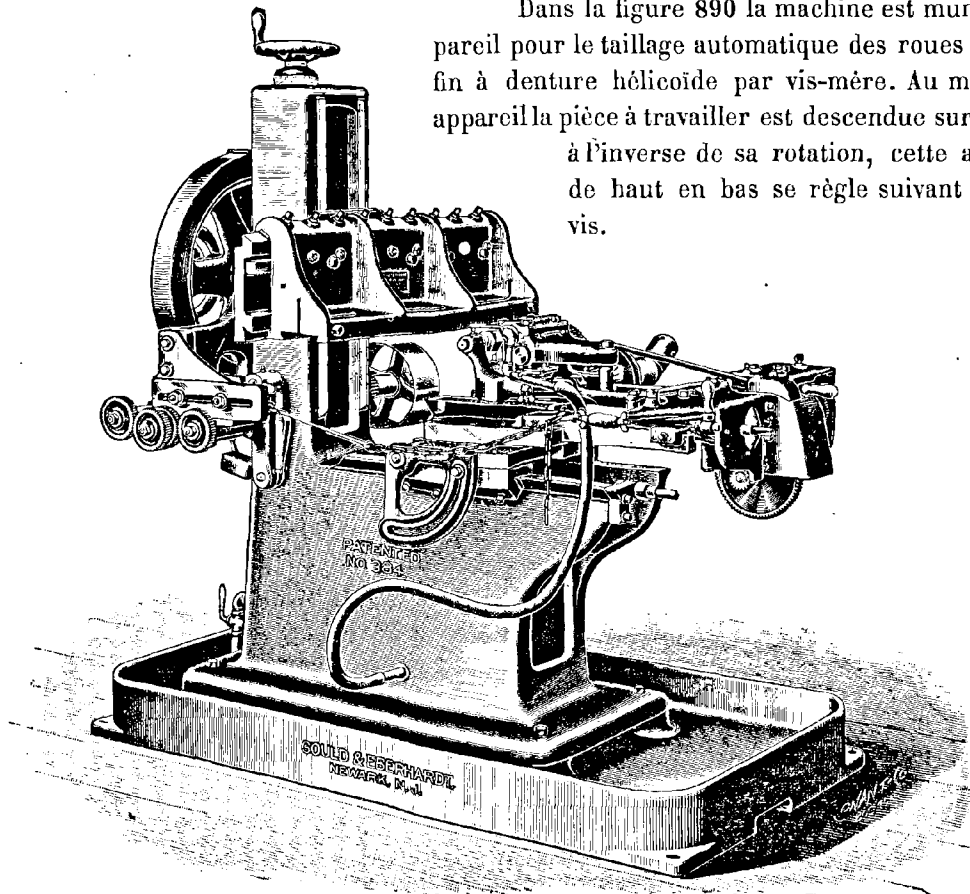


Fig. 891. — Machine de Gould et Eberhardt avec dispositif pour le taillage automatique des crémaillères.

Au moyen d'un train d'engrenages, commandé directement par l'arbre portant la vis fraise, la roue diviseur et la roue à tailler sont conduites exactement à l'unisson de la rotation de la vis fraise. Cet appareil peut être facilement monté ou enlevé et, lorsqu'il est enlevé, la machine est toute prête pour son travail ordinaire.

La machine de la figure 891 est revêtue d'un dispositif pour le taillage automatique des crémaillères. Ce dispositif permet de tailler automatiquement et sans reprise une longueur de 0<sup>m</sup>,760.

L'appareil consiste en une traverse boulonnée sur le montant de la machine après que le mandrin a été remplacé par un pignon diviseur. Ce dernier s'engage dans la crémaillère attachée à l'arrière d'une forte glissière laquelle est disposée pour recevoir et serrer, à sa partie inférieure, les pièces à tailler. Cet appareil est d'une grande utilité lorsque la quantité de travail à faire ne justifie pas l'achat d'une machine spéciale.

Enfin, la figure 892 représente une machine demi-automatique spécialement construite pour le taillage des crémaillères.

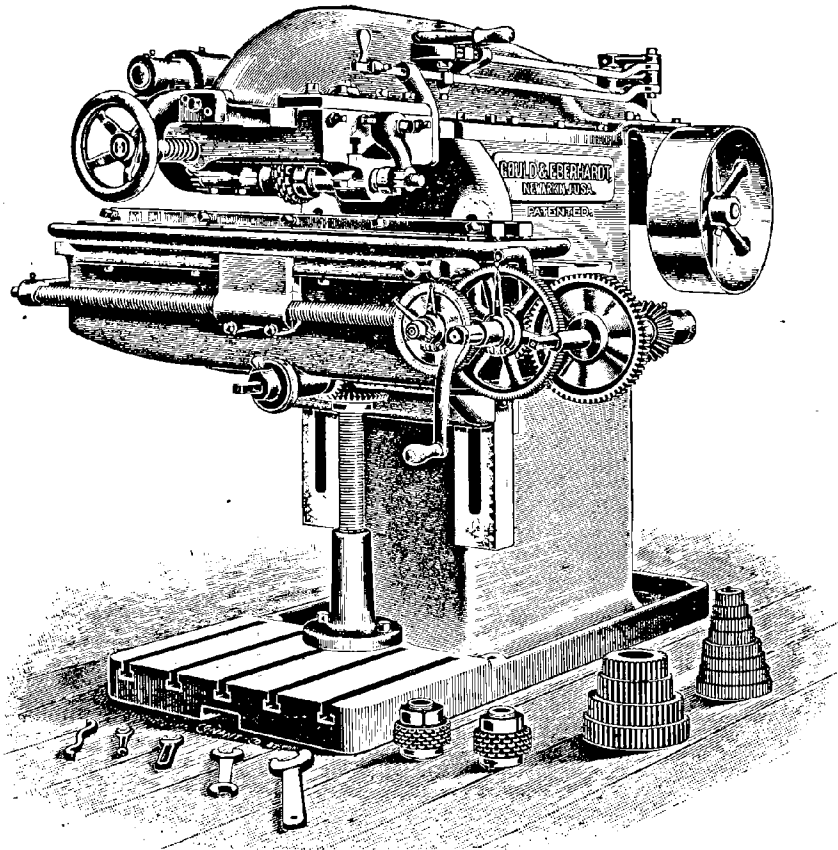


Fig. 892. — Machine demi-automatique spéciale pour le taillage des crémaillères.

**Machines à tailler les fraises.** — Ces machines sont quelque peu analogues aux machines à tailler les engrenages et c'est pourquoi nous les faisons rentrer dans le même chapitre. Ces machines comportent, en effet, comme les précédentes, une fraise entamant la partie creuse qui doit exister entre chaque dent coupante et un appareil diviseur qui provoque, à chaque coupe, la rotation de la fraise à tailler de la quantité nécessaire pour la disposer dans la position voulue pour une nouvelle taille.

La machine à tailler les fraises, système Frey de Dandoy-Mailliard et Lucq, représentée par la figure 893, n'est autre chose, en somme, comme il est facile de le voir, qu'une fraiseuse universelle pouvant travailler horizontalement ou verticalement au chariot ou au levier. Elle est étudiée spécialement pour tailler d'une façon précise les fraises de toutes formes; la table est pivotante; les chariots du porte-fraise peuvent suivre toutes les ondulations d'un calibre reproducteur se plaçant sur la table; un porte-meule spécial permet de rectifier d'une manière rigoureuse, après la trempe, les fraises de toutes formes. Leur principal emploi réside dans le taillage des fraises d'une forme quelconque, fraises droites, inclinées, hélicoïdales, forets américains, taillage de pignons et roues à denture droite, inclinée ou hélicoïdale; rectification à la meule et fraisage horizontal ou vertical de précision, de pièces de petites dimensions.

La figure 894 représente la disposition de l'arbre porte-fraise pour travailler verticalement.

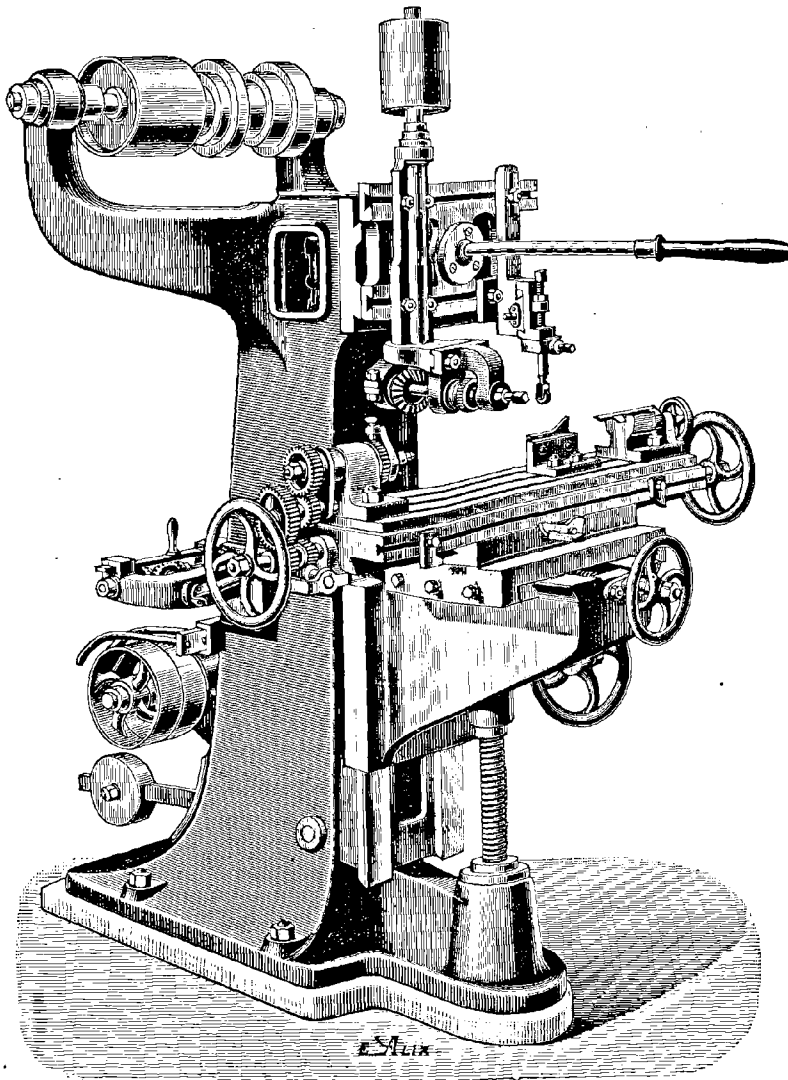


Fig. 893. — Machine à tailler les fraises système Frey de Dandoy-Mailliard et Lucq.

Le levier articulé sur le support du joint de cardan porte à son extrémité libre un tambour conique réglable pour suivre le gabarit.

Dans cette machine, l'appareil à tailler peut se monter de deux façons différentes, suivant le rayon de courbure minimum du profil de la fraise à exécuter. Si le profil de cette fraise présente des rayons de courbure de 5 à 6 millimètres, au minimum, on emploie des petites fraises tronconiques à trou taraudé. Elles se vissent sur l'arbre à double pointe qui se monte avec trois supports. Si, au contraire, le profil de la fraise présente des rayons de courbure inférieurs à 5 millimètres, on se sert de fraises coniques à queue.

Le diviseur est disposé de façon à éviter toute erreur pendant le travail. Chaque tour de manivelle correspond à une dent, il suffit de régler l'excentrique que commande la manivelle de façon que le levier à rochet déplace la roue diviseur de la quantité convenable.

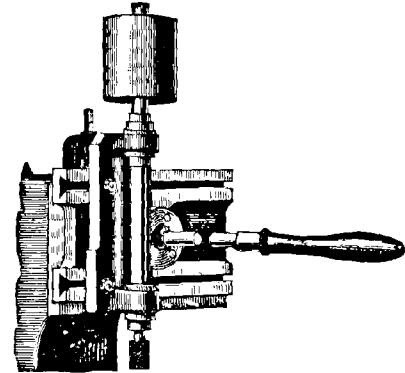


Fig. 894. — Disposition pour travailler verticalement.

La figure 895 représente une machine à tailler les fraises de MM. Bariquand et Marre. Cette machine est construite spécialement pour tailler et affûter très économiquement, avec une exactitude parfaite et constante, les fraises de toutes formes jusqu'à 300 millimètres de diamètre et 110 millimètres d'épaisseur, d'après un gabarit.

Elle se compose d'une table portant : le support du joint de cardan réglable suivant les trois directions perpendiculaires ; le support du gabarit, semblable au précédent ; la poupée à diviseur et à contre-pointe pour monter la pièce à tailler.

La première pièce à tailler est faite au tour exactement à la forme que devra avoir la fraise, de façon à servir de guide pour faire le gabarit. Les suivantes peuvent être faites avec moins d'exactitude.

On donne au gabarit un profil semblable et proportionnel à celui de la fraise; le rapport 2 pour 1 donne de bons résultats. Le gabarit ébauché, on forme deux sillons sur la pièce tournée en ne leur donnant pas toute la profondeur. La petite bande de surface laissée sur le sommet de la dent formée entre les deux sillons doit avoir une largeur constante; dans le cas contraire il faut légèrement retoucher le gabarit pour obtenir ce résultat.

Lorsque le gabarit est ainsi parfaitement déterminé, il peut servir indéfiniment pour les mêmes fraises. Les réglages seuls changent par suite du diamètre de la fraise à tailler, de la fraise qui taille ou de la meule qui affûte.

Cette machine peut être également utilisée pour l'affûtage des fraises comme nous le verrons plus loin dans notre chapitre réservé aux machines à affûter.

\*\*\*  
La machine du « Progrès Industriel » représentée par la figure 896 est spécialement établie pour la fabrication automatique des fraises à dépouille; elle se base sur le principe de la machine universelle à travailler les métaux décrite plus haut (page 338).

Le mouvement se donne par une poulie fixée sur une barre parallèle au banc du tour. Il se transmet de là à une étoile se trouvant à l'intérieur du chariot transversal et ensuite à la boîte d'engrenages qui donne le mouvement à la vis sans fin qui commande l'arbre de la machine. L'étoile donne en tournant le mouvement automatique d'avance et de recul du chariot, mouvement qui est nécessaire pour obtenir la dépouille.

Le rapport des engrenages et des vis sans fin est calculé de manière à ce que l'étoile fasse faire au chariot un mouvement pour chaque dent de la fraise. Pour avoir une autre denture, il suffit de changer, soit la vis, soit la roue.

Un deuxième chariot transversal, appliqué sur le premier, avance automatiquement à chaque tour de la fraise. Lorsque la pièce est terminée, un déclenchement automatique permet au chariot de s'arrêter de lui-même.

La commande par vis sans fin donne en même temps qu'une grande force une grande exactitude. Cette machine, de haute précision, est soignée dans ses plus petits détails, point essentiel

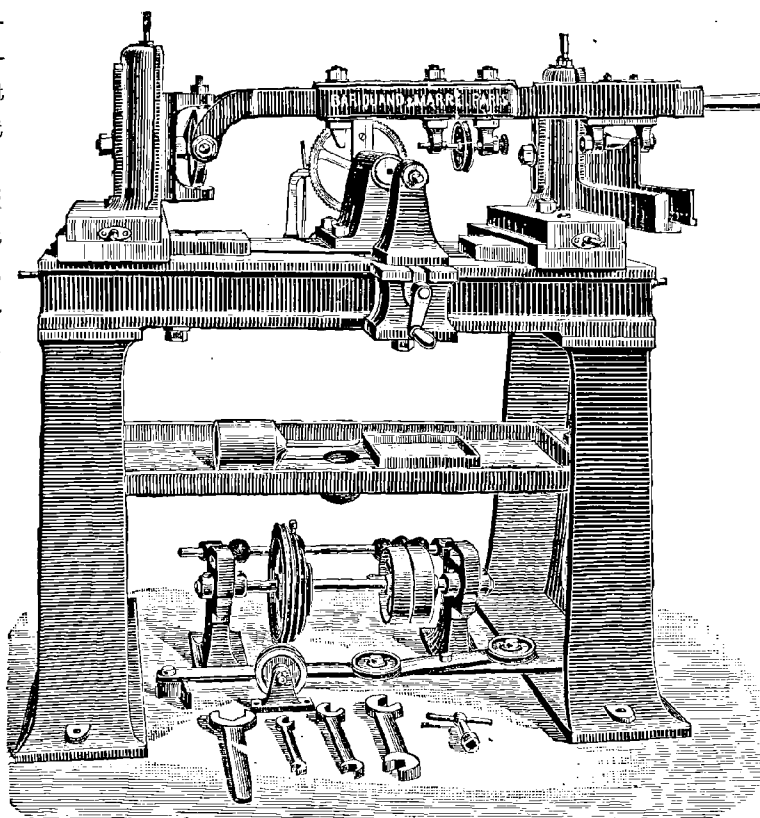


Fig. 896. — Machine à tailler les fraises de Bariquand et Marre.

pour son bon fonctionnement. L'arbre est en acier trempé et rectifié, et tourne dans des coussinets en bronze permettant de rattrapper le jeu.

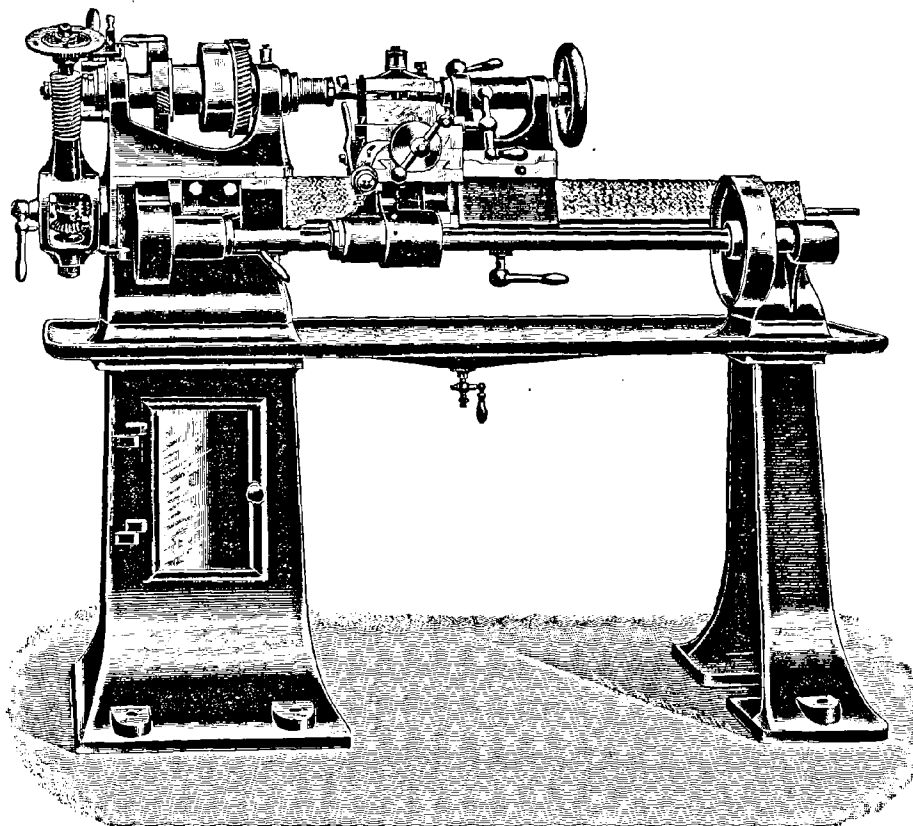


Fig. 896. — Machine automatique pour la fabrication des fraises à dépointe.

## CHAPITRE ONZIÈME

**MACHINES A MEULER, RECTIFIER, POLIR, AFFUTER.** — Nous réunissons ces différents appareils en un même chapitre, parce que tous comportent une meule, de plus ou moins grand diamètre, destinée à attaquer et à user le métal. Tantôt, comme dans les machines à meuler, le but est d'enlever d'assez forte épaisseur de métal, en remplaçant ainsi avantageusement le burin et la lime par la meule d'émeri ; tantôt, comme dans les appareils à rectifier, c'est pour user les parties de pièces trempées, légèrement déformées par la trempe et qui ne peuvent, par suite de cette trempe, être attaquées par un outil d'acier ; d'autre fois, comme dans les machines à polir, c'est simplement pour user les dernières irrégularités des surfaces de métal et leur donner un poli parfait ; c'est enfin, dans les meules ordinaires et les machines à affûter, pour donner le coupant nécessaire aux outils : outils de tour, de raboteuse, de mortaiseuse, forets, lames d'alé-seuse, fraises, scies, etc.

**Machines à meuler.** — Depuis quelques années, la meule d'émeri s'est répandue dans presque tous les ateliers de constructions mécaniques ; elle est devenue aujourd'hui un outil indis-



pensable dans l'industrie métallurgique. La meule d'émeri peut, en effet, remplacer dans certains cas et avec grand avantage, la lime et le burin ; elle constitue en somme une véritable lime circulaire conservant son mordant en s'usant.

Les meules d'émeri se présentent ordinairement sous la forme d'un disque plus ou moins épais ; mais elles peuvent présenter un profil quelconque, approprié à un genre de travail particulier auquel elles peuvent être destinées.

Les meules d'émeri doivent tourner relativement à une grande vitesse, aussi, lorsqu'elles doivent être actionnées à la main, est-il indispensable d'intercaler, entre la manivelle de commande et la meule, plusieurs trains d'engrenages multiplicateurs de vitesse.

\* \* \*

C'est ainsi que la meule d'émeri de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, représentée par la figure 897, reçoit son mouvement par une double manivelle et deux trains d'engrenages augmentant la vitesse de rotation. Un volant assez lourd est calé sur l'arbre des manivelles pour régulariser le mouvement.

A l'avant, se trouve un support articulé, pouvant s'incliner plus ou moins sous l'action d'une vis à volant ; le dessus de ce support peut se rapprocher de la meule, afin de garder la distance voulue quelles que soient l'inclinaison du support et l'usure de la meule.

Les paliers sont soigneusement fermés pour mettre les parties frottantes à l'abri des poussières d'émeri qui en provoqueraient rapidement l'usure. La meule a 40 millimètres de diamètre sur 4 centimètres d'épaisseur.

Cette meule est spécialement destinée aux serruriers, charpentiers en fer et chaudronniers.

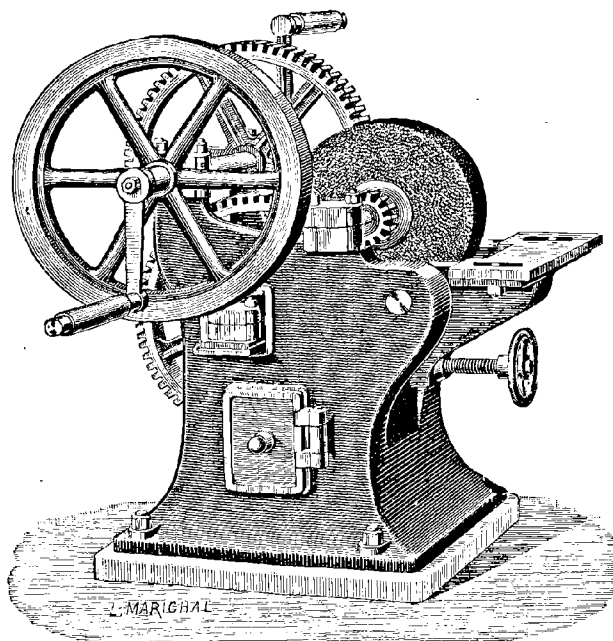


Fig. 897. — Meule d'émeri à manivelles.

\* \* \*

La figure 898 représente un appareil à meuler, de la même maison, comportant deux meules d'émeri calées sur un même arbre, commandé par un petit cône à deux étages ; la vitesse de rotation de l'arbre devant être assez considérable, ce cône est naturellement de faible diamètre. Les paliers de l'arbre sont à longue portée, à graissage automatique ; les deux meules sont montées de chaque côté en porte-à-faux.

Le bâti creux, venu d'une seule pièce de fonte, possède quatre chariots pouvant être plus ou moins rapprochés des meules par des vis à croisillons. Cette machine, spécialement destinée aux grands ateliers de constructions mécaniques, de charpente en fer et de grosse chaudronnerie, possède des meules de 1 mètre de diamètre sur 175 millimètres d'épaisseur.

\* \* \*

Dans les machines que nous venons d'examiner, les meules sont disposées pour travailler avec leur partie cylindrique ; il est donc évident qu'elles ne peuvent guère servir à dresser les parties plates. Pour cette dernière fonction, on dispose parfois les meules pour leur permettre de travailler avec l'une de leurs bases ; dans ce cas, l'appareil prend le nom de lapidaire.

Dans les lapidaires la meule peut être disposée verticalement comme dans les machines pré-

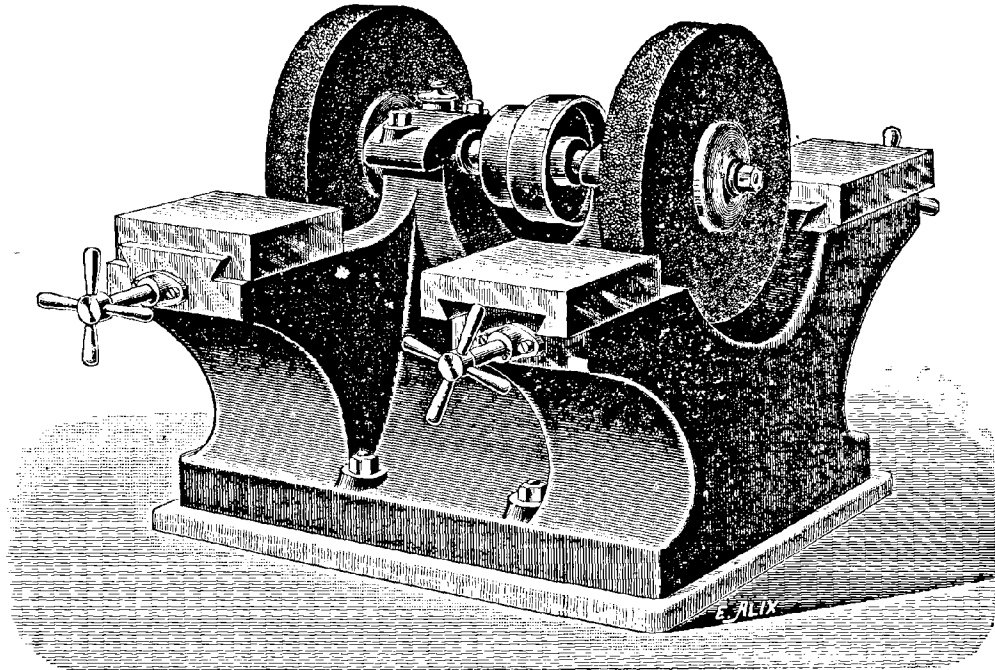


Fig. 898. — Meule d'émeri double de Dandoy-Mailliard.

céderentes, mais elle peut aussi être disposée horizontalement, son arbre prenant dans ce cas une position verticale.

La figure 899 représente un lapidaire double, pouvant par suite travailler sur les deux faces, des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>o</sup>. L'arbre horizontal est commandé par deux petites poulies, l'une folle, l'autre fixe, de manière à permettre la mise en marche et l'arrêt de l'appareil.

L'arbre reçoit à chacune de ses extrémités un plateau en fonte, entièrement tourné et disposé pour recevoir les meules. En face de chaque meule, se trouve un support monté sur table pivotante dont l'inclinaison peut être variée, à l'aide de vis à volant, suivant l'inclinaison des pièces à travailler. Le diamètre des couronnes à meuler pouvant être fixées sur les plateaux est de 70 centimètres.

\*\*\*

La machine à meuler de M. Huré,

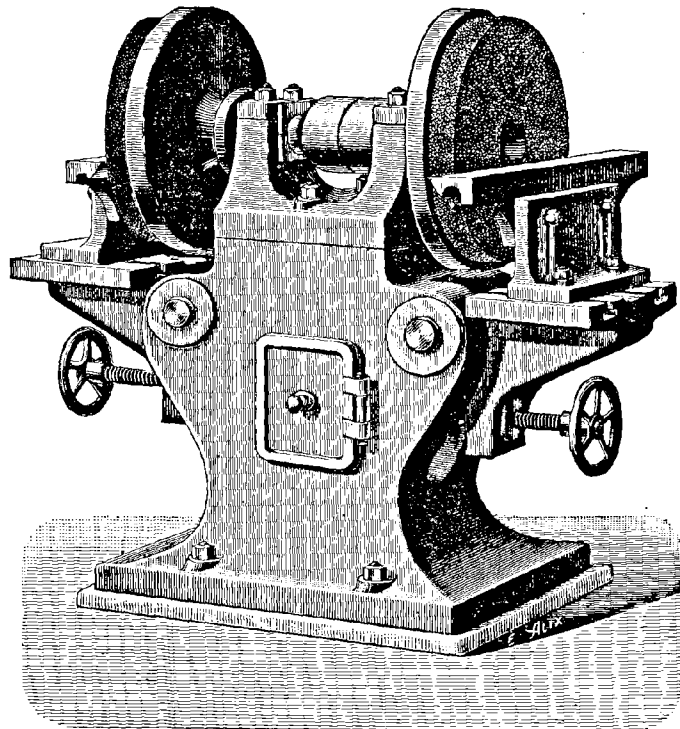


Fig. 899. — Lapidaire double.

représentée par la figure 900, porte d'un côté un plateau de lapidaire en fonte, entièrement tourné et disposé pour recevoir à volonté une couronne en émeri, en cuivre rouge ou en plomb, suivant les travaux ; et de l'autre côté, une meule en émeri.

L'arbre en acier tourne dans des coussinets en bronze à graissage automatique ; l'un d'eux est en forme de butée d'hélice pour éviter le jeu latéral. Un support double à coulisse, est placé devant le plateau du lapidaire, et un support simple devant la meule.

\*  
\*\*

Dans les lapidaires horizontaux et verticaux, on remplace assez fréquemment la meule d'émeri par une couronne en cuivre rouge, en plomb, en étain ou en alliage d'une composition quelconque, qu'on saupoudre de poudre d'émeri légèrement humectée. Pour obtenir ces disques, on coule le métal fondu sur le plateau, disposé au fond d'un moule de dimension voulue, et muni de rainures en T, pour maintenir solidement le disque de métal. La vitesse de rotation des lapidaires doit être assez considérable et atteindre 1.500 à 1.800 mètres à la circonférence extérieure.

Il est bon de choisir les meules d'émeri avec soin et de les essayer avant de les mettre en usage, car à ces grandes vitesses de rotation elles peuvent, si elles présentent des défauts, éclater en envoyant avec une force considérable des débris dans toutes les directions ce qui peut provoquer des accidents des plus sérieux.

**Machines à rectifier les pièces trempées.** — Lorsqu'on fabrique des pièces d'acier destinées à être trempées, on les termine entièrement avant la trempe, celle-ci rendant les pièces

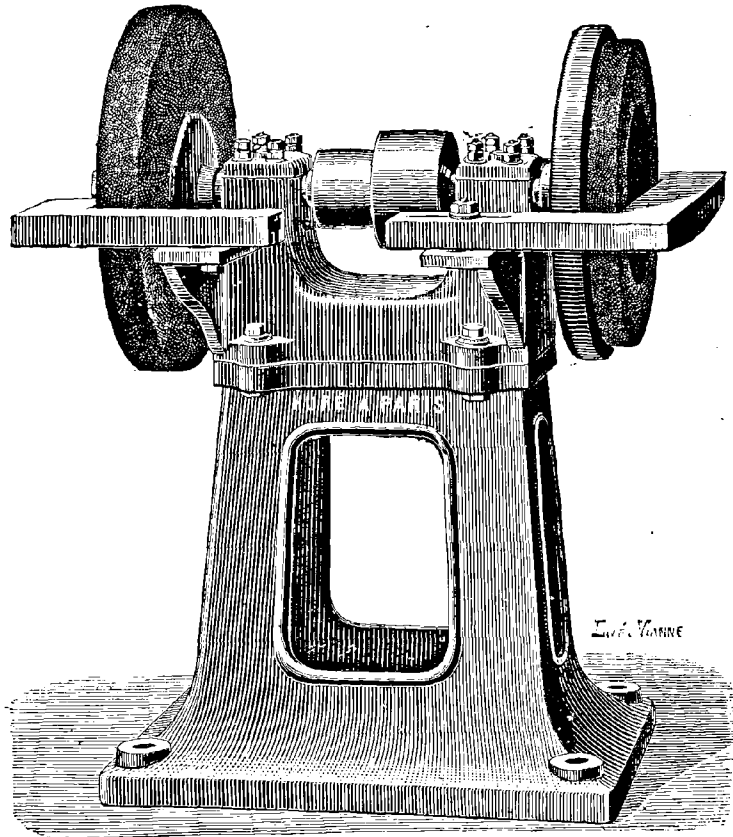


Fig. 900. — Meule-lapidaire de M. Huré.

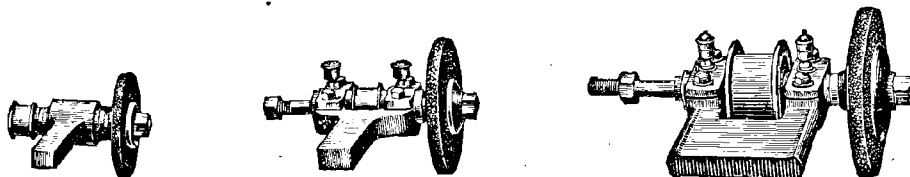


Fig. 901. — Appareils à meuler destinés à être fixés sur un chariot de tour.

d'une telle dureté que les outils également en acier trempé ne peuvent plus entamer leur surface et s'émoussent de suite. Or, il arrive fréquemment que la trempe altère quelque peu la forme des

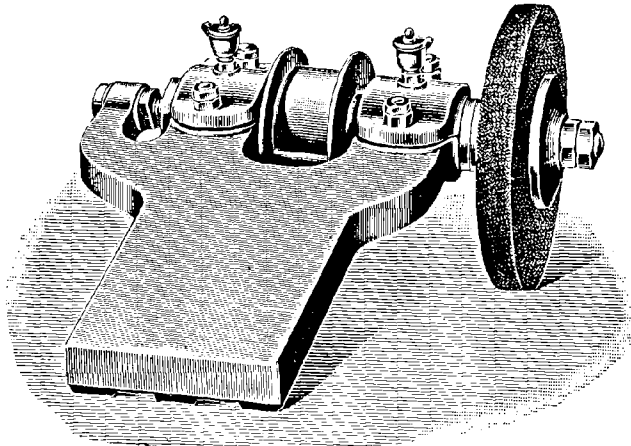


Fig. 902. — Appareil à meuler pour chariot de tour.

ainsi que nos figures 901 et 902 représentent divers petits appareils à meuler de M. Lucas,

pièces et pour les pièces de précision, il devient indispensable de les rectifier après cette trempe. Nous avons vu qu'on ne peut penser les entamer avec des outils d'acier, il devient donc nécessaire d'utiliser des petites meules d'émeri tournant à très grande vitesse et qui entament avec facilité et rapidité l'acier trempé le plus dur.

Pour rectifier les arbres trempés, on peut utiliser un tour parallèle quelconque en fixant sur son chariot, en place de l'outil, une petite meule d'émeri animée d'un rapide mouvement de rotation. C'est

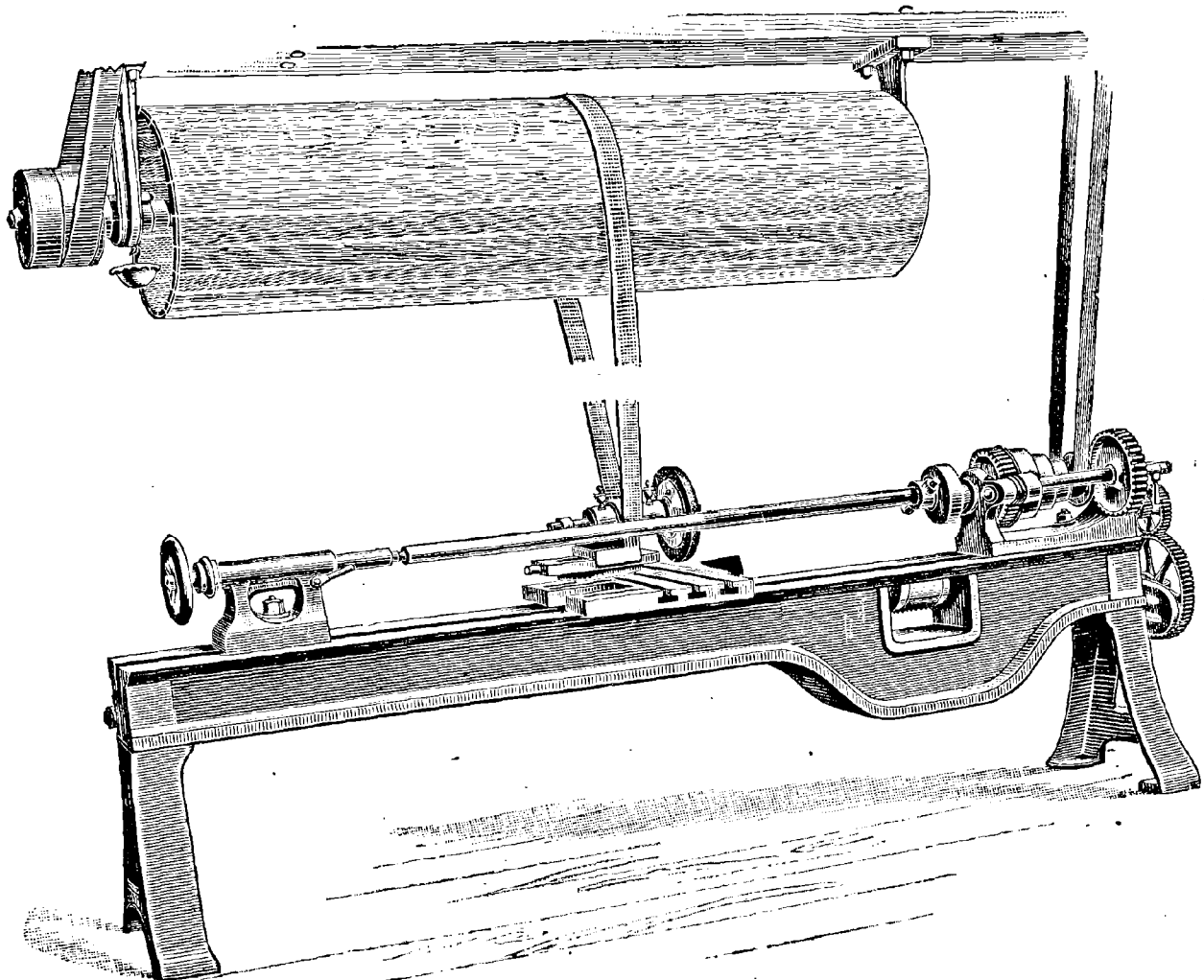


Fig. 903. — Appareil à meuler de M. Lucas fixé sur le chariot d'un tour parallèle et commandé par une transmission spéciale.

destinés à être adaptés sur le chariot d'un tour parallèle comme l'indique la figure 903.

Dans ce cas, la commande de la petite meule qui doit tourner à grande vitesse, est effectuée par une transmission intermédiaire composée d'un long tambour léger en bois, commandé lui-même par poulies folle et fixe.

Le diamètre des petites meules d'émeri varie de 15 à 30 centimètres, leur épaisseur de 12 à 50 millimètres et leur vitesse de rotation de 3000 à 1700 tours par minute.

On construit d'ailleurs des appareils spécialement établis pour rectifier à la meule les pièces d'acier trempées cylindriques. Telle est la machine à rectifier les pièces trempées de MM. Bariquand et Marre, représentée par la figure 904.

Cette machine est spécialement destinée au travail à la meule des pièces en acier trempé et à la rectification des pièces cylindriques, coniques ou à faces planes. Tous les arbres des poupées sont à collets trempés et rectifiés. Leurs coussinets sont formés de bagues extensibles protégées contre la poussière d'émeri par leurs écrous de réglage à chapeau.

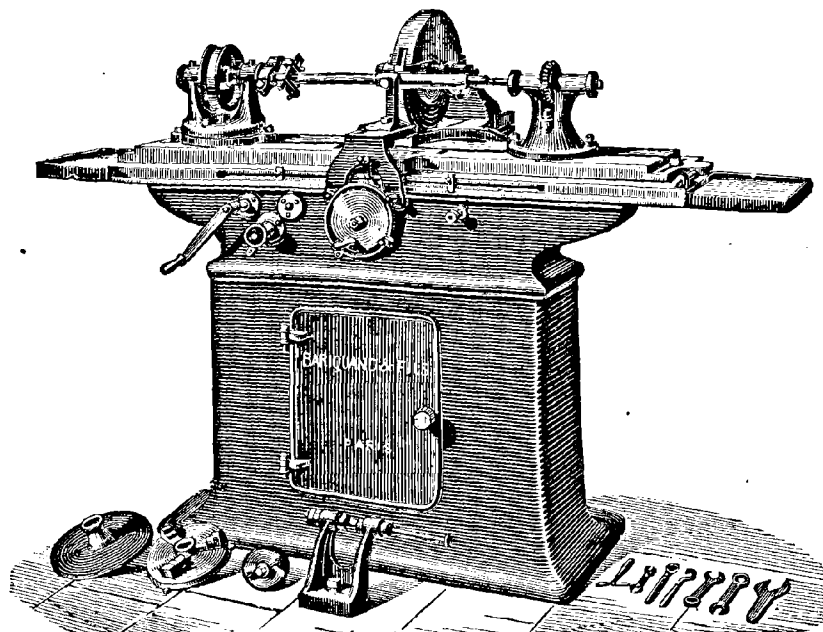


Fig. 904. — Machine à rectifier les pièces trempées de Bariquand et Marre.

La table marche à la main ou automatiquement dans les deux sens. Le changement de marche se fait automatiquement au moyen de butées réglables.

La poupée fixe est montée sur base pivotante graduée pour la façon des pièces coniques. Elle reçoit un plateau centrant seul, une poulie folle à toc pour le travail des pièces entre pointes fixes. La poupée fixe est, en outre, disposée pour recevoir une roue diviseur avec alidade pour l'usinage des pièces divisées.

La contre-pointe à ressort donne une pression constante sur les pièces. Elle peut être immobilisée par une vis de pression. Ces deux poupées sont fixées sur la coulisse portante, qui sert à incliner la ligne des pointes par rapport à l'axe de la table pour la production des cônes. Une des extrémités de cette coulisse porte une graduation et une vis de rappel.

La poupée porte-meule est recouverte d'une garde. Pour la rectification des surfaces intérieures, on remplace la poupée précédente par une petite poupée à longue broche.

La coulisse transversale est mue à la main par un volant placé sur le devant de la machine. Sa partie supérieure reçoit les poupées porte-meules. Elle pivote pour donner la coupe. Un pont en fonte porte-lunette à suivre et guide réglable se fixe sur le bâti au-dessus de la table.

On dispose également les machines à rectifier, pour travailler les surfaces planes comme

l'indique la machine des Ateliers de constructions mécaniques de Mulhouse, représentée par la figure 905.

Cette machine peut rectifier des pièces en métal trempé ou non trempé et peut produire des surfaces parfaitement planes dans les limites des dimensions suivantes : longueur de la pièce à travailler (mouvement longitudinal) 0<sup>m</sup>,300 ; largeur de la pièce à travailler, 0<sup>m</sup>,125 ; hauteur de la pièce, 0<sup>m</sup>,100.

La machine se compose essentiellement d'un bâti portant une table montée sur un chariot recevant les pièces à travailler et leur communiquant

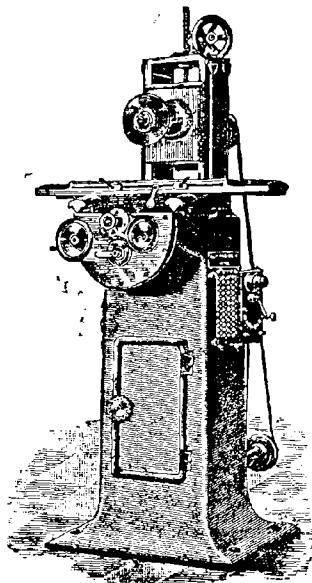


Fig. 905. — Machine à rectifier les surfaces planes.

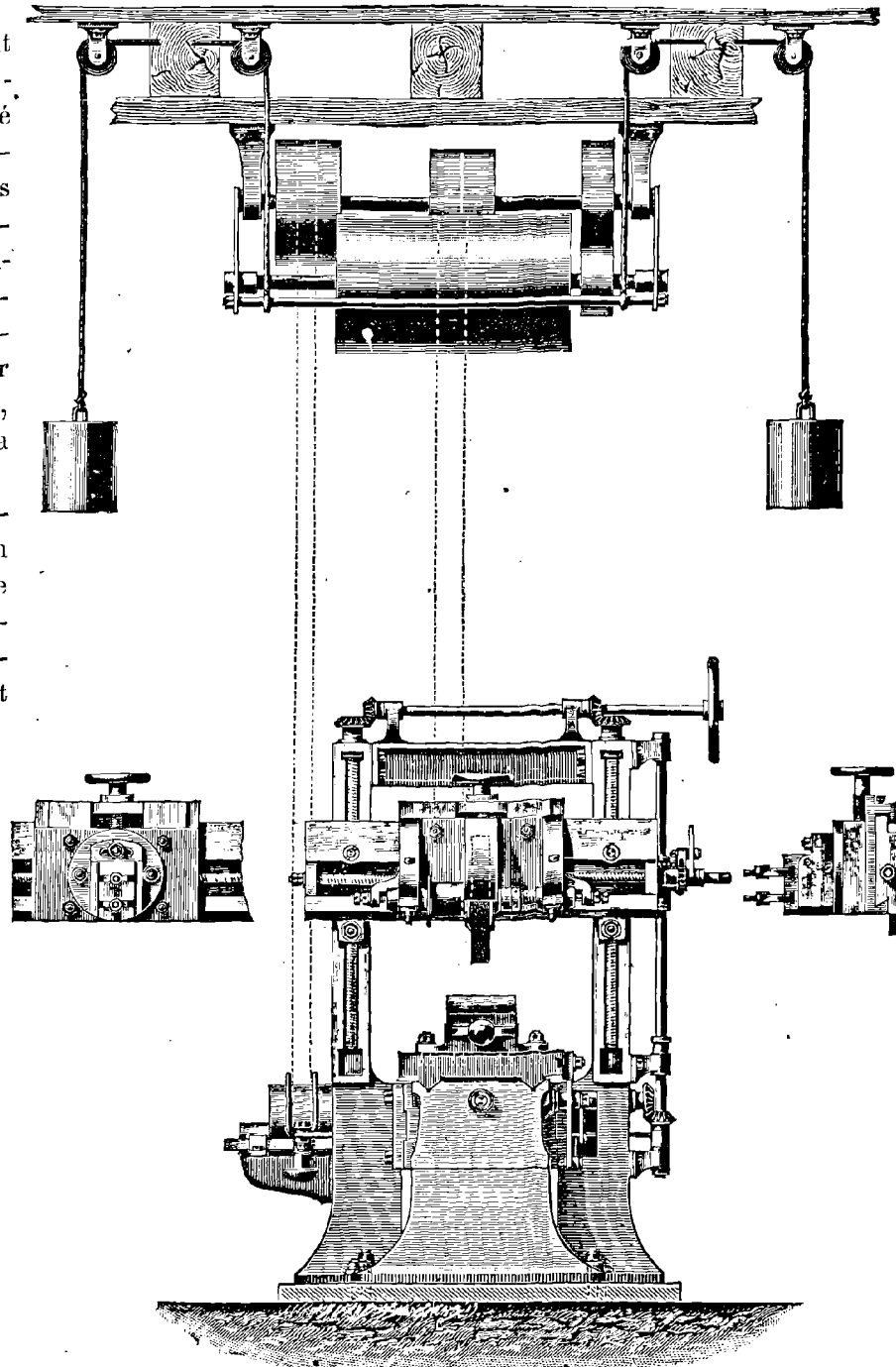


Fig. 906. — Machine à rectifier les surfaces planes de M. Lucas.

un mouvement longitudinal rectiligne alternatif. Ce mouvement est à la main ou mécanique, à amplitude réglable et à changement de direction automatique. A chaque extrémité de course, la table reçoit un mouvement mécanique d'avance. Le porte-meule est réglable en hauteur.

Cette machine est disposée pour être commandée suivant demande, soit électriquement, soit par un renvoi de mouvement ordinaire. La machine de notre gravure est actionnée directement par un moteur électrique, disposé dans le socle qui porte sur le côté le rhéostat de réglage et l'interrupteur de mise en marche.

\*  
\* \*  
\*

La machine à meuler et surfacer automatique de M. Lucas, représentée par la figure 906, est également destinée à dresser et rectifier les surfaces planes. Elle est absolument disposée comme une machine à raboter et peut d'ailleurs servir de raboteuse ; il suffit pour cela de remplacer le chariot porte-meule par un chariot porte-outil, que montre de face et de côté les deux petites gravures disposées sur le côté de l'appareil dans notre figure.

La commande de la meule est effectuée par un tambour dont l'arbre est disposé sur un châssis oscillant, maintenu par deux contrepoids ; cette disposition donne à la courroie de commande une tension constante, tout en permettant à l'arbre porte-meule de se déplacer aussi bien verticalement qu'horizontalement. Ce tambour est actionné, par l'arbre de la transmission principale, au moyen d'une roue et d'un galet de friction.

Cette machine, qui convient particulièrement pour le travail des bielles et autres pièces de ce genre, possède une meule de 350 millimètres de diamètre et 65 millimètres d'épaisseur et peut travailler des pièces de 1<sup>m</sup>,550 de longueur sur 60 centimètres de largeur et 65 centimètres de hauteur. La course de la table est automatique ; l'alimentation du chariot est automatique ou à la main à volonté.

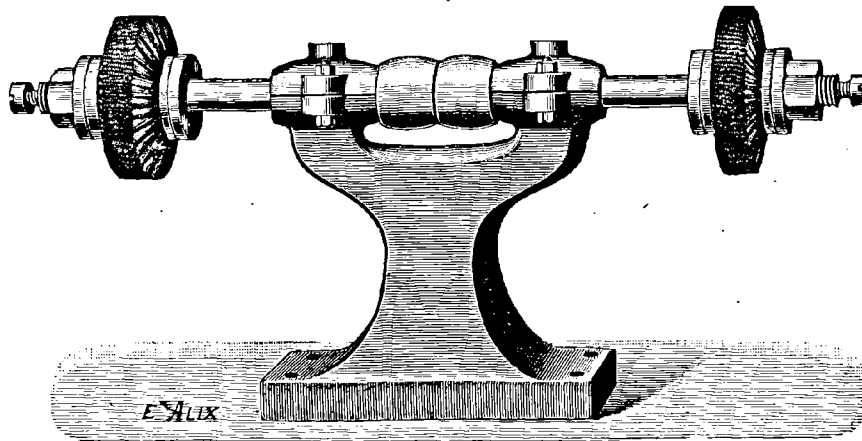


Fig. 907. — Touret ou machine à polir.

**Machine à polir.** — Pour terminer certaines pièces, en leur donnant un poli parfait, on utilise fréquemment un petit appareil simplement composé d'un arbre horizontal tournant à très grande vitesse, plusieurs milliers de tours par minute, et recevant de petites meules en bois, en étoffe, en feutre, en cuir, en crin, etc., que l'on saupoudre de poudre d'émeri très fine, puis pour terminer de blanc d'Espagne ou autre matière analogue.

Notre figure 907 représente un de ces petits appareils constitué par un petit bâti, se boulonnant sur un établi quelconque, et, recevant à sa partie supérieure, dans deux paliers graisseurs, à longue portée, l'arbre horizontal porte-meule. Cet arbre est muni pour sa commande de deux petites poulies de petit diamètre, l'une folle et l'autre fixe.

Aux deux extrémités de l'arbre en porte-à-faux, peuvent se fixer les meules de natures diverses

et les brosses nécessaires au polissage. Lorsque les pièces sont destinées à être nickelées il est indispensable de les bien polir au préalable pour obtenir un dépôt brillant et adhérent.

**Machines à affûter.** — Dans tous les ateliers, aussi petits soient-ils et quelle que soit leur destination, aussi bien chez les menuisiers et charpentiers que chez les serruriers et les grands ateliers de constructions mécaniques, on rencontre une meule à affûter les outils. Tout le monde connaît ces appareils fonctionnant tantôt à la main, tantôt au pied ou au moteur, et simplement constitués d'une meule plus ou moins grande de grès tournant dans une auge contenant de l'eau.

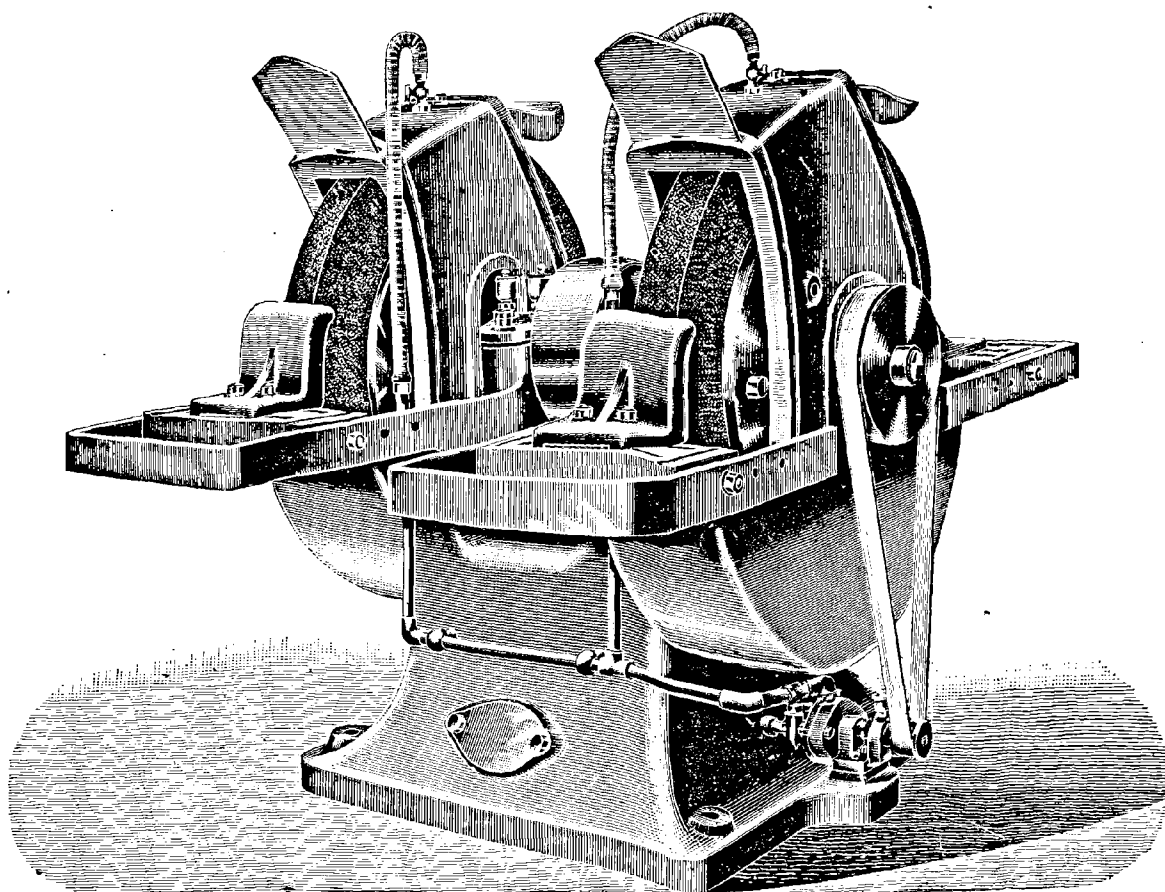


Fig. 908. — Machine à affûter double de M. Lucas.

Cet appareil sert à donner aux différents outils la coupe voulue et à rectifier cette coupe lorsqu'elle a pu être altérée par le travail. Pour donner de bons affûtages, il est utile que ces meules soient montées solidement sur leur axe et tournent parfaitement rond. Lorsque par l'usage la meule ne tourne plus bien rond, il est donc nécessaire de la retourner au moyen d'un outil en acier dur. La vitesse à la circonférence des meules à affûter ne doit pas dépasser de 5 à 10 mètres à la minute.

Pour les meules de grand diamètre il est bon de les bien vérifier avant leur mise en usage et de constater si elles ne contiennent pas de défaut ; il est également bon de les essayer de temps à autre, à une vitesse plus grande que celle où elles travaillent habituellement ; et cela afin de prévenir les accidents qui pourraient résulter de leur éclatement en marche, car, quoique leur



vitesse de rotation soit moins considérable que celle des meules d'émeri, elles peuvent parfois éclater d'une manière très dangereuse.

\*\*\*

En dehors des modèles simples et courant de meule à affûter, que tout le monde connaît, on construit certains modèles plus perfectionnés, destinés aux grands ateliers et présentant quelques dispositions intéressantes. Telle est la machine à affûter double de M. Lucas, représentée par la figure 908.

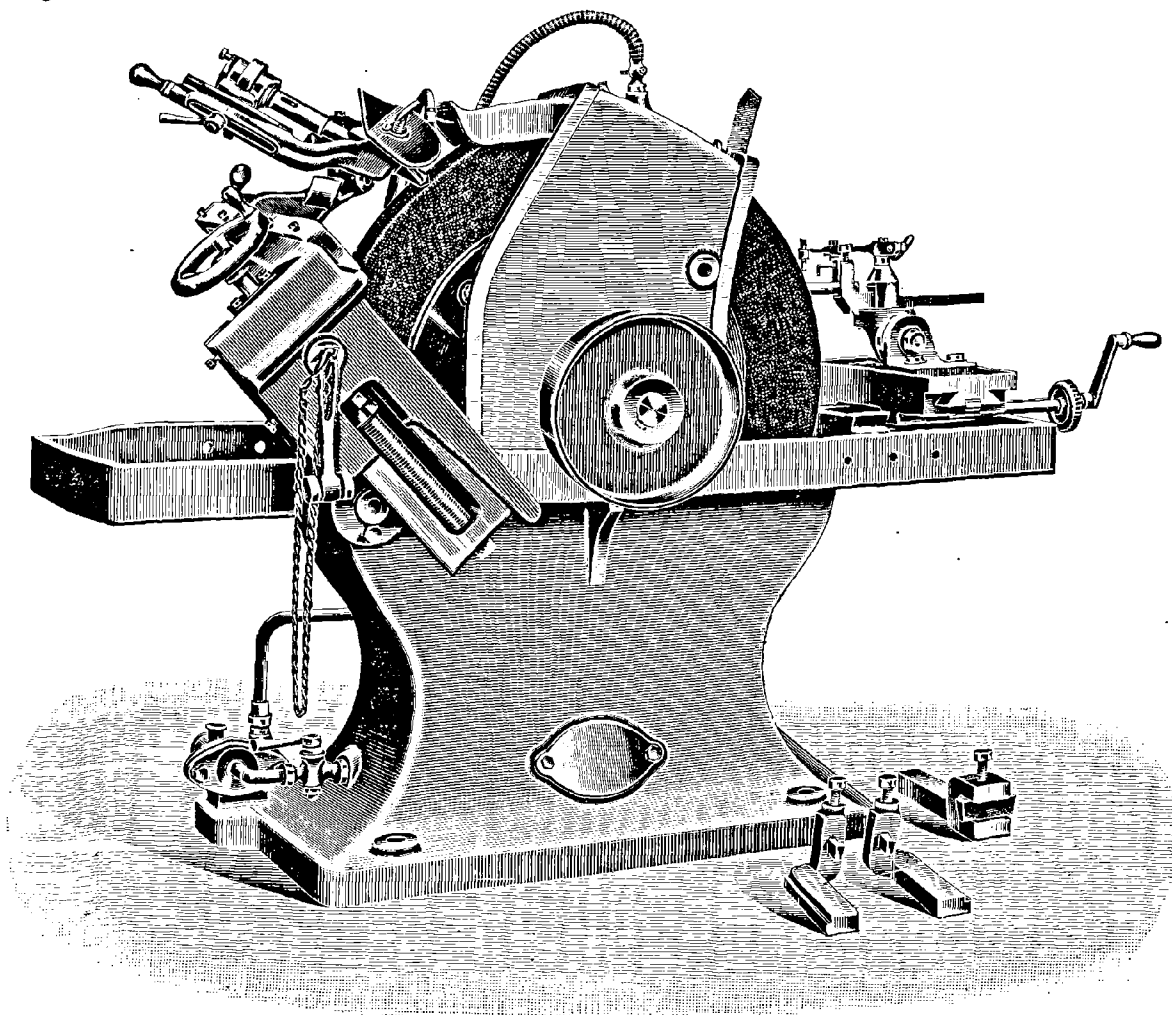


Fig. 909. — Machine à affûter les forets et outils divers de M. Lucas.

Cette machine possède deux meules calées à chaque extrémité d'un arbre unique commandé par une poulie centrale ; le bâti très robuste est venu d'une seule pièce avec les auges des meules.

Une petite pompe centrifuge, actionnée à l'aide d'une courroie par une poulie calée sur l'extrémité de l'arbre, refoule constamment un filet d'eau qui retombe sur la partie supérieure des meules, puis revient dans le bâti creux formant réservoir ou elle est puisée à nouveau par la pompe.

Les meules ont 60 centimètres de diamètre sur 75 millimètres d'épaisseur ; elles doivent tourner à une vitesse d'environ 500 tours par minute.

La figure 909 représente une machine à affûter analogue à la précédente mais ne possédant qu'une seule meule. Le bâti de cette machine porte de plus d'un côté, à droite, un chariot supportant les outils à affûter et pouvant recevoir, par deux manivelles commandant deux vis, un déplacement dans tous les sens ce qui facilite et rend beaucoup plus précis l'affûtage. De l'autre côté se trouve disposé un appareil spécial pour affûter les forets hélicoïdaux analogue à ceux que nous allons décrire plus loin.

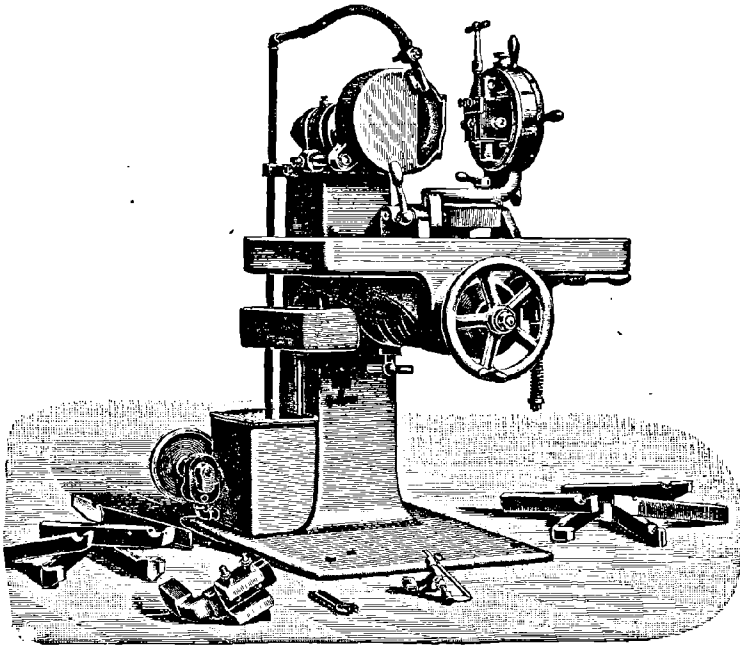


Fig. 910. — Machine à affûter les outils des Ateliers de constructions mécaniques.

Il est préférable d'employer des machines spécialement disposées pour affûter automatiquement tel ou tel genre d'outil.

C'est ainsi que la machine à affûter les outils des Ateliers de Constructions mécaniques de Mulhouse représentée par la figure 910, est destinée à affûter les outils de tour, raboteuse, mortaiseuse, aléseuse, cisaille, etc., et les forets ordinaires à langue d'aspic.

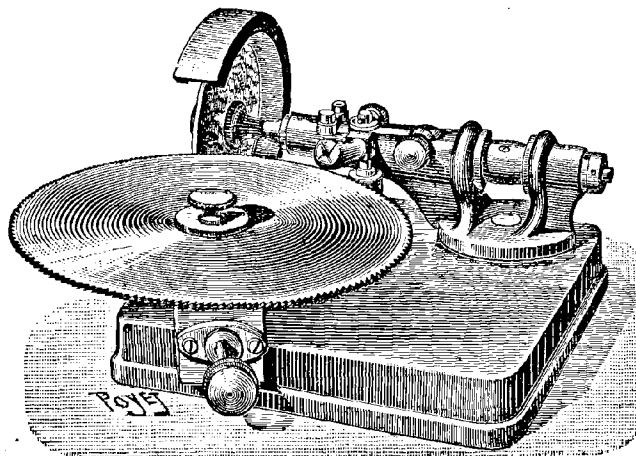


Fig. 911. — Machine à affûter les scies circulaires à métaux.

Les scies à métaux étant nécessairement trempées très dur il est presque impossible de les affûter à la main au tiers-point; d'ailleurs le travail à la main, forcément très irrégulier, ne peut procurer, tout en étant très coûteux, que de très mauvais résultats. On a donc dû réaliser des machines spéciales à affûter les scies et ce sont ces appareils qui, en facilitant considérablement l'entretien de ces outils, ont justement permis aux scies à métaux de se répandre dans tous les ateliers.

Avec l'emploi d'outils de bonne coupe et bien aiguisés le rendement des machines-outils est sensiblement augmenté; aussi est-il bon de prendre toutes les précautions voulues pour l'affûtage et, comme à la main cet affûtage n'est jamais très précis, il est préférable d'employer des machines spécialement disposées pour affûter automatiquement tel ou tel genre d'outil.

\*\*\*  
Avec l'emploi d'outils de bonne coupe et bien aiguisés le rendement des machines-outils est sensiblement augmenté; aussi est-il bon de prendre toutes les précautions voulues pour l'affûtage et, comme à la main cet affûtage n'est jamais très précis, il est préférable d'employer des machines spécialement disposées pour affûter automatiquement tel ou tel genre d'outil.

Cette machine permet de donner aux outils la forme et l'angle de coupe nécessaires pour produire le maximum de travail avec le minimum de dépense d'énergie motrice. L'outil est fixé dans un porte-outil à cercles gradués et peut être présenté à la meule dans toutes les positions désirables. Une petite pompe centrifuge établit un service d'eau qui conserve la trempe des outils en empêchant leur échauffement.

\*\*\*  
Les scies à métaux étant nécessairement trempées très dur il est presque impossible de les affûter à la main au tiers-point; d'ailleurs le travail à la main, forcément très irrégulier, ne peut procurer, tout en étant très coûteux, que de très mauvais résultats. On a donc dû réaliser des machines spéciales à affûter les scies et ce sont ces appareils qui, en facilitant considérablement l'entretien de ces outils, ont justement permis aux scies à métaux de se répandre dans tous les ateliers.

La petite machine à affûter de M. Huré représentée par la figure 911, est destinée à l'affûtage à la main des scies circulaires à métaux. Cette machine se compose d'une poupée porte-meule avec arbre en acier trempé et rectifié oscillant sur une petite table en fonte et se manœuvrant à la main; des butées de réglage limitent l'enfoncement de la meule. Un chariot porte-scie réglable, suivant le diamètre de la scie, reçoit la lame à affûter. La meule munie d'un protecteur en fer forgé est en corindon à deux biseaux et disposée pour s'user normalement.

\*  
\*\*

La machine précédente ne possède aucun mouvement automatique et l'application de la meule sur chaque dent se fait à la main, ainsi que la rotation partielle de la lame après chacune de ces opérations. Il n'en est pas de même de la machine à affûter automatiquement les scies circulaires du même constructeur représentée par la figure 912.

Cette machine est disposée pour l'affûtage automatique des scies circulaires depuis 0<sup>m</sup>,200 jusqu'à 0<sup>m</sup>,500 de diamètre. Elle est pourvue d'un dispositif produisant automatiquement la division exacte, le changement de dent pendant le recul de la meule, et l'enfoncement de la meule à chaque tour de la scie, de façon que l'affûtage se fasse complètement seul.

L'arbre de commande porte deux poulies, qui ne sont pas vues sur la gravure, l'une fixe, et l'autre folle, de sorte que cette machine peut être commandée directement par une transmission principale. Cette machine possède un plateau diviseur et une meule en corindon.

\*  
\*\*

Dans l'emploi des scies à ruban pour le sciage des métaux, l'affûtage, ainsi que nous l'avons dit, joue un rôle d'une importance capitale et ne saurait, sans aller au-devant d'un insuccès certain, être négligé. On ne peut songer à le faire à la main, ce serait beaucoup trop long et l'usure des limes entraînerait à des frais considérables, il faut absolument employer une machine spéciale pour faire ce travail.

La machine automatique à affûter des anciens établissements Panhard et Levassor, représentée par les figures 913 et 913 bis est destinée à remplir cette fonction. Elle est à meule d'émériet composée, dans ses organes essentiels, d'un bâti, d'une table et d'un balancier. Le balancier, à l'extrémité duquel est montée la meule d'éméri, possède deux mouvements; l'un pour l'affûtage du dessous de la dent, l'autre pour l'affûtage du dessus. Dans les scies à dentures fines, 3 et 4 millimètres d'écar-

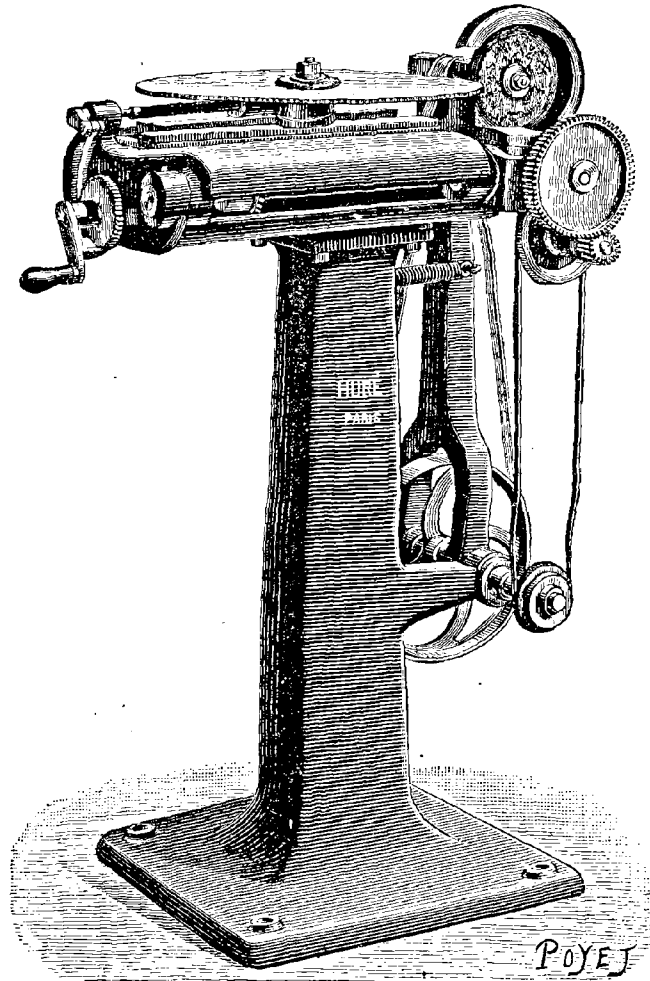


Fig. 912. — Machine à affûter automatiquement les scies circulaires.

tement, le premier mouvement est généralement seul employé ; ils le sont tous les deux dans les dentures plus écartées.

Un cliquet facilement réglable fait avancer la scie d'une dent à chaque oscillation du balancier.

Une mordache, dans laquelle on pince la lame quand on veut lui donner la voie, est placée sur le côté gauche de la table. L'emploi de cette machine est très économique, l'ouvrier la conduit tout en faisant son travail de sciage ; de plus, l'usure des meules spéciales est à peu près nulle. Une seule machine à affûter peut suffire pour cinq ou six machines à scier.

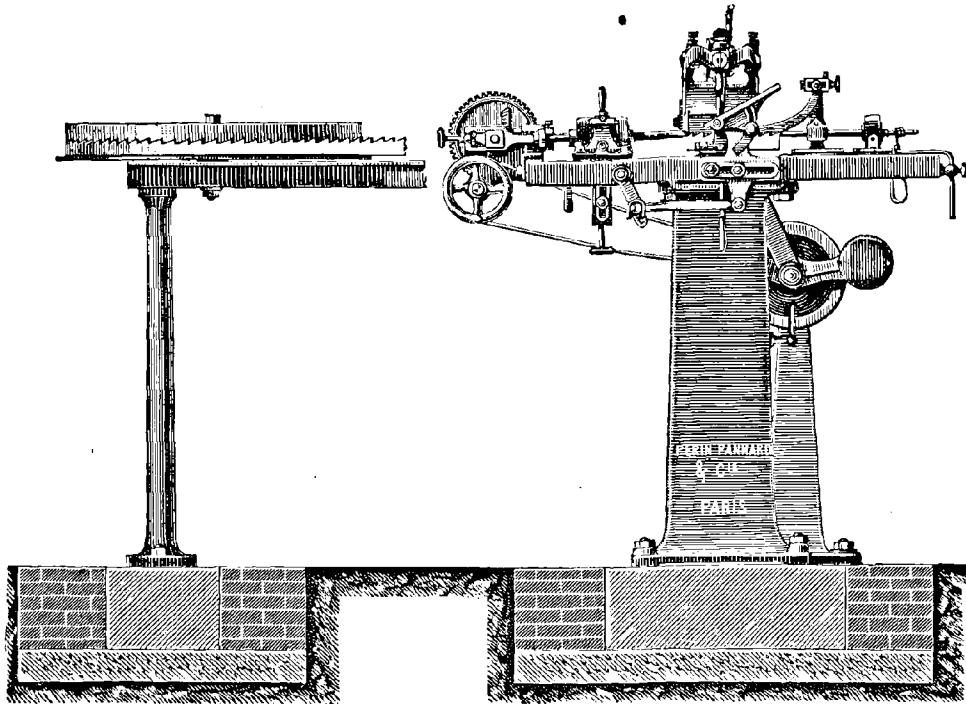


Fig. 913. — Machine automatique à affûter les scies à ruban. — Vue de face.

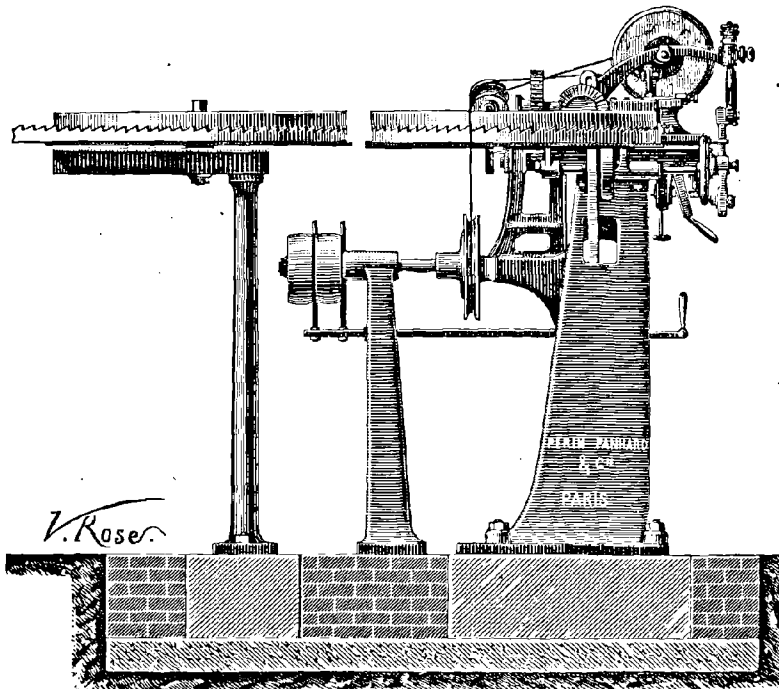


Fig. 913 bis. — Machine automatique à affûter les scies à ruban des anciens établissements Panhard et Levasseur. — Vue de côté.

\*  
\*\*

Nous avons vu, dans notre chapitre concernant les machines à percer, que les forets hélicoïdaux donnaient d'excellents résultats pour la rapidité et la régularité de la perforation des trous. Mais ils ne donnent toutefois ces bons résultats que lorsqu'ils sont parfaitement affûtés ; or leur affûtage présente de sérieuses difficultés et ne peut jamais être effectué à la main avec une précision suffisante. C'est pourquoi on a été forcément amené à établir des machines spéciales à affûter ce genre de forets.

La figure 914 représente la machine construite par M. Huré pour ce genre de tra-

vail. Dans cette machine l'arbre porte-meule en acier fondu tourne dans deux coussinets en bronze phosphoreux à graissage automatique, à très longue portée et réglables en tous sens.

Le support mobile portant le foret à affûter se déplace au moyen d'une vis de rappel et d'une manivelle. La machine comporte une disposition pour donner l'angle normal et le dégagement, et une division graduée pour chaque diamètre de foret. En plus de la meule lapidaire en corindon se trouve à l'autre extrémité de l'arbre une petite meule pour amincir la pointe des forets.

\*  
\*\*

La figure 915 représente une autre machine à affûter et à appointir les forets hélicoïdaux système Sellers de MM. Roux. Cette machine est destinée à affûter et appointir les forets hélicoïdaux et plats de 8 à 76 millimètres de diamètre et pour tout angle de la pointe compris entre 90 et 120°.

Le socle porte des graduations pour régler la position du grand mandrin pour les angles le plus communément en usage. La cuvette de l'appareil d'appointissage porte des divisions correspondant à celles qui existent sur le socle et qui déterminent la position du mandrin principal.

Le serrage du foret dans les mâchoires pour l'affûtage, est produit par un petit volant placé à la partie supérieure du mandrin.

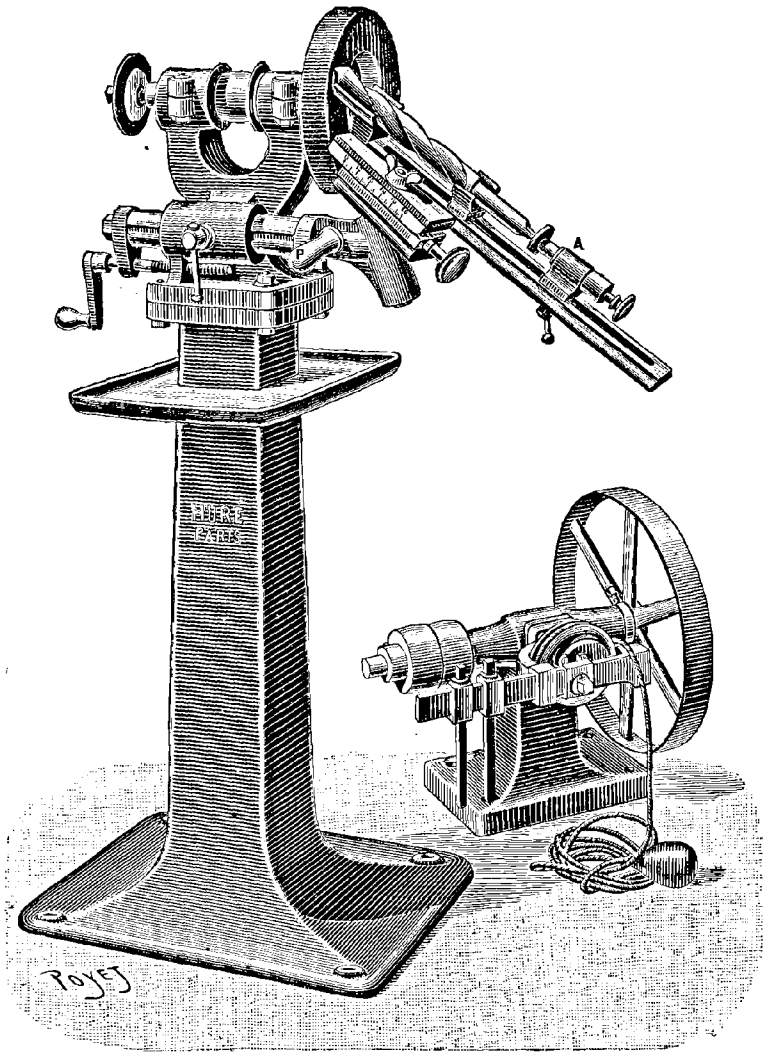


Fig. 914 — Machine à affûter les forets hélicoïdaux de M. Huré.

\*  
\*\*

Nous avons dit, au sujet des fraiseuses, que l'affûtage des fraises présentait également de grandes difficultés et qu'on avait dû créer des machines spéciales pour effectuer rapidement, économiquement et d'une façon parfaite cette opération.

La machine à affûter les fraises de la maison Dandoy-Mailliard et Lucq, représentée par la figure 916, est destinée aux fraises cylindriques, coniques, à dents rayonnantes, à angle arrondi, à champ demi-rond et à denture hélicoïdale de 9 à 10 centimètres de diamètre et au-dessous. Cette machine, dont les figures 916, 917 et 918 montrent divers mode d'emploi, est formée d'une colonne

à semelle surmontée d'une tête en forme d'équerre à deux plans verticaux, portant les organes essentiels de l'appareil.

Ces divers organes se composent : 1° d'un arbre horizontal creux, dans lequel une vis à pas rapide, terminée par un petit volant à manette, sert à faire coulisser, le long de l'arbre, une poupée porte-meule, réglable à l'aide de vis de rappel; 2° de deux chariots, dont l'un porte la fraise à affûter et dont l'ensemble peut pivoter autour d'un axe horizontal passant par le centre du secteur formant l'une des faces verticales de

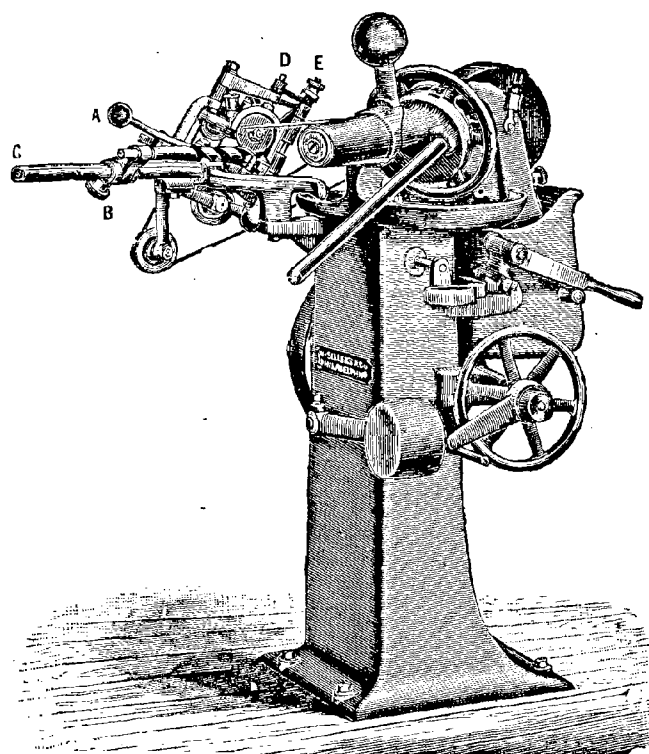


Fig. 915. — Machine à affûter les forets hélicoïdaux, système Sellers.

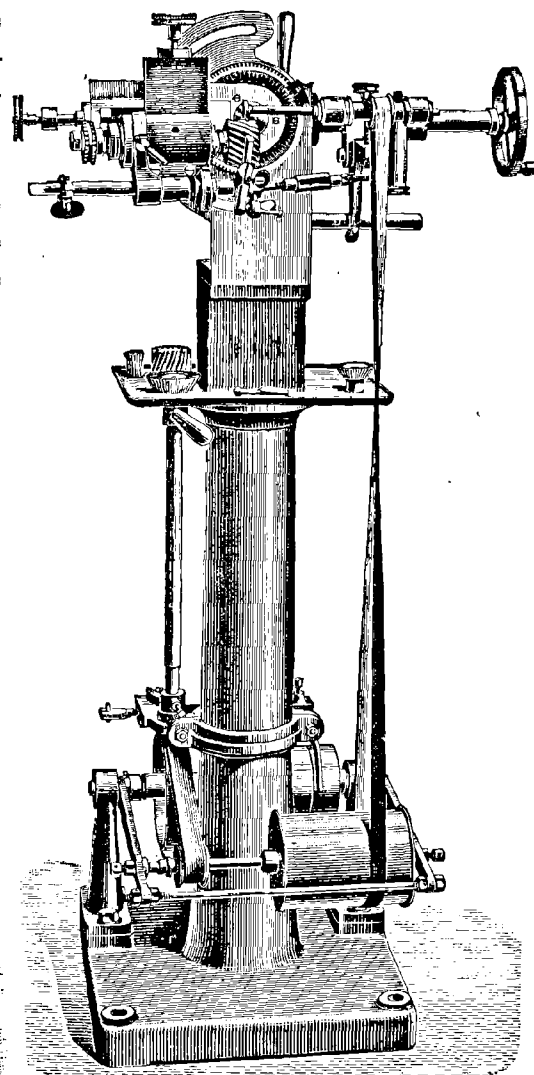


Fig. 916. — Machine à affûter les fraises disposée pour l'affûtage des fraises hélicoïdales.

l'équerre. Ce mouvement circulaire est obtenu au moyen d'une roue dentée et d'un pignon.

Ces deux chariots peuvent se déplacer séparément à l'aide de vis et leurs déplacements rectilignes ou angulaires sont mesurés par des verniers. Un toucheur à ressort complète l'appareil et sert à maintenir la fraise en position pendant l'affûtage.

Dans le cas de l'affûtage hélicoïdal, on ajoute à l'appareil une tige réglable et à rotule qui relie le toucheur à la poupée porte-meule et le fait participer au mouvement d'aller et de retour de cette dernière. Ce déplacement du toucheur a pour effet de faire tourner la fraise de façon que la meule se trouve toujours sur le sommet de la dent à travailler. La colonne porte à sa base un renvoi avec débrayage dont le dispositif se comprend facilement à l'examen de notre gravure.

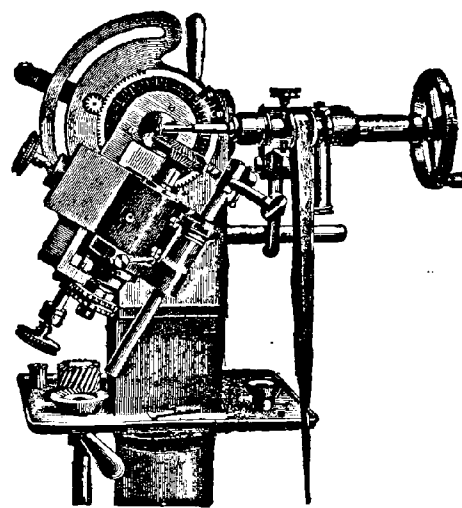
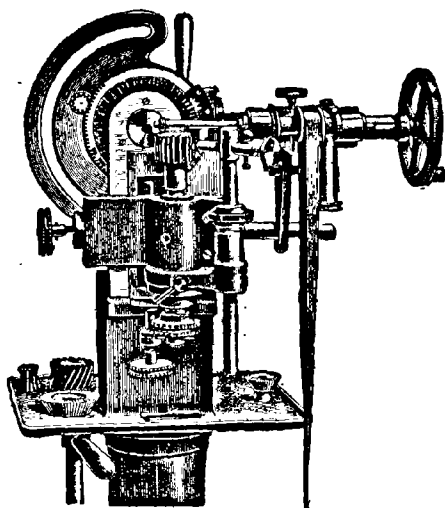


Fig. 917. — Disposition pour l'affûtage d'une fraise d'angle. Fig. 918. — Disposition pour l'affûtage des fraises à dents rayonnantes.

\*  
\*  
\*

La figure 919 représente une autre machine à rectifier et à affûter les fraises Foot-Barcker de la Société Franco-Américaine d'outillage. Cette machine peut être utilisée pour les alésoirs coniques, creux ou cylindriques, fraises de tailles coniques, droites, cylindriques, hélicoïdales, ou de formes irrégulières, montées ou non sur leur arbre.

Les figures 920 à 927 feront mieux comprendre le travail et l'utilité de cette machine qu'une longue explication. Ces figures montrent les dispositions à donner à l'appareil pour affûter les fraises de côté (fig. 920), d'angle (fig. 924), hélicoïdale (fig. 922), à tailler les engrenages (fig. 923), un alésoir conique (fig. 924), pour meuler les rainures d'un alésoir conique (fig. 925), pour mouler en bout (fig. 926) et enfin pour surfacer de petites parties planes (fig. 927).

L'arbre est en acier fondu, et les coussinets en bronze phosphoreux, permettant le rattrapage du jeu. Le manchon pour monter les fraises est au cône Morse. La course verticale de la meule est de 0<sup>m</sup>,10. Toute la tête de l'arbre porte-fraise est réglable à tous les angles.

Pour les fraises creuses, le diamètre admis est de 150 millimètres en longueur et en dia-

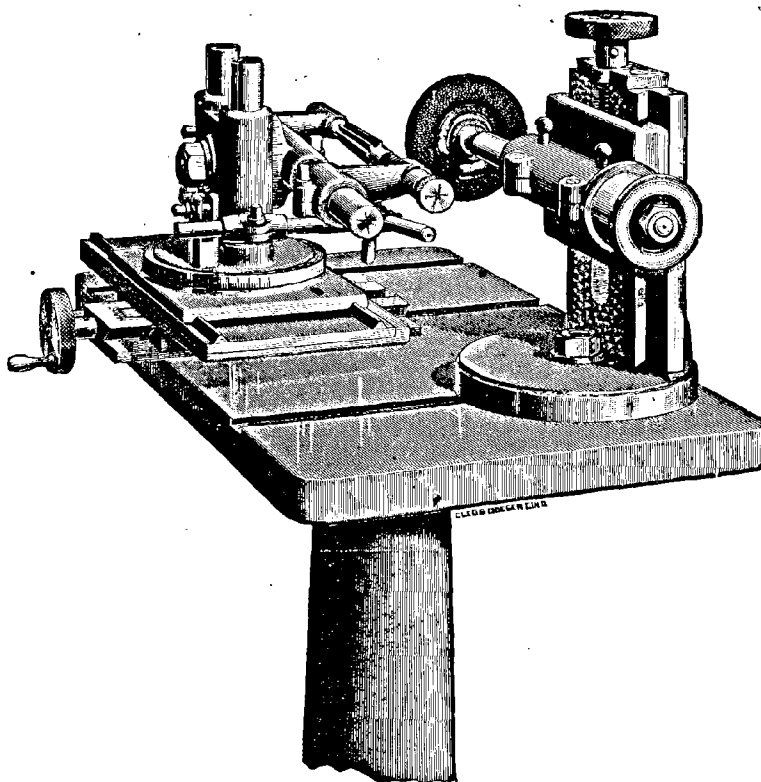


Fig. 919. — Machine à rectifier et à affûter les fraises Foot-Barcker.

mètre. Pour les alésoirs, la longueur est de 355 millimètres et le diamètre 115 et pour les fraises d'angles et de face le diamètre maximum admis est de 150 millimètres. La table a une surface de  $355 \times 162$  millimètres avec aménagement par vis à la main. La transmission intermédiaire est munie de poulies folle, et fixe, de 100 millimètres de diamètre pour courroies de 50 millimètres.

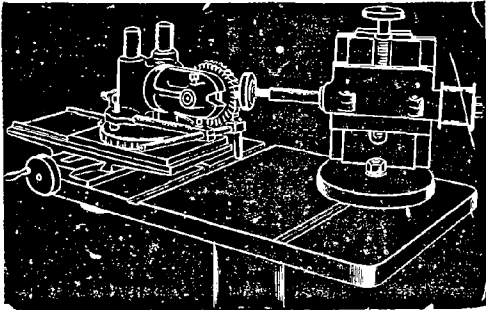


Fig. 920. — Disposition pour fraise de côté.

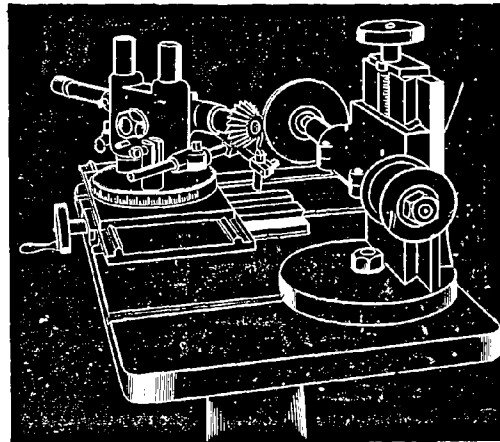


Fig. 921. — Disposition pour fraise d'angle.

La machine à tailler les fraises de Bariquand et Marre, représentée par la figure 895, et que nous avons décrite plus haut peut également être utilisée comme machine à affûter.

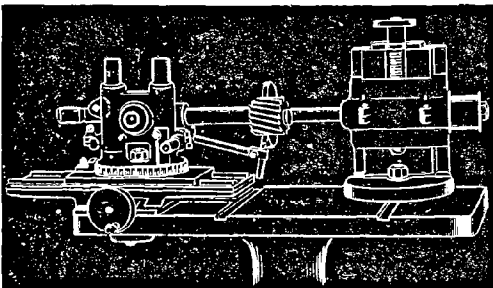


Fig. 922. — Disposition pour fraise hélicoïdale.

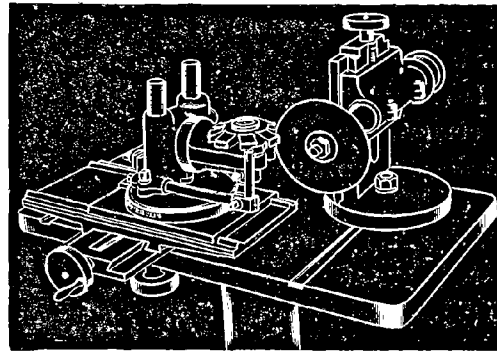


Fig. 923. — Disposition pour fraise à tailler les engrenages.

L'appareil à affûter se place de la même façon que l'appareil à tailler, mais en faisant en sorte que le centre de la meule soit déporté par rapport au sommet de la dent, afin de donner à la

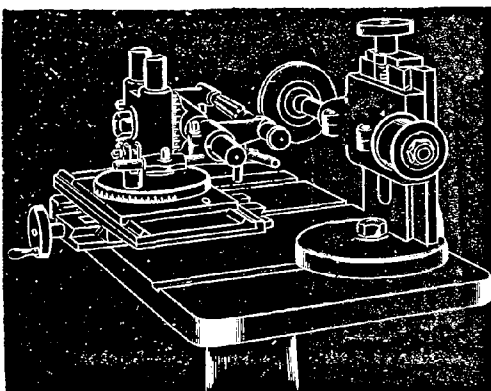


Fig. 924. — Disposition pour alésoir conique.

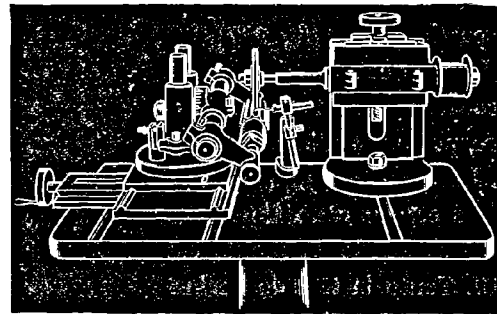


Fig. 925. — Disposition pour meuler les rainures d'un alésoir conique.



coupe l'angle de dépouille convenable. On incline la poupée de façon que la meule puisse venir en contact avec tous les points du profil.

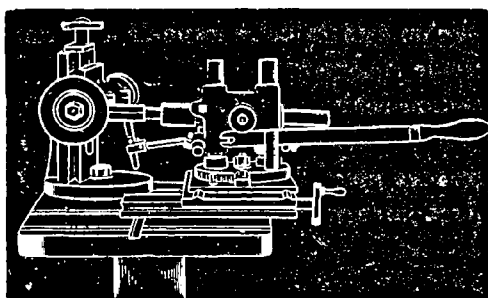


Fig. 926. — Disposition pour meuler en bout.

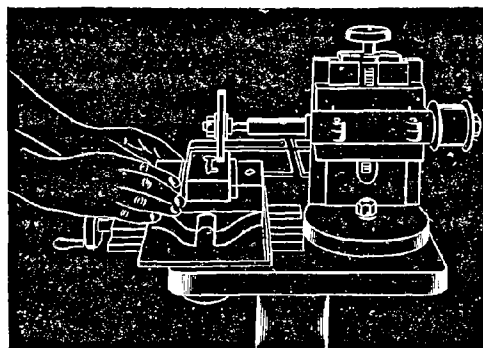


Fig. 927. — Dispositif pour surfacer.

Comme accessoire, l'appareil à affûter reçoit le porte-diamant pour entretenir les meules toutes montées parfaitement sphériques ou en forme de tores ; ces deux formes de meules d'affûtage étant les seules qui permettent d'assurer à la fraise affûtée un profil constamment parfait.

Ce petit appareil se fixe dans l'axe de l'appareil à affûter. Il se compose de trois pièces : 1° la coulisse d'excentrage dont le coulisseau sert de pivot à : 2° la coulisse de réglage qui porte : 3° le chariot porte-diamant

La forme sphérique sert avantageusement pour les profils des fraises dont les rayons de courbure ont au moins 5 millimètres. La forme de tore s'applique mieux aux profils des fraises qui ont des rayons de courbure inférieurs à 5 millimètres.

## CHAPITRE DOUZIÈME

**LES MACHINES A CINTRER.** — On a fréquemment besoin, principalement pour fabriquer les cercles de roues et pour les travaux de charpentes en fer, de donner une courbure voulue à des barres de fer de profils quelconque. Les appareils destinés à donner cette courbure sont appelés machines à cintrer.



Fig. 928.  
Cylindre cannelé de machine à cintrer.



Fig. 930. — Rouleau uni de machine à cintrer.



Fig. 929.  
Cylindre cannelé avec joues.

Ces machines sont ordinairement d'une grande simplicité ; elles sont essentiellement constituées par deux cylindres cannelés (fig. 928 et 929) recevant un mouvement de rotation dans le même sens, à l'aide de grandes roues dentées commandées par un pignon mû par une manivelle ; entre ces deux cylindres se trouve un rouleau lisse (fig. 930) qui peut se déplacer, à l'aide d'une vis, suivant la courbure à obtenir et l'épaisseur des fers à travailler. On comprend facilement que la barre de fer introduite dans l'appareil se trouve entraînée par les cylindres cannelés et prend, suivant les positions relatives des trois rouleaux, une courbure plus ou moins prononcée.

\*  
\*\*

La machine de notre figure 931, spécialement destinée à cintrer les cercles de roues, est d'un modèle un peu différent. Cette machine, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard et Lucq, ne possède, contrairement à ce que nous venons de dire, qu'un seul cylindre cannelé d'entraînement disposé au milieu et deux rouleaux lisses mobiles placés de chaque côté.

Le cylindre cannelé reçoit un mouvement de rotation par une manivelle et deux trains d'engrenages réducteurs de vitesse. La manivelle de commande peut se déplacer et se fixer sur l'axe de l'un ou l'autre des deux pignons engrenant avec les grandes roues dentées, de manière à pouvoir obtenir, suivant les cas, une simple ou une double réduction de vitesse. Il est, en effet, préférable

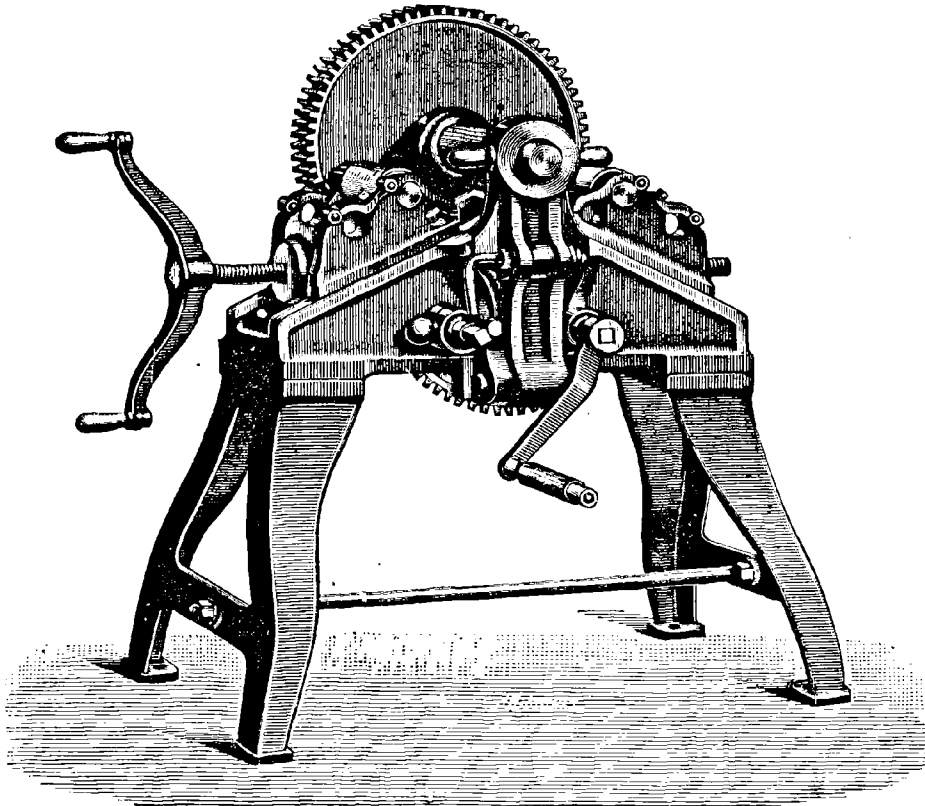


Fig. 931. — Machine à cintrer les cercles de roues.

pour gagner du temps, d'obtenir une vitesse plus grande de translation de la barre à cintrer lorsque celle-ci est de peu d'épaisseur et de faible largeur ; mais, en revanche, il est indispensable de pouvoir multiplier la puissance de la machine par une plus forte réduction de vitesse lorsque les barres à travailler sont larges et épaisses.

Les deux rouleaux unis sont supportés par deux petits chariots pouvant se déplacer sur des plans inclinés à l'aide d'une vis à deux pas en sens inverse mue par une manivelle double. Les rouleaux unis se rapprochent ainsi du cylindre cannelé central tout en s'élevant sur les plans inclinés ; on comprend facilement que, plus on rapproche et on élève ces rouleaux, plus la courbure obtenue sera prononcée.

Pour augmenter la variété des courbes à produire, et suivant les épaisseurs des barres à

travailler, les rouleaux unis peuvent prendre trois positions différentes sur les chariots et se placer dans l'une ou l'autre des trois paires de paliers disposées à cet effet.

L'un des paliers du cylindre cannelé est disposé sur un bras pouvant pivoter autour d'un tou-rillon spécial ; on peut ainsi dégager facilement l'une des extrémités du cylindre cannelé de manière à pouvoir commodément retirer de l'appareil les cercles complets qui y auront été cintrés.

Le cylindre cannelé et les rouleaux lisses de la machine que nous venons de décrire sont en acier ; cette machine permet de cintrer des lames de 175 millimètres de largeur sur 45 millimètres d'épaisseur au maximum.

Les machines dont nous venons de parler ne peuvent guère servir qu'à cintrer les barres plates employées pour fabriquer les cercles des roues ; mais il est fréquemment nécessaire, dans les travaux de charpentes en fer, de cintrer des fers de profils variés. La machine à cintrer de M. Dard représentée par notre figure 932 est justement destinée à cintrer ces fers spéciaux.

Elle se compose d'un solide bâti de fonte recevant entre ses deux flasques les trois cylindres cintréurs de forme appropriée à la nature des fers à travailler. Les deux cylindres latéraux reçoivent un mouvement de rotation par une double manivelle actionnant par pignon une première roue dentée sur l'axe de laquelle est calé un second pignon engrenant avec les deux grandes roues dentées calées sur l'axe des cylindres entraîneurs.

Le troisième cylindre, placé à la partie supérieure entre les deux autres, est supporté par un chariot mobile qui peut recevoir un déplacement vertical commandé par deux vis mues simultanément par une série d'engrenages.

Cette machine peut être munie d'une poulie pour la marche au moteur ; elle permet de cintrer des fers plats de 22 centimètres de largeur sur 6 centimètres d'épaisseur ; elle permet également de cintrer des fers cornières en T, en double T, etc.

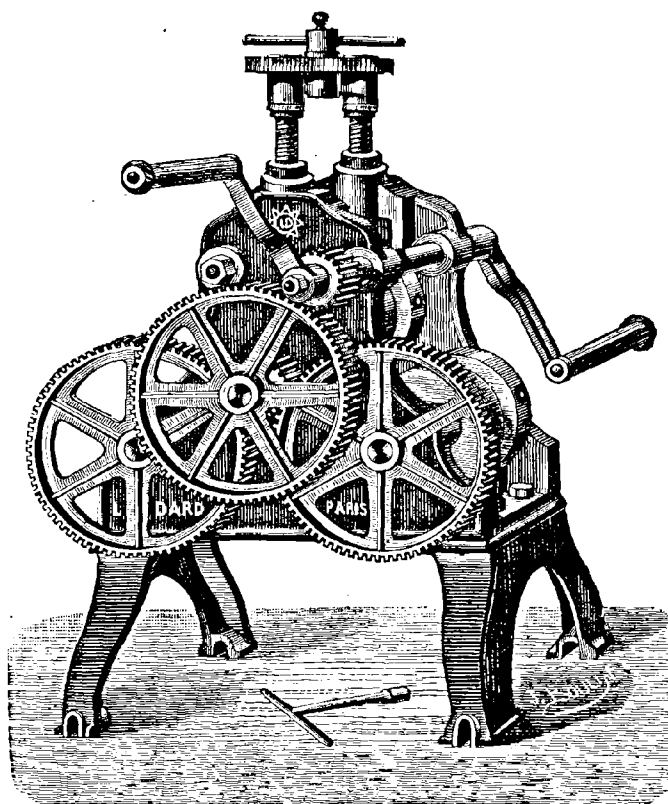


Fig. 932. — Machine à cintrer pour fers spéciaux de M. Dard.

La machine à cintrer pour fers spéciaux de notre gravure 933, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, est d'une disposition analogue. Un robuste bâti de fonte, composé de deux flasques, porte les paliers des deux cylindres entraîneurs, mus à l'aide d'une double manivelle, par un double train d'engrenages réducteur de vitesse disposé comme dans la machine précédente.

Le cylindre central est supporté par deux paliers pouvant se déplacer verticalement dans les glissières pratiquées dans les flasques de fonte ; ce déplacement est effectué par deux vis mues simul-

tanément à l'aide d'une manivelle, par l'entremise de deux vis sans fin engrenant avec les roues dentées calées sur leurs écrous.

Pour cintrer des fers en T ou cornières on peut fixer sur les cylindres cintrants des bagues-guides (fig. 934) comme l'indique la figure 933 ; on règle la distance entre les bagues suivant l'épaisseur des fers à cintrer.

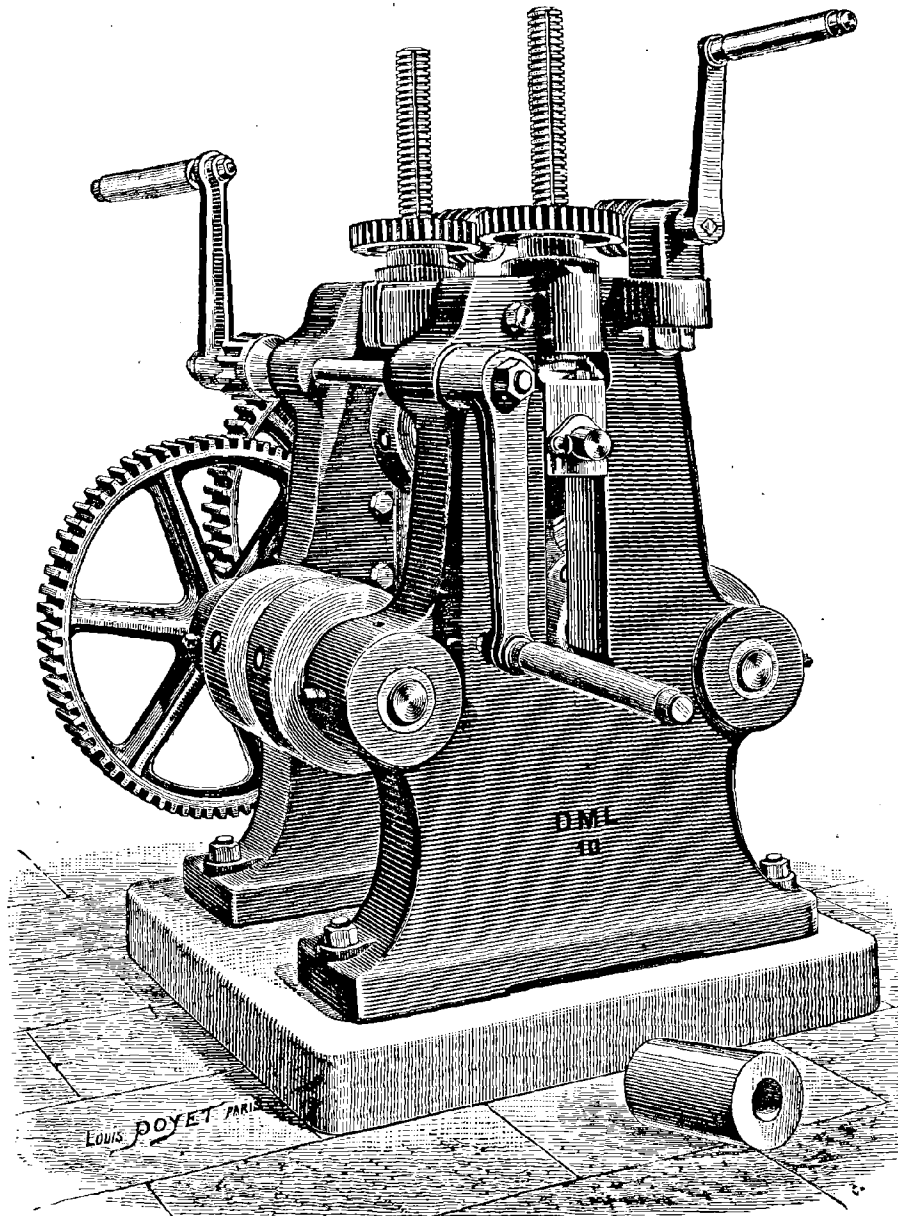


Fig. 933. — Machine à cintrer pour les fers profilés de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie.

Pour les fers de forme particulière on peut d'ailleurs utiliser des bagues de forme spéciale comme par exemple celles représentées par la figure 936 et destinées à cintrer des petits rails.

Pour les gros rails on utilise les bagues profilées et cannelées de la figure 937 ; les bagues de

la figure 938 sont employées pour certaines formes de rails de tramways et enfin celles de la figure 939 pour les tubes.

Il est évident que l'on peut varier à volonté la forme de ces bagues suivant les profils des fers à travailler ; notre figure 940 indique d'ailleurs quelques profils de fers pouvant être cintrés avec la machine que nous venons de décrire.

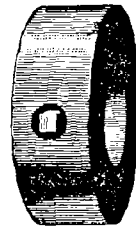


Fig. 934. — Bague-guide.

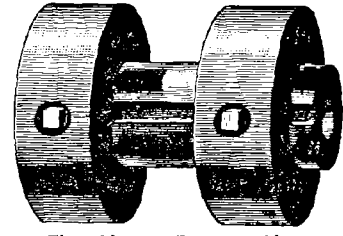


Fig. 935. — Bagues-guides fixées sur leur cylindre.

\* \* \*

On construit également des machines spéciales pour fabriquer les jantes de vélocipèdes. Nos figures 941 et 942 représentent deux de ces appareils qui ne diffèrent guère des autres machines à cintrer que par la forme particulière et appropriée de leurs cylindres cintrés.

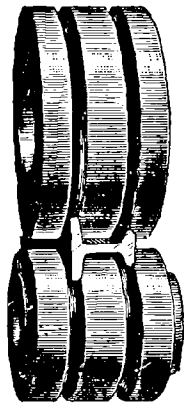


Fig. 936. — Bagues pour petits rails.

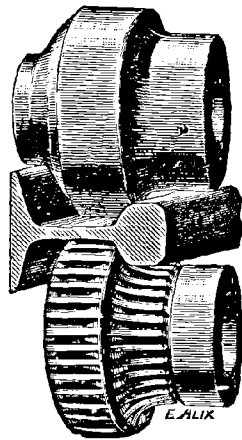


Fig. 937. — Bagues profilées et cannelées pour rails.

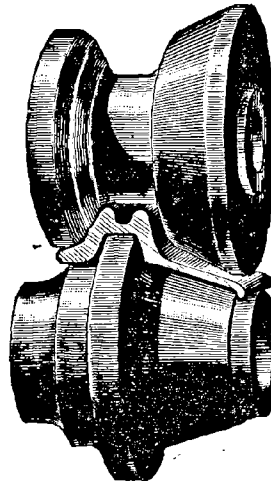


Fig. 938. — Bagues profilées pour fers à tramway.

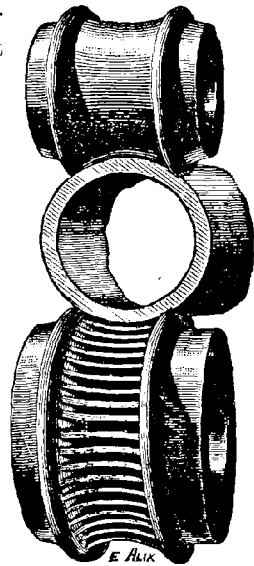


Fig. 939. — Bagues profilées et cannelées pour tubes.

Comme l'indique clairement la figure 942 bis les deux cylindres latéraux, mus par une manivelle et un pignon engrenant les deux roues dentées calées sur leurs axes, présentent des gorges ayant la forme de la partie extérieure des jantes ; tandis que le cylindre mobile supérieur possède des gorges de la forme de la partie intérieure des mêmes jantes. On comprend que dans ces conditions la jante bien guidée ne peut pas se déformer en se courbant.

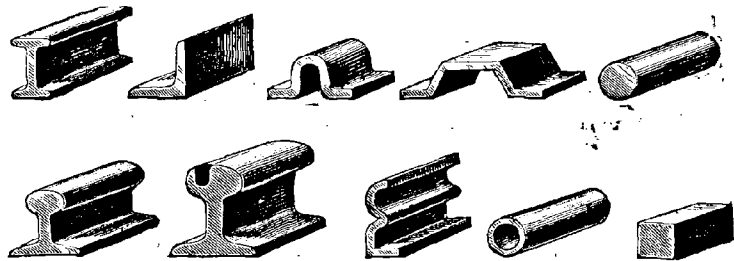


Fig. 940. — Divers profils de fers pouvant être cintrés avec la machine de la figure 933.

\* \* \*

Donnons maintenant quelques renseignements généraux concernant toutes les machines à cintrer.

Lorsqu'on emploie du fer laminé ou fer doux on peut cintrer entièrement à froid. Si au contraire on emploie du fer de roche ou tout autre fer dur, il est nécessaire de le dégourdir régulièrement dans toute la longueur de la barre sur un léger feu de copeaux.

Il est naturellement nécessaire de chauffer d'autant plus que la barre est plus épaisse, que sa dureté est plus grande et que le diamètre de la courbure à obtenir est plus petit.

Ces précautions prises, il suffit d'engager l'extrémité de la barre entre les trois cylindres, en ayant soin de la mettre bien droite pour l'empêcher de gauchir, puis on tourne lentement la manivelle. Si le fer une fois engagé commence à gauchir il suffit de détourner trois ou quatre tours de manivelle pour pouvoir le redresser facilement.

Il est nécessaire de cintrer toujours les barres un peu plus que la courbure qu'elles doivent finalement présenter, car par suite de l'élasticité du métal elles ont toujours une tendance à se redresser légèrement au sortir de l'appareil ; il est d'ailleurs ordinairement moins facile de resserrer le cintre que de l'élargir.

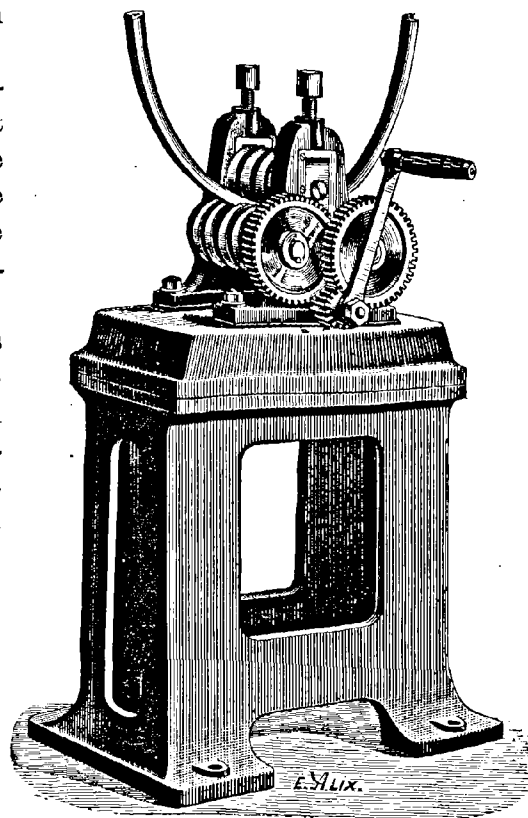


Fig. 941. — Machine à cintrer pour jantes de vélocipèdes et petits tuyaux.

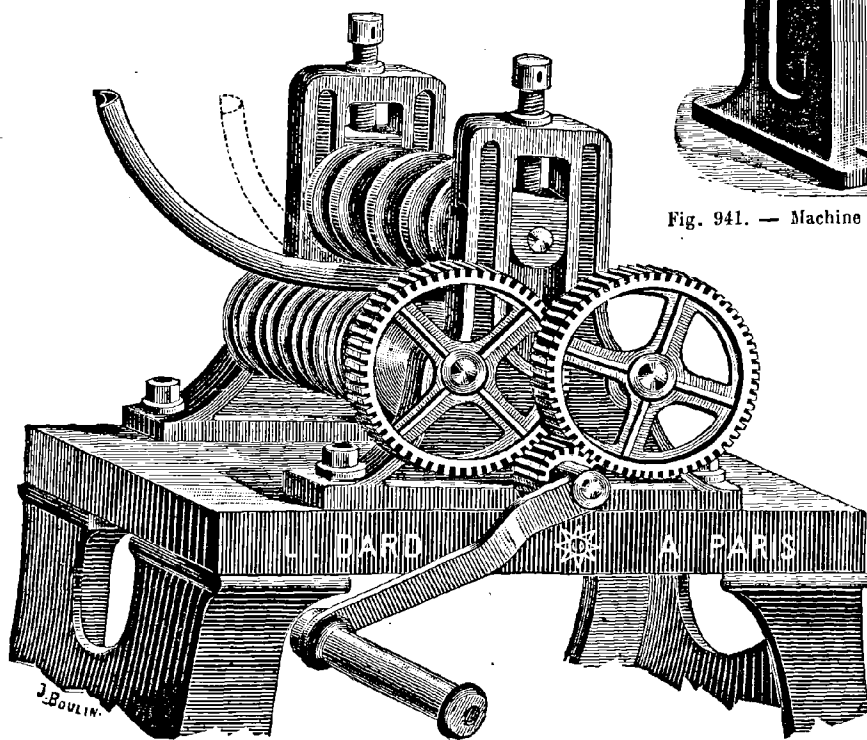


Fig. 942. — Machine à cintrer les jantes de vélocipèdes de M. Dard.

Pour redresser les fers on peut toutefois utiliser une presse à vis servant plus spécialement à dresser les fers en barres déformés par le transport.

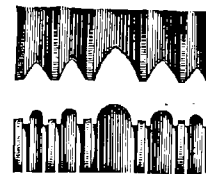


Fig. 942 bis. — Profil des rouleaux.

Notre figure 943 représente une presse à vis horizontale destinée à cet usage et construite par les ateliers Dandoy-Mailliard. Un robuste socle de fonte porte, en face d'une butée, un écrou dans lequel peut se déplacer une forte vis mue par une grande roue à poignées ; cet appareil permet

d'obtenir une pression relativement considérable atteignant 20 tonnes ; des rouleaux permettent de faire facilement glisser la barre à dresser devant la tête de la vis.

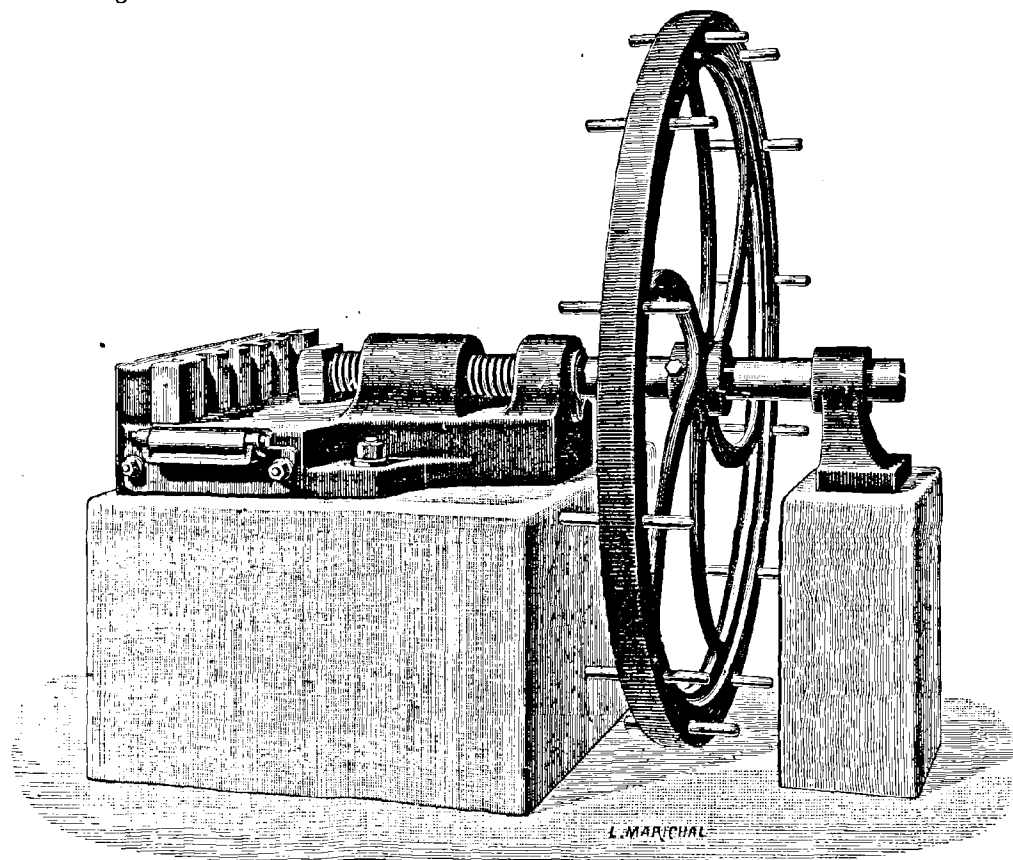


Fig. 913. — Presse à vis horizontale pour dresser les fers en barros.

## CHAPITRE TREIZIÈME

**LES MACHINES A FORGER.** — Pour obtenir un grand nombre de pièces de forge d'un modèle identique, on construit des machines destinées à travailler et façonner le métal chauffé suivant une forme déterminée ; on construit également d'autre part des machines destinées à faciliter des opérations de forge diverses.

Dans la première classe de ces machines on peut faire rentrer les machines à fabriquer les boulons, tire-fonds, crampons, rivets, écrous, etc. Telle est la machine à forger de M. Le Blanc, représentée par notre figure 944.

Cette machine est constituée par un solide bâti en fonte portant à sa partie supérieure un arbre commandé par poulies, fixe et folle, et recevant un volant régulateur ; cet arbre porte trois excentriques commandant chacun une bielle verticale recevant à sa partie inférieure les étampes de forme voulue.

Au-dessous, sur une forte traverse, se trouvent fixées les étampes fixes correspondantes dont la hauteur peut être réglée par trois vis à volant.

Les barres de métal chaud sont introduites entre les deux étampes correspondantes et prennent par la pression la forme de ces étampes.

Cette machine possède, sur notre gravure, trois paires de marteaux et d'étampes, mais elle se construit également avec 4 ou 5 paires de marteaux et d'étampes.

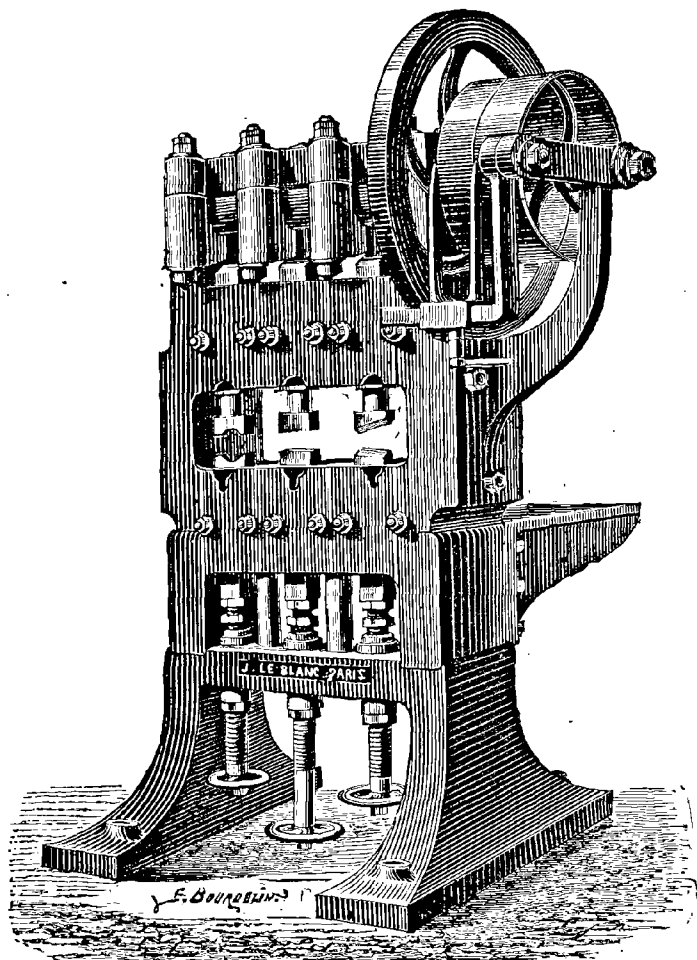


Fig. 944. — Machine à forger de M. Le Blanc.

fort courant d'air par la partie inférieure.

La machine Vincent à frapper les rivets, boulons, crampons, etc., représentée par notre figure 945 est destinée au même usage; mais la frappe est donnée ici par une vis à large pas comme dans les balanciers que nous examinerons plus loin.

Pour chauffer les pièces de fers destinées à être travaillées avec ces machines on construit des fours à plaques percées d'un modèle particulier que représente la figure 946; ils sont chauffés au coke et pour activer la combustion reçoivent un

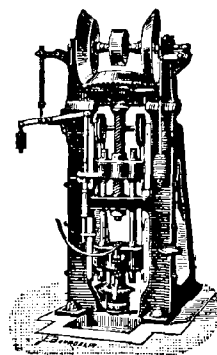


Fig. 945.  
Machius Vincent  
à frapper.

La nouvelle machine à forger les écrous de M. Le Blanc, représentée par la figure 947, est encore du même genre. Elle se compose d'un fort bâti en fonte portant un arbre à vilebrequin et d'un croisillon en fonte réuni au bâti par quatre tirants en acier rond servant de guidage aux blocs d'étampes.

L'arbre vilebrequin actionne en son centre le bloc inférieur; il porte deux plateaux auxquels sont articulées les bielles de commande du bloc supérieur; un système de leviers augmente la puissance de ces bielles.

L'arbre principal est commandé, à l'aide d'une grande roue dentée et d'un pignon, par un premier arbre intermédiaire portant un lourd volant et les poulies fixe et folle; un débrayage permet de faire passer la courroie de commande de l'une à l'autre de ces poulies pour la mise en marche et l'arrêt de la machine.

Cette nouvelle machine, d'une construction très robuste, permet de fabriquer les écrous en



une seule opération sans déchet de fer et d'une façon continue; l'ouvrier n'a qu'à pousser la barre chaude dans les guides qui la maintiennent.

La production dépend du chauffage du fer, elle peut atteindre facilement 30 pièces par minute, la machine battant 55 à 80 tours.

L'outillage, étant placé dans le haut de la machine et toujours lavé par une grande quantité d'eau, se trouve constamment dégagé de crasses et d'oxyde, il en résulte qu'il se conserve fort longtemps en bon état et que les écrous produits sont par suite réguliers et propres.

\* \* \*

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, d'autres machines à forger sont construites, non plus pour fabriquer en grande quantité un genre unique d'objets, mais pour faciliter dans une large mesure de multiples opérations de forge des plus variées.

Telle est la nouvelle machine à forger et souder Debombourg de M. Lucas, que représente notre figure 948. Cette machine est constituée simplement par un solide bâti portant au milieu une plaque formant enclume; de chaque côté se trouve une solide mâchoire pouvant fortement empoigner les barres à souder ensemble.

Un grand levier permet de rapprocher avec une grande force les deux mâchoires et par suite d'appuyer fortement l'une contre l'autre les deux pièces à souder, comme l'indique clairement notre gravure; il suffit alors de marteler l'endroit à souder pour obtenir une soudure parfaitement homogène et d'une grande solidité.

Il est évident qu'il faut pour cela avoir bien soin d'opérer à la température voulue; température que tout forgeron reconnaît facilement à la couleur rouge cerise des pièces métalliques.

On peut également, avec cette machine, obtenir par compression des renflements de forme variée. Notre figure 949 indique d'ailleurs un certain nombre de pièces de forge obtenues avec la machine que nous venons de décrire.

\* \* \*

La machine à couder, cintrer, refouler et amorcer, système Dosme de M. Dard, représentée par notre figure 950, est encore plus complète. Elle permet non seulement de refouler et souder, mais encore de couder et cintrer les pièces à travailler, ce qui augmente le nombre et la variété des pièces de forge qu'elle peut fournir.

Cette machine est composée d'un solide bâti portant sur une table supérieure deux solides

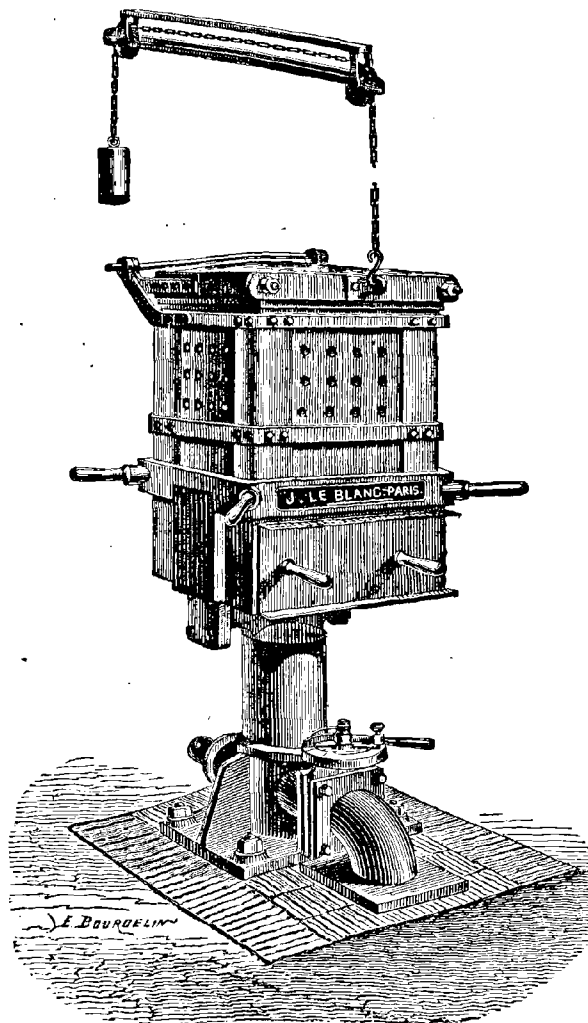


Fig. 946. — Four tournant de M. Le Blanc.

mâchoires pouvant enserrer puissamment les deux pièces à souder ou les deux parties de la pièce à couder ou cintrer ; l'une des mâchoires est fixe tandis que l'autre peut recevoir un mouvement de rotation partielle sous l'action d'un secteur denté commandé par un pignon lui-même actionné par une grande roue à manivelle.

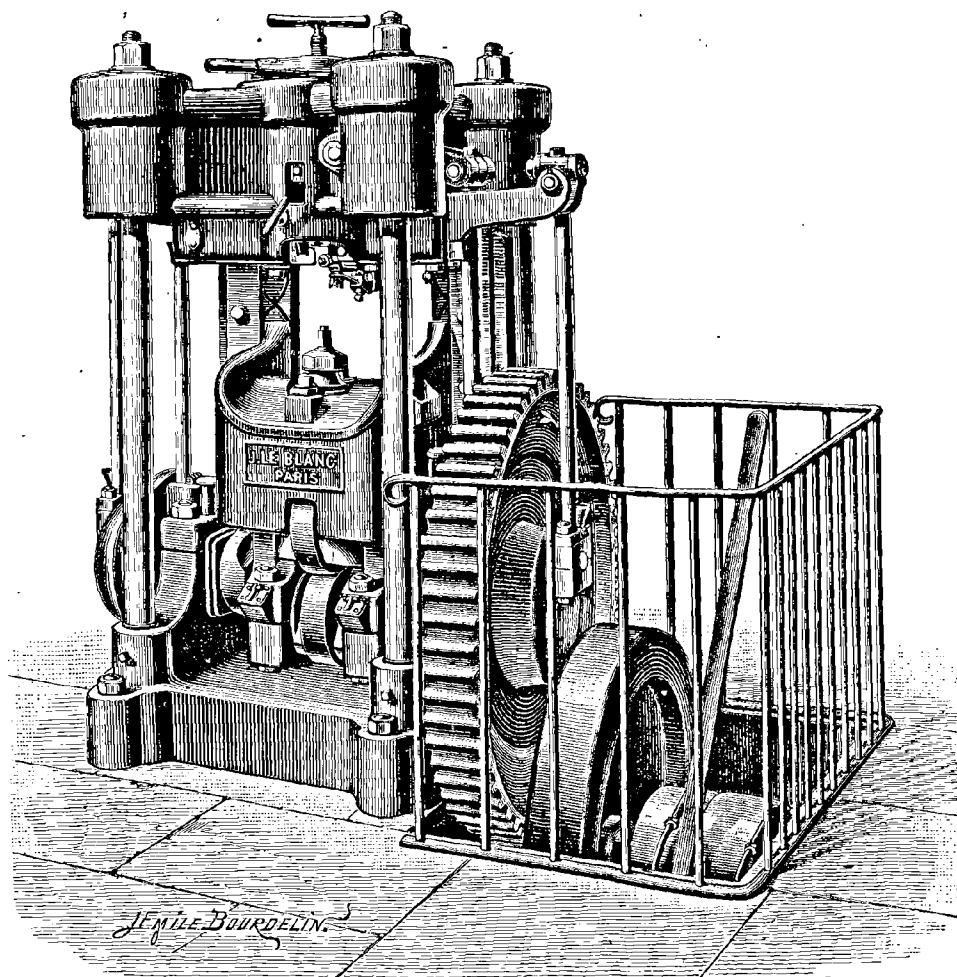


Fig. 947. — Machine à forger les écrous de M. Le Blanc.

Avec cette machine un seul ouvrier, même peu expérimenté, peut exécuter facilement et rapidement la majeure partie des travaux de cou dage et de cintrage que l'on rencontre dans les pièces forgées.

\*  
\*\*

Terminons enfin en signalant la machine à refouler et souder employée par presque tous les forgerons et charrons pour souder les cercles de roues. Cette machine constitue, en effet, une véritable machine à forger d'un modèle élémentaire.

Nos figures 951 et 952 représentent deux modèles de cette machine ne différant entre eux que par certains points de détail ; la première est construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, la seconde sort de la maison Dard.

Ces machines sont formées d'un bati en fonte portant à sa partie supérieure une table concave qui reçoit deux solides mâchoires cannelées pouvant se rapprocher sous l'action d'une roue à poignées commandant par pignon une grande roue dentée.

Les mâchoires empoignent solidement les deux parties du cercle à souder et les maintiennent très solidement ; en effet, d'après leur disposition elles serrent d'autant plus la pièce que la pression que celle-ci ressent est plus grande ; on se rend facilement compte de ce fait par la simple observation de nos gravures.

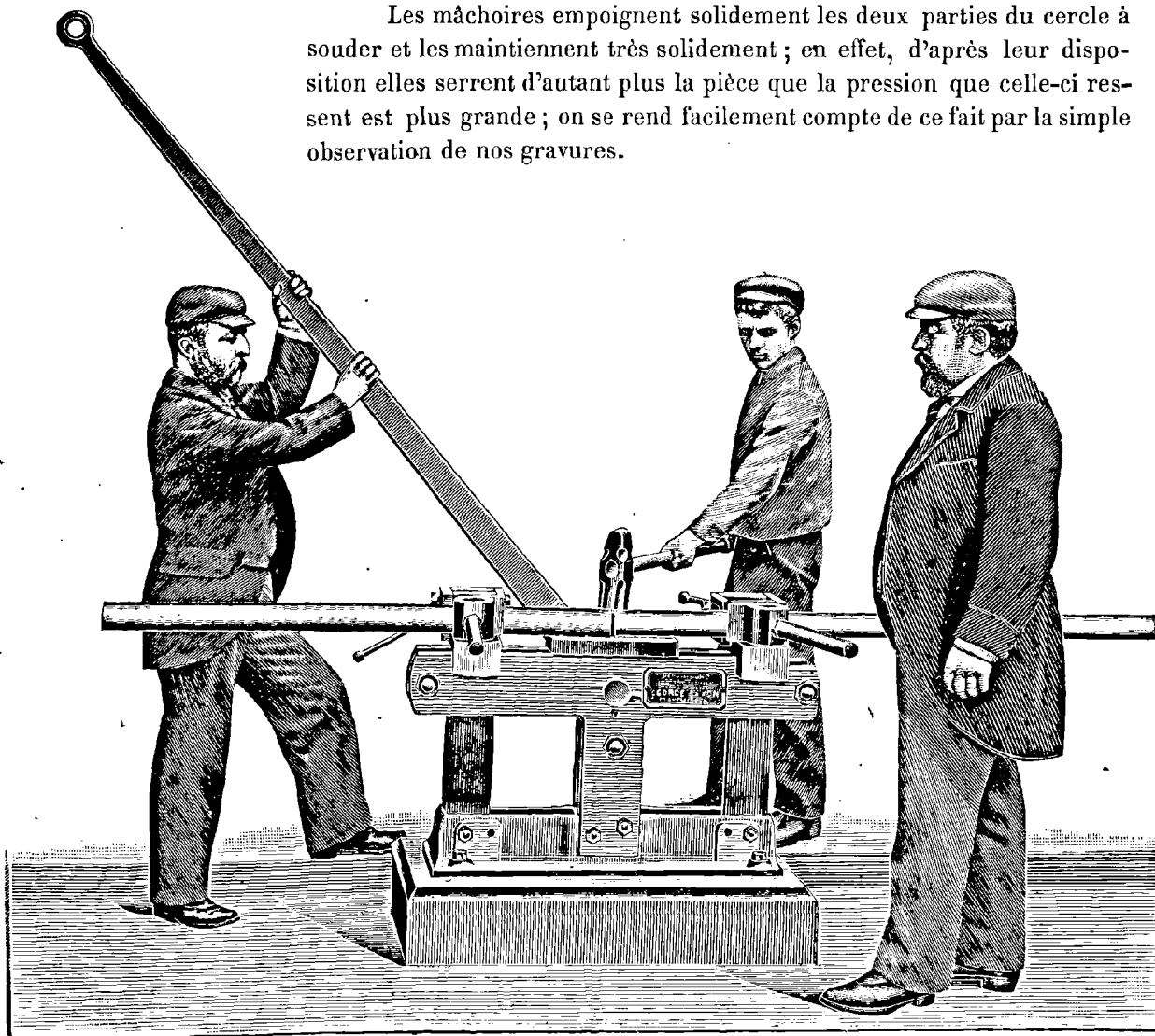


Fig. 948. — Machine à forger et à souder Debombourg.

Les deux parties à souder ensemble étant ainsi pressées l'une sur l'autre avec une grande force il suffit de marteler le point à souder pour obtenir une soudure parfaitement homogène et d'une solidité à toute épreuve.

\*  
\* \*

Nous avons vu au chapitre précédent comment les cercles des roues des voitures étaient cintrés, nous venons de voir comment on les soudait ; nous allons maintenant, pour compléter leur histoire, et quoique ça n'en soit guère ici la place, indiquer rapidement deux appareils de M. Dard, destinés à les mettre rapidement en place sur la jante des roues.

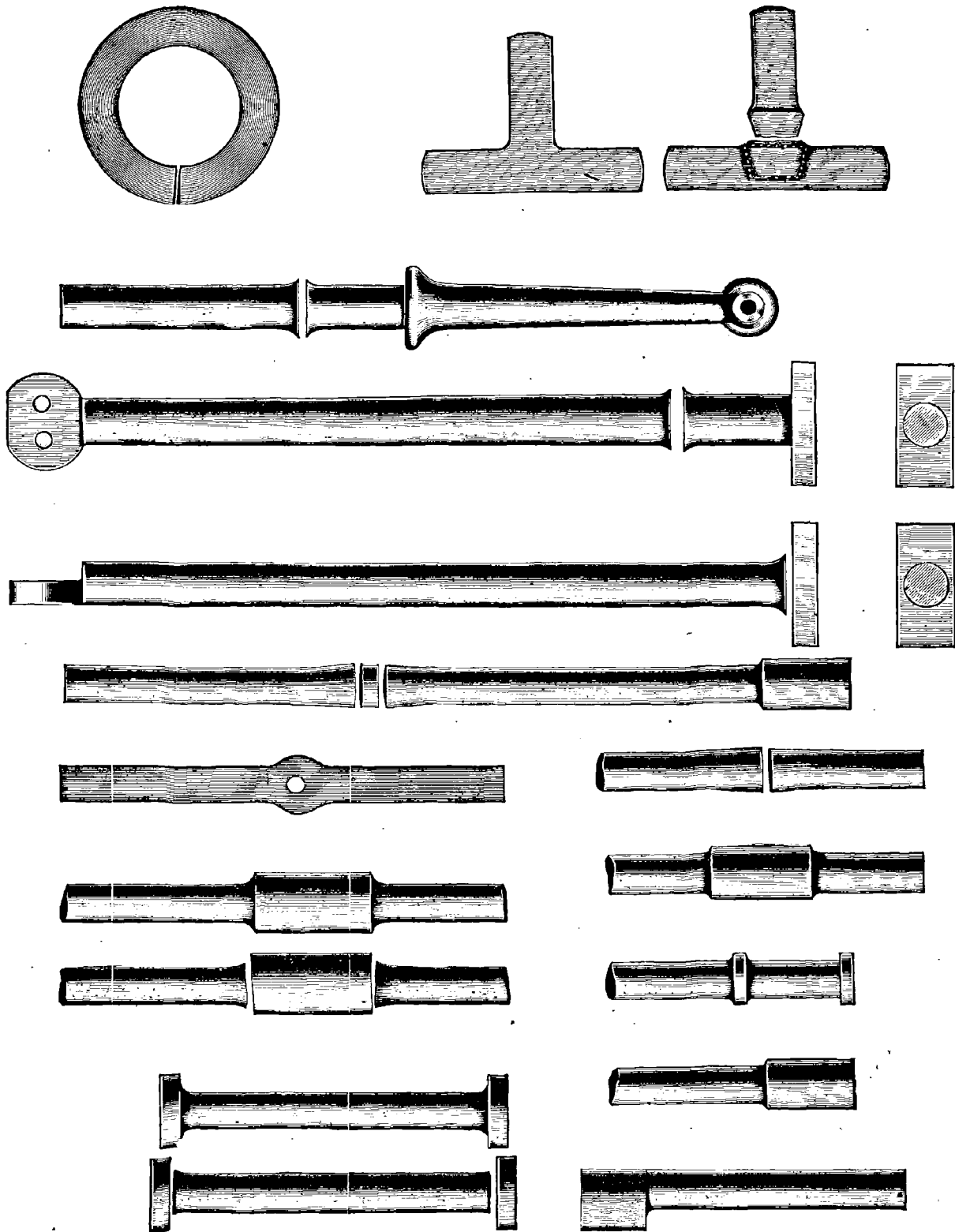


Fig. 949. — Pièces de forges obtenues avec la machine à forger et à souder Debombourg.

La figure 953 représente un appareil à bascule pour faciliter l'embatage des cercles de roues de voitures.

Cette nouvelle machine, d'une grande simplicité, permet d'obtenir l'embatage des cercles de roues beaucoup plus rapidement que par les moyens ordinaires. Les parties qui composent la jante de la roue, reposent sur des patins et par conséquent ne peuvent pas se disloquer, comme il arrive fréquemment avec les autres systèmes d'embatage.

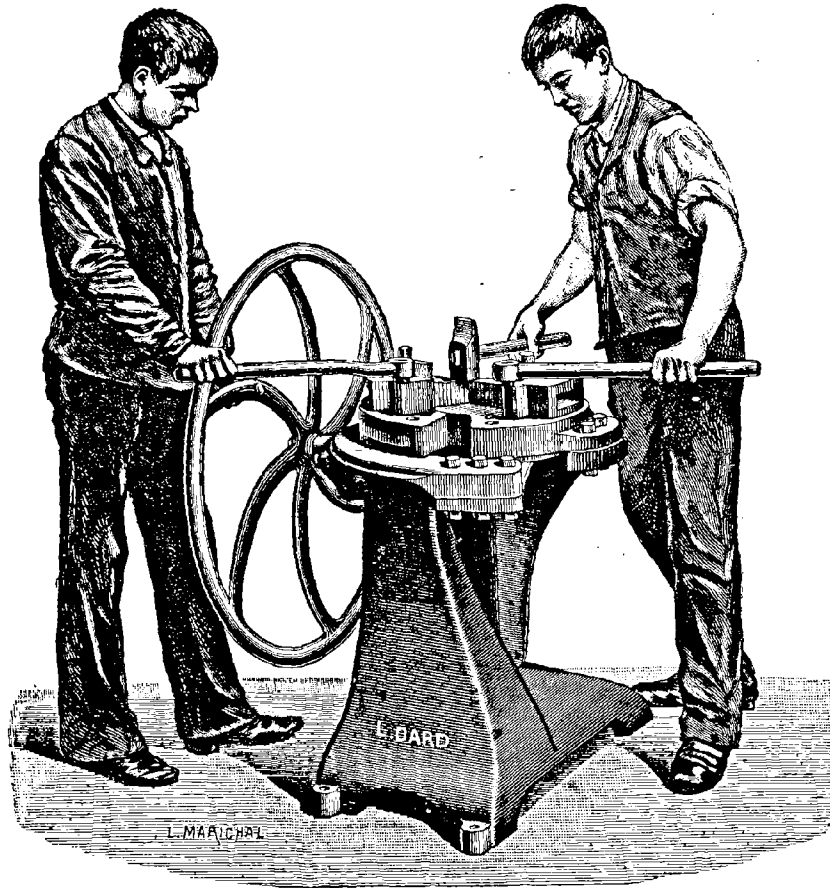


Fig. 950. — Machine à couder, cintrer, refouler et souder système Dosma.

Pour embatre une roue, on dispose la machine comme elle est représentée sur notre gravure, après avoir enlevé toutefois la vis V, puis on place la roue sur les patins P, et on remet la vis V dans sa chape, en lui faisant traverser le moyeu et en la maintenant au moyen de la clavette C; la roue se fixe sur la machine en serrant l'écrou et la rondelle R sur son moyeu.

En ce moment, le cercle ou bandage de la roue, qui a été chauffé convenablement, est placé autour de la roue, puis au moyen des griffes ordinaires, en se servant des patins P comme point d'appui, on fait abatage sur le cercle pour l'enfoncer sur la jante de la roue. Pendant cette opération, qui doit se faire très vivement, il faut mouiller la jante pour éviter que le bois de la roue soit brûlé.

Aussitôt le cercle enfoncé, tirer la clavette, arracher la vis V et poser le pied sur la pédale A pour déclencher la machine; ensuite, au moyen de la poignée B, faire basculer le cercle D qui

pivote dans les supports S. La roue se trouve ainsi placée presque verticalement au sol, il suffit alors de passer dans le moyeu une barre de bois ou de fer pour la redresser complètement et à rouler cette roue pour la plonger dans un bassin rempli d'eau destinée à refroidir rapidement le cercle qui vient d'être embattu sur la roue.

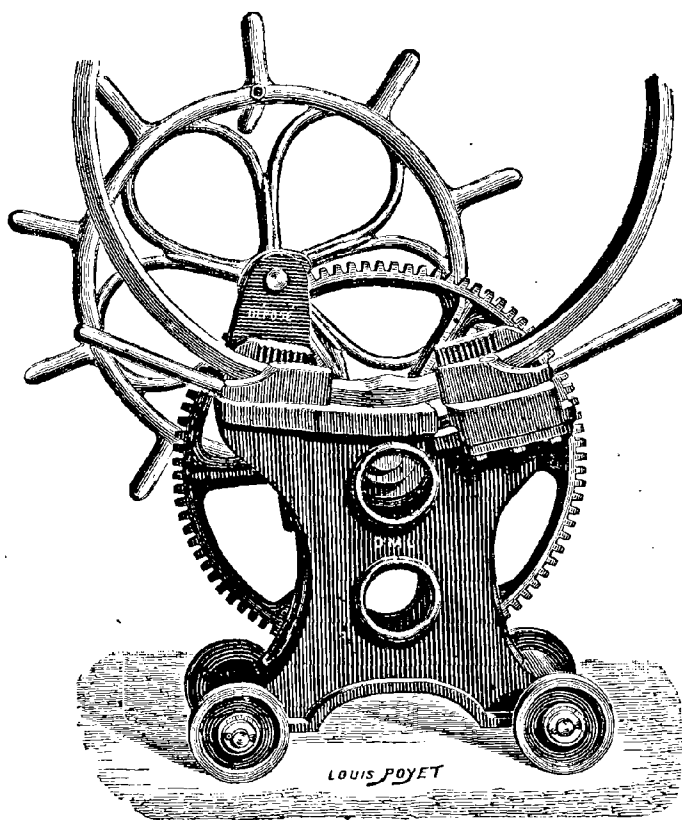


Fig. 951. — Machine à refouler et à souder. Dandoy-Mailliard.

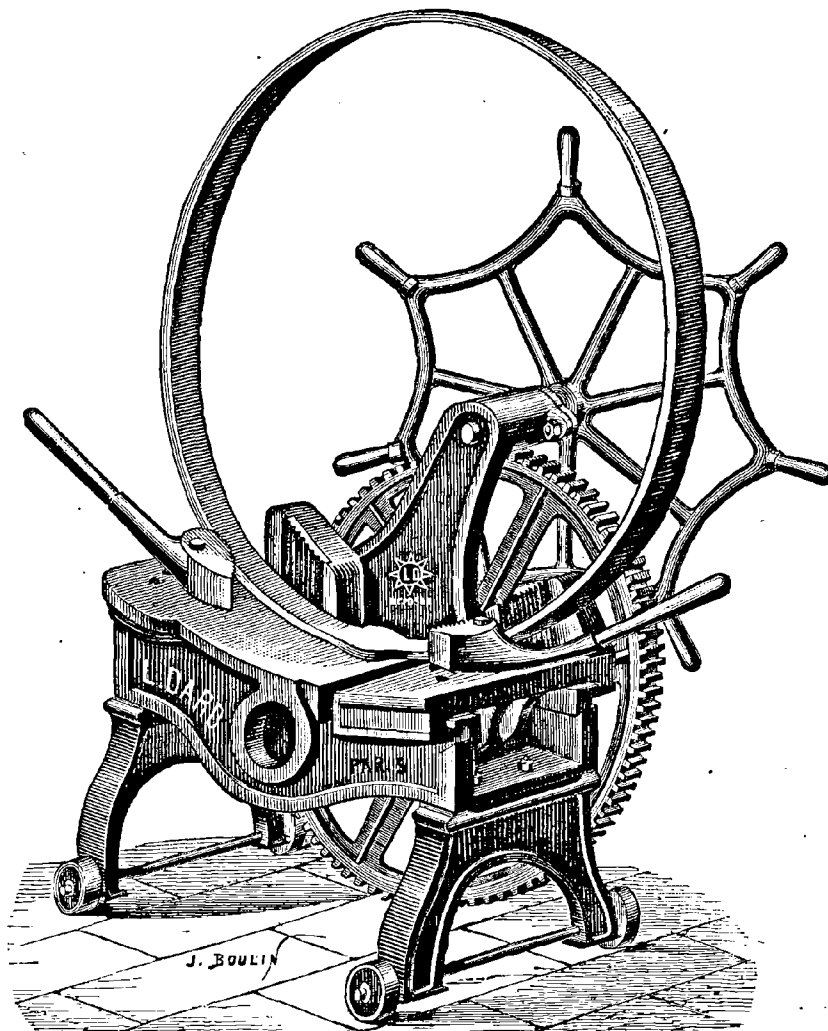


Fig. 952. — Machine à souder et à refouler les cercles de roues de M. Dard.

Après avoir fait pivoter le cercle D, il suffit d'abandonner la poignée B pour obtenir l'enclenchement de la machine, c'est-à-dire sa mise en position pour recevoir une nouvelle roue à embattre. Toutes ces opérations ne demandent que quelques minutes.

Le poids et la forme de cette machine dispensent de toutes fondations ; elle peut néanmoins se déplacer très facilement, ce qui est un avantage précieux, puisque la place qu'elle occupe pendant le travail peut devenir libre après avoir fait l'embatage des roues que l'on avait préparées.

Les cercles des roues étant ainsi fixés par le retrait que prend le fer en refroidissant il ne reste plus qu'à les consolider par quelques rivets. C'est pour faciliter cette opération qu'a été étudiée la machine à river les cercles de roues de la figure 954.

Comme on le voit, elle est simplement constituée par une colonne recevant une tige horizontale qui peut se fixer à une hauteur variable suivant le diamètre des roues en travail. La hauteur

de cette tige doit être réglée pour que la roue qui y est placée se trouve exactement à la hauteur d'un petit tas d'acier disposé sur le socle de l'appareil.

Lorsqu'un rivet est posé, un levier inférieur

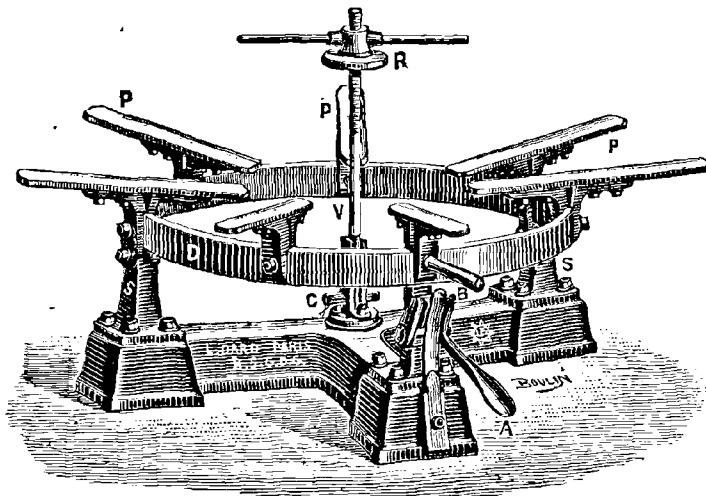


Fig. 953. — Appareil à bascule pour embatre les roues de voitures.

permet de soulever la colonne pour permettre de faire facilement tourner la roue de la quantité nécessaire pour passer au rivet suivant; une fois cette position obtenue on laisse reposer à nouveau la roue sur le tas pour faire un nouveau rivetage.

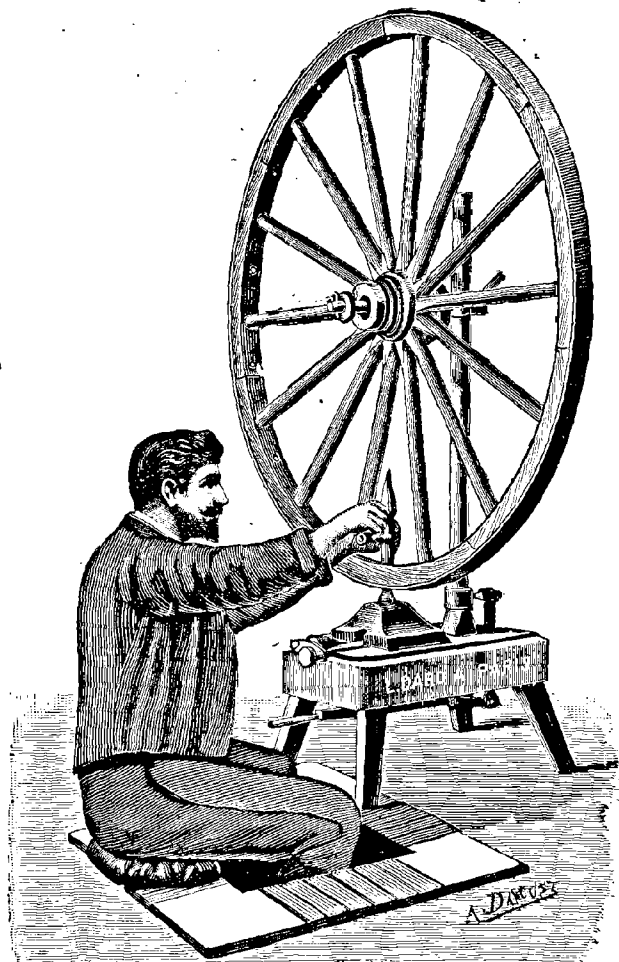


Fig. 954. — Machine à river les cercles de roues.

## CHAPITRE QUATORZIÈME

**LES MARTEAUX-PILONS.** — Après les machines à forger nous devons naturellement dire quelques mots des marteaux-pilons qui sont principalement destinés à forger les pièces de grandes dimensions.

L'invention du marteau-pilon à vapeur est due à M. Bourdon qui déposa son brevet relatif à cet appareil en 1842.

Un marteau-pilon à vapeur est, en somme, simplement constitué par un cylindre, analogue aux cylindres des machines à vapeur, et dans lequel peut se mouvoir un piston dont la tige porte directement la masse métallique formant marteau. Ce cylindre est disposé à la partie supérieure d'un bâti dont la partie inférieure supporte l'enclume sur laquelle se placent les pièces que vient frapper le marteau.

En mettant la partie inférieure du cylindre en communication avec un générateur de vapeur, la force d'expansion de cette vapeur, agissant sur le piston, refoule celui-ci à la partie supé-

rieure du cylindre et soulève avec lui sa tige et la masse métallique qu'elle supporte; si on supprime alors l'arrivée de vapeur et que l'on mette la partie inférieure du cylindre en communication avec l'atmosphère, la vapeur contenue dans le cylindre s'échappe et le marteau entraîné par la force de la pesanteur retombe sur l'enclume placée au-dessous et recevant la pièce à travailler.

Le choc du marteau sur son enclume sera naturellement d'autant plus puissant que le poids du marteau sera plus fort, que la hauteur de chute sera plus grande, et que d'autre part, la vapeur contenue dans le cylindre pourra s'échapper plus rapidement; on peut ainsi, en agissant sur l'échappement de vapeur, régler la descente du marteau, arrêter cette descente à l'endroit voulu, régler la puissance du choc et faire remonter le marteau à n'importe quel point de sa course en remettant le cylindre en communication avec la source de vapeur.

On peut donc se servir de ces puissantes machines comme d'un appareil d'une sensibilité extrême et tout le monde connaît l'expérience traditionnelle qui consiste à enfoncer lentement un bouchon dans le goulot d'une bouteille, sans naturellement briser cette dernière, avec un énorme marteau-pilon pesant plusieurs tonnes.

Lorsque la vapeur n'agit que sur la face inférieure du piston pour provoquer l'élévation du marteau et que celui-ci ne retombe que par son seul poids sur son enclume le marteau-pilon est à simple effet.

Mais pour augmenter encore la puissance de ces appareils, sans accroître le poids de la

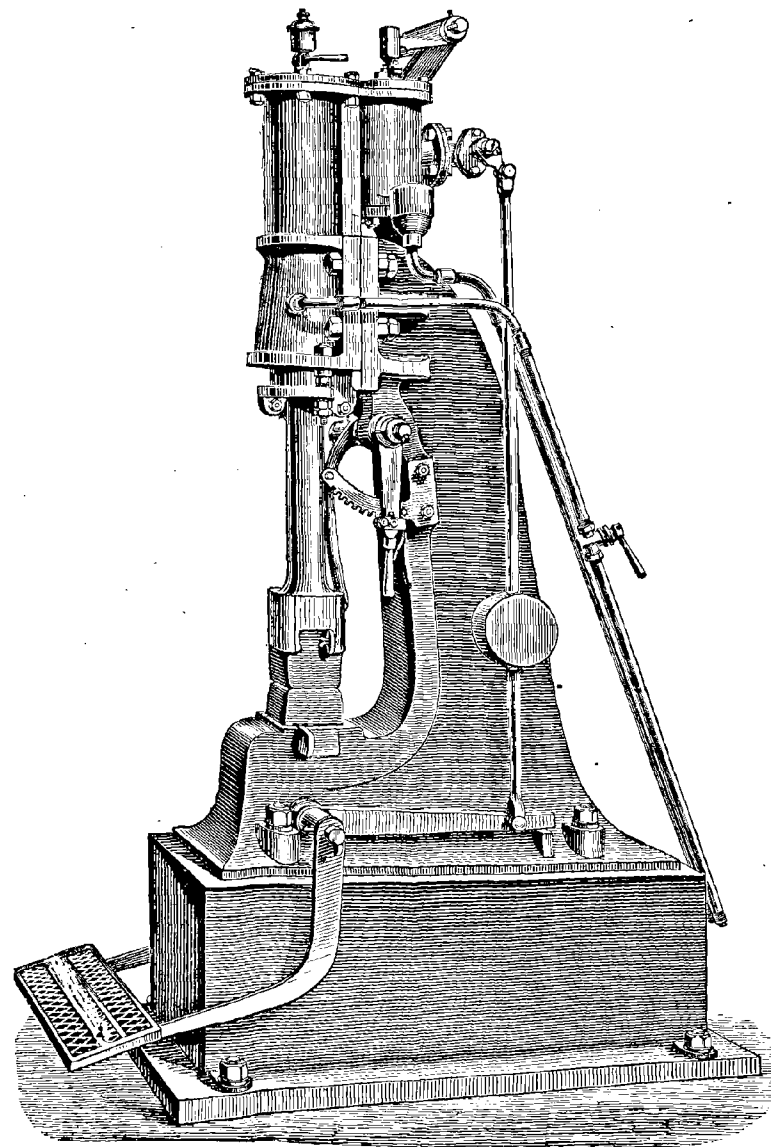


Fig. 955. — Marteau-pilon Thwaites à simple jambage commandé par pédale de 150 kilogrammes.

masse métallique formant marteau ni la hauteur de chute, on fait fréquemment agir la vapeur sur la face supérieure du piston pendant la chute du marteau; dans ce cas, la force d'expansion de la vapeur vient se joindre à la force de la pesanteur et augmenter considérablement le choc produit.

Les marteaux-pilons permettant ainsi de faire agir la vapeur sur la face supérieure du piston sont dits à double effet.



L'introduction de la vapeur dans le cylindre et l'échappement de celle-ci sont ordinairement réalisés par un tiroir analogue aux tiroirs des machines à vapeur et manœuvré par un levier qui se trouve à portée de la main de l'ouvrier chargé de la manœuvre de l'appareil.

Les marteaux-pilons à vapeur atteignent quelquefois des dimensions formidables, c'est ainsi qu'il existe à l'usine du Creusot, pour ne citer qu'un exemple, un marteau-pilon dont la masse mouvante pèse 100 tonnes.

Pour les marteaux-pilons de petites dimensions, on remplace maintenant fréquemment les marteaux-pilons à vapeur par des appareils dans lesquels la masse métallique formant marteau, n'est plus soulevée par la force d'expansion de la vapeur, mais par un dispositif mécanique commandé par un moteur quelconque au moyen d'une courroie. Nous étudierons plus loin plusieurs dispositifs de ce genre.

Dans certains systèmes, à commande rigide directe par bielle et excentrique, il est indispensable d'amortir les chocs du marteau, en intercalant entre deux pistons séparant la tige du marteau une couche d'air, qui, par son élasticité rend les mouvements beaucoup plus doux et qui permet surtout de placer sur l'enclume des pièces d'épaisseur variable. Nous décrirons plus loin des appareils basés sur ce principe.

### Marteaux-pilons

**à vapeur.** — Les marteaux-pilons de grande taille utilisés pour forger les pièces de fortes dimensions sont toujours mus par la vapeur. Ces marteaux-pilons possèdent

un bâti à un seul jambage ou un bâti à double jambage, cette dernière disposition qui donne une plus grande solidité étant ordinairement employée pour les grands appareils.

Notre figure 955 représente un petit marteau-pilon Thwaites à simple jambage de M. William Hanning. Cet appareil dont la masse mouvante pèse 150 kilogrammes peut fonctionner auto-

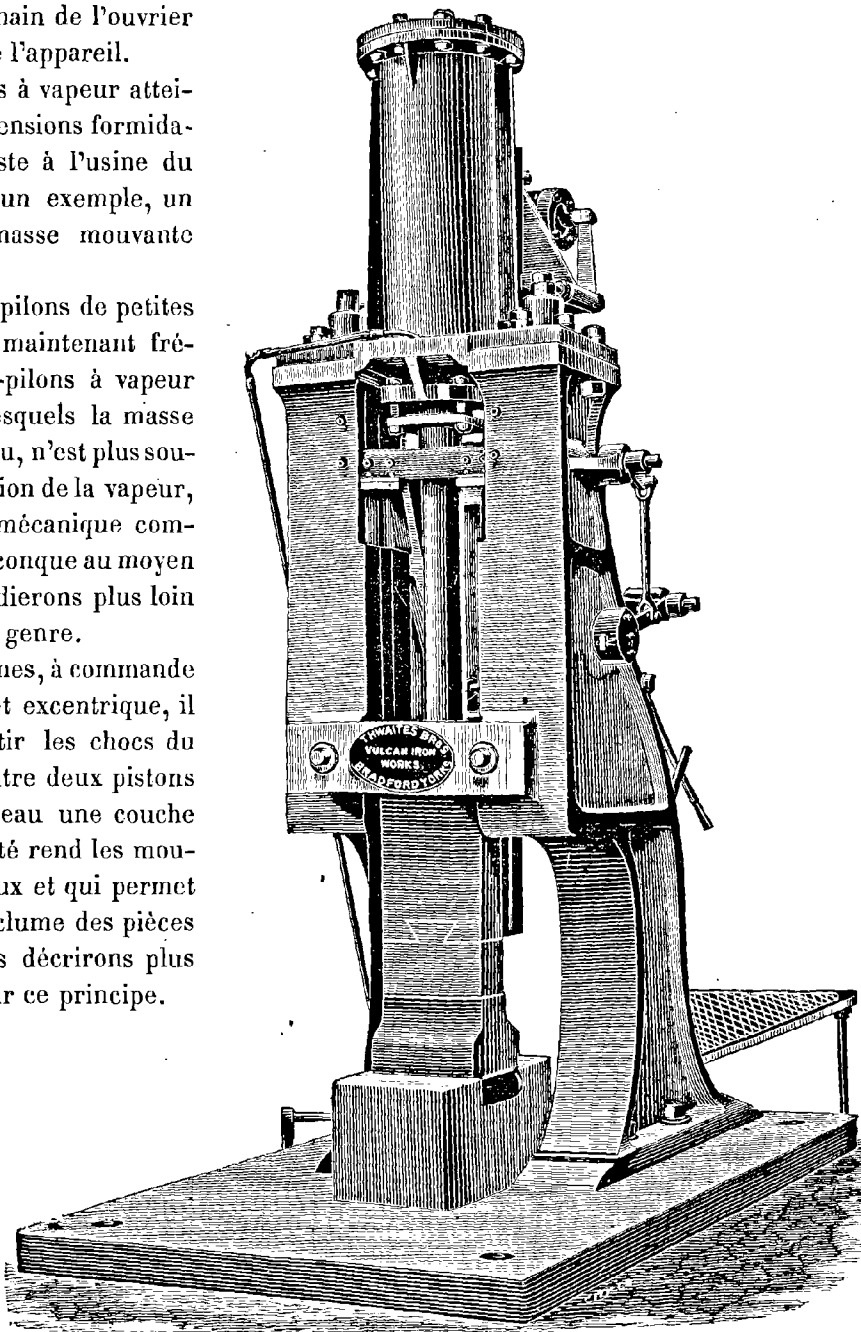


Fig. 956. — Marteau-pilon Thwaites à double bâti de 600 kilogrammes.

matiquement, à la main ou au pied. Grâce à sa commande par pédale ce pilon répond parfaitement

pour tous les genres de travaux courants de la petite mécanique.

Le marteau-pilon à double bâti des mêmes constructeurs représenté par la figure 956 possède un marteau de 600 kilogrammes ; il peut fonctionner à la main ou automatiquement. Grâce à la disposition de son double bâti il se prête bien aux mouvements du forgeron dans deux sens à angles droits.

Ces deux pilons sont à double effet, c'est-à-dire que la vapeur agit d'abord sur la face inférieure du piston pour soulever la masse mouvante, puis ensuite sur la partie supérieure du même piston pour augmenter la force du coup.

Les supports ou bâtis en fonte sont en porte-à-faux et sont montés sur les sommiers rabotés de la plaque de fondation. La partie inférieure des jambages est élargie pour former la base, le dessous étant raboté. Les jambages sont fixés à la plaque de fondation au moyen de boulons et ensuite calés au moyen de coins en fer forgé entre les entailles en crémaillère venues de fonte sur la plaque de fondation.

Le cylindre est fixé au moyen de boulons et écrous de serrage. Des tampons à choc sont fixés sur le dessus du support pour empêcher le porte-frappe de monter trop haut et pour éviter que le piston vienne

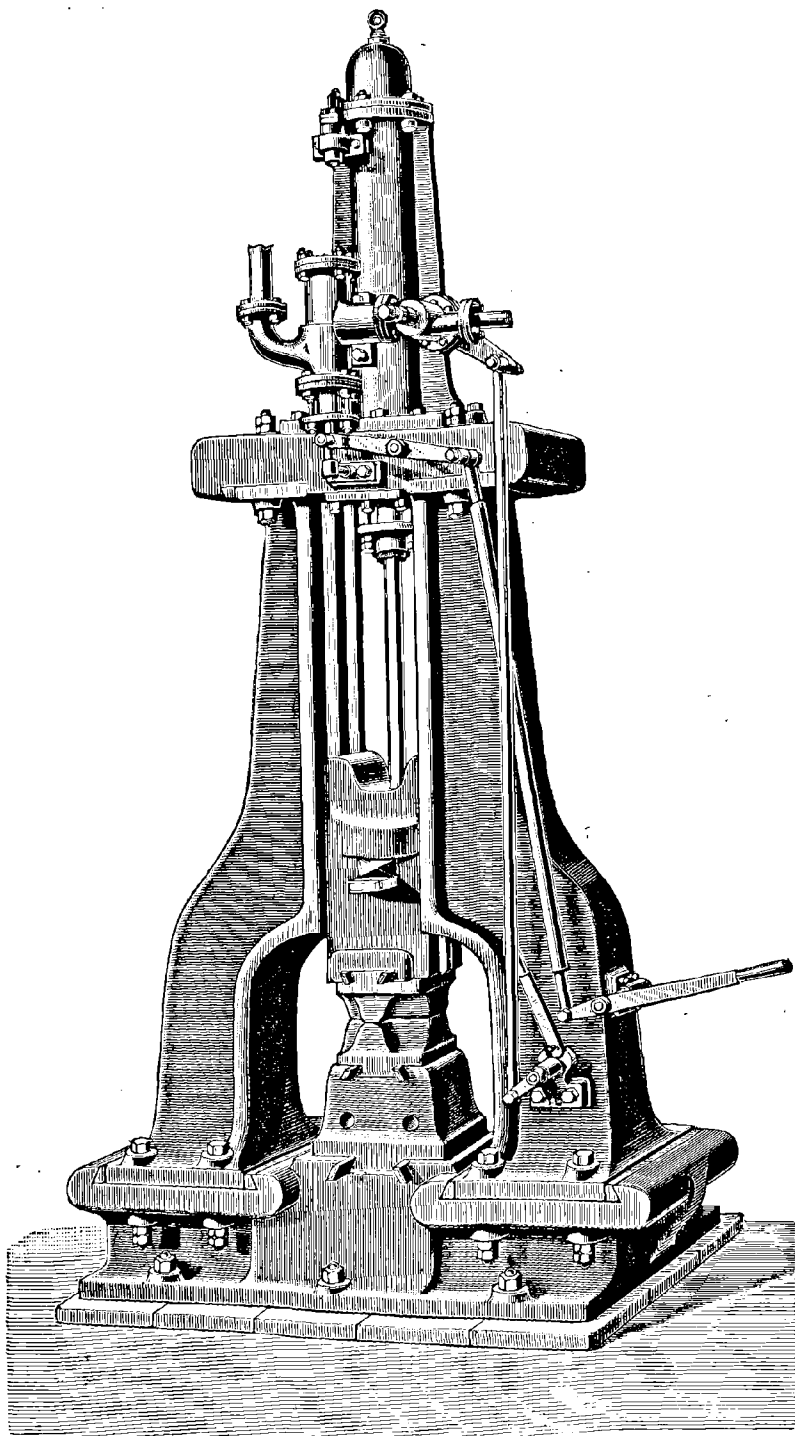


Fig. 957. — Marteau-pilon à vapeur à simple effet de 500 kilogrammes se buter contre le couvercle du cylindre.

Dans les pilons de petites dimensions, la boîte à vapeur est fondue avec le cylindre ; la soupape de manœuvre, réglant l'entrée de la vapeur à chaque extrémité du cylindre, est un piston équilibré garni de bagues. Les orifices dans la boîte à vapeur sont munis de grillages. Les pilons de grandes dimensions ont un collet sur les orifices, auquel vient s'adapter une boîte à vapeur indépendante d'une construction semblable à celle ci-dessus.

La soupape d'arrêt est un simple robinet d'un type spécial, monté dans une enveloppe et boulonné à la boîte de la soupape de manœuvre. Cette soupape d'arrêt est commandée par un levier à main et elle sert à régler la quantité de vapeur admise à la soupape de manœuvre.

La soupape d'arrêt du pilon de la figure 958 est commandée par pédale. Le piston et sa tige sont d'une seule pièce de forge massive en acier doux, et le piston est garni de bagues Ramsbottom.

Les garnitures du presse-étoupe de la tige du piston et la bague inférieure sont en bronze. Le presse-étoupe est tenu en position au moyen de boulons avec écrous de serrage.

La tête du marteau est une pièce de forge massive en acier doux ; la tige du piston d'une forme conique est enfoncée dans la tête ; une goupille à cône est fixée dans la

tête et du côté de la tige pour empêcher le desserrage. Le mécanisme de commande est automatique et à la main ; les tourillons ou goupilles de ce mouvement sont en acier. Les manivelles de commande se trouvent à portée facile du pilonnier.

Les frappes supérieure et inférieure sont en acier coulé et sont fixées en queue d'aronde dans la tête et dans la chabotte ; ces dernières sont rabotées et les frappes sont fixées par des clavettes en fer forgé. La chabotte est en fonte, elle est pourvue d'un trou à noyau pour la rendre solide, la queue d'aronde disposée pour recevoir la frappe inférieure étant formée à la machine.

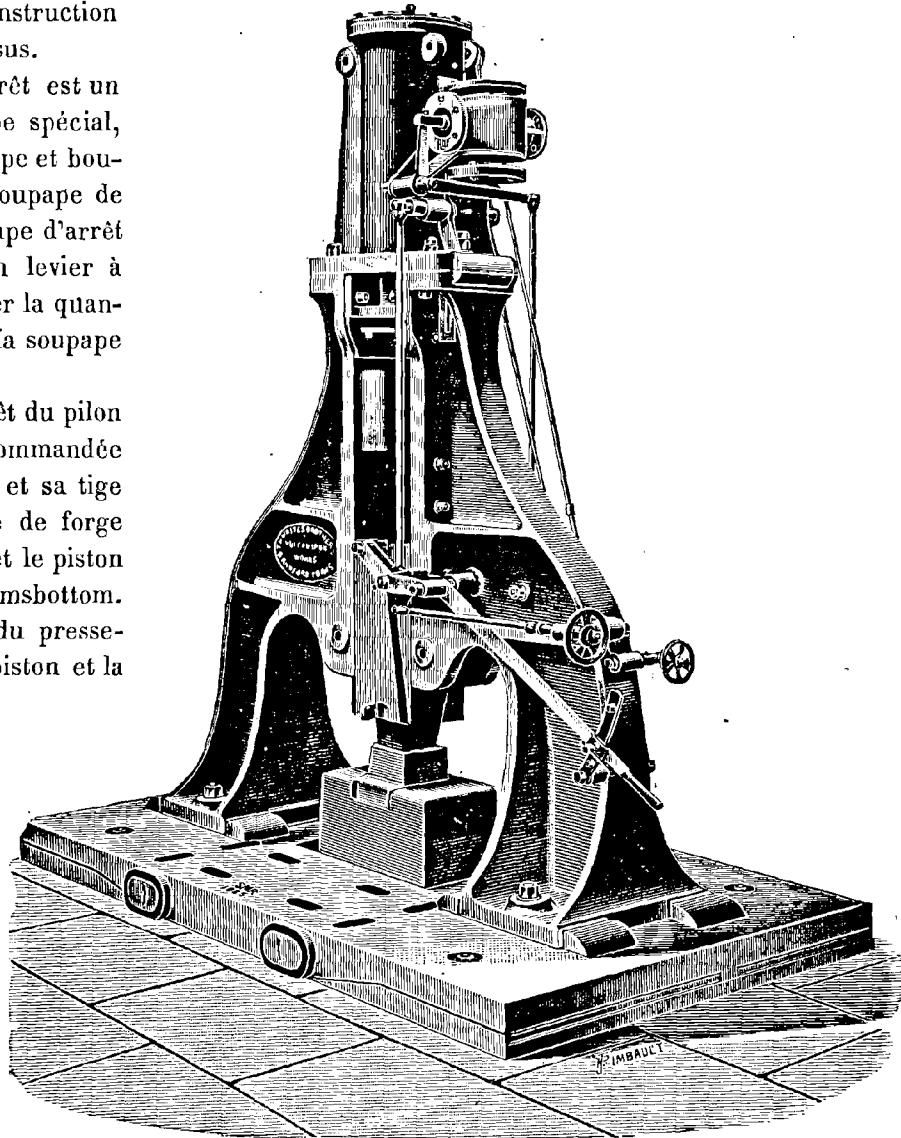


Fig. 958. — Marteau-pilon Thwaites à double jambage de 1000 kilogrammes.

La plaque de fondation est d'une seule pièce coulée avec passage pour permettre de passer la chabotte; des entailles en crémaillère sont coulées sur la plaque et des assises rabotées sont ménagées pour recevoir les bâtis; la plaque de fondation est à nervures tout autour ainsi qu'à travers; des trous de boulons sont disposés, venus de fonte, pour les boulons de fondation.

Notre figure 957 représente un marteau-pilon à vapeur à double jambage, construit par les ateliers Dandoy-Mailliard. Comme on le voit, il se compose d'un socle massif de fonte portant en

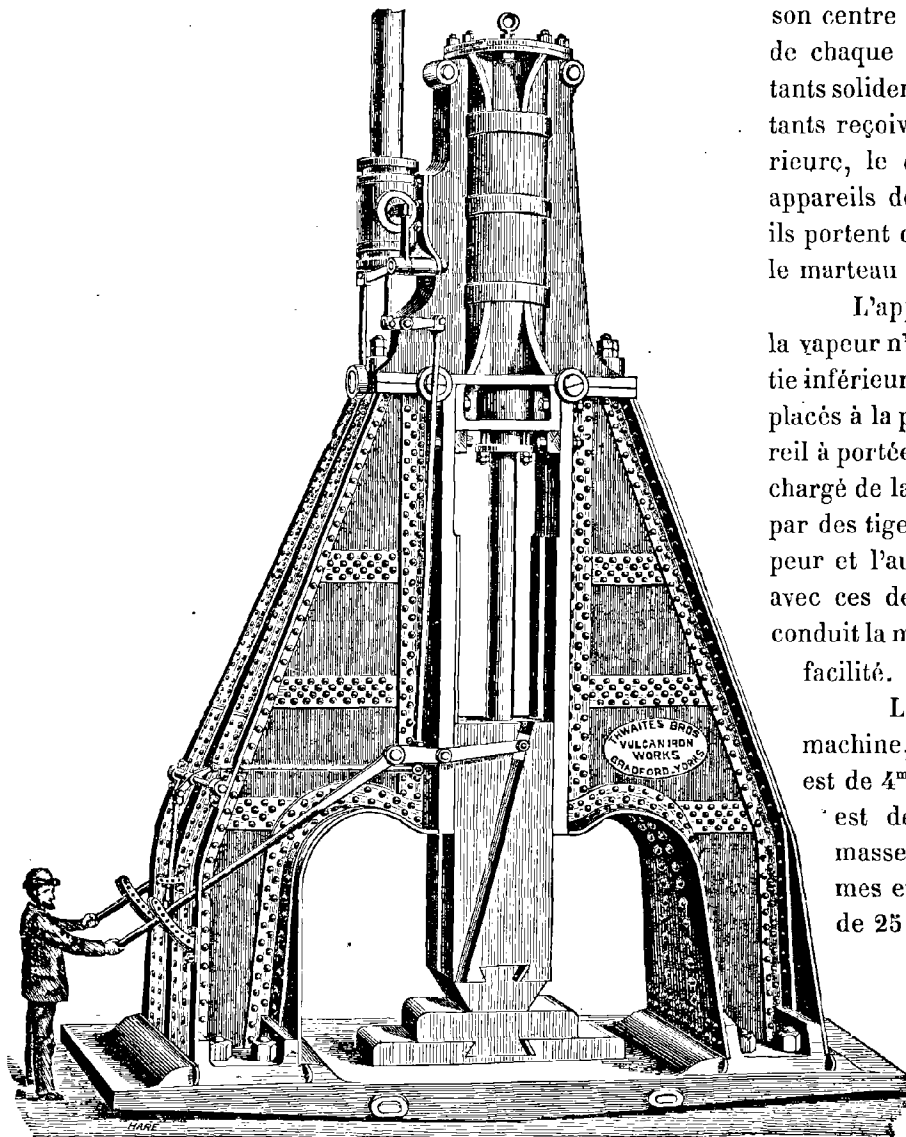


Fig. 959. — Marteau-pilon Thwaites de 6000 kilogrammes à double jambage en fer forgé.

Le marteau-pilon Thwaites de M. William Hanning représenté par la figure 958 est encore à double jambage; mais, contrairement au précédent, il est à double effet; sa masse mouvante pèse 1.000 kilogrammes.

son centre l'enclume ou chabotte et de chaque côté deux robustes montants solidement boulonnés; ces montants reçoivent, à leur partie supérieure, le cylindre à vapeur et ses appareils de distribution de vapeur; ils portent des glissières qui guident le marteau dans ses mouvements.

L'appareil étant à simple effet, la vapeur n'est introduite qu'à la partie inférieure du piston; deux leviers, placés à la partie inférieure de l'appareil à portée de la main de l'ouvrier chargé de la manœuvre, commandent par des tiges, l'un l'admission de vapeur et l'autre l'échappement. C'est avec ces deux leviers que l'ouvrier conduit la machine avec la plus grande facilité.

La hauteur totale de cette machine, non compris la chabotte, est de 4<sup>m</sup>,50, la course du marteau est de 1<sup>m</sup>,10, le poids de la masse active de 500 kilogrammes et le diamètre du cylindre de 25 centimètres. Les têtes du marteau et de l'enclume sont rapportées et fixées par une coulisse à queue d'aronde; elles peuvent être ainsi facilement remplacées.

Le marteau-pilon à double jambage, des mêmes constructeurs représenté par la figure 959, possède des jambages en fer forgé; le poids de sa masse mouvante est de 6.000 kilogrammes. Enfin, notre gravure 960 montre un marteau-pilon Thwaites de 7.000 kilogrammes monté sur poutrelles; ce dernier modèle se construit également avec une masse mouvante de 12.000 kilogrammes.

Dans les trois derniers appareils que nous venons de citer, la forme des jambages et leur position vis-à-vis l'un de l'autre se recommandent pour résister à la grande fatigue que doit supporter ce type de pilon dans les travaux de forge.

Les jambages en fonte (fig. 938) sont formés de poutres très solides de section en H, et en fonte d'une composition spéciale. Les jambages sont rabotés sur les parties formant guides ainsi que sur les surfaces du haut et du bas; ils peuvent être munis de guides ajustables en acier.

Les jambages perfectionnés de Thwaites en fer forgé ou en acier (fig. 959 et 960) sont formés de poutres de section creuse, les plaques étant, autant que possible, d'une seule pièce. Les bords des plaques sont rabotés et sont rassemblés bout-à-bout avec couvre-joints. Les cornières sont très profondes et sont rivées deux fois, les trous de rivets étant percés en place et le tout rassemblé en genre de chaudronnerie de première qualité.

Les cylindres à vapeur sont à double effet, coulés avec base très robuste et placés sur le dessus des jambages, ils vien-

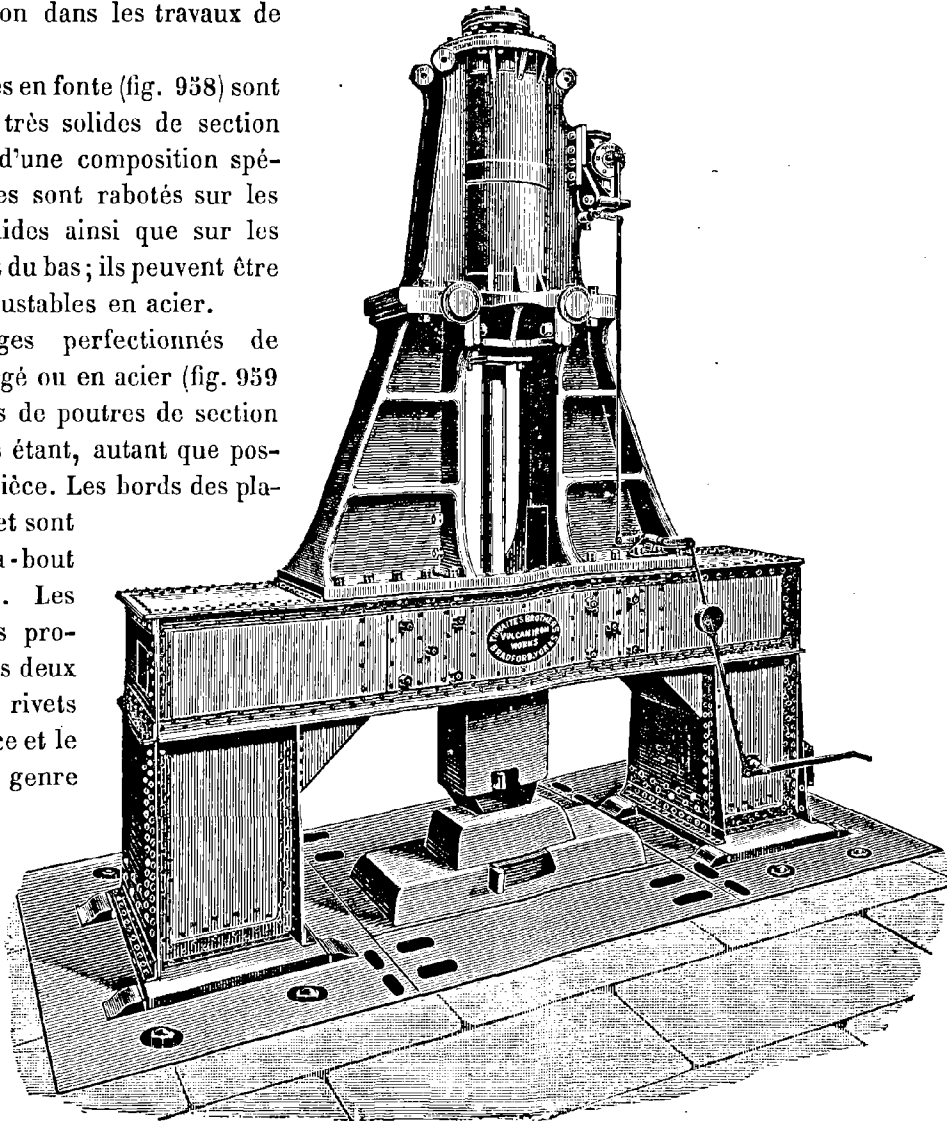


Fig. 960. — Marteau-pilon Thwaites de 7000 kilogrammes monté sur poutrelle.

nent descendre entre ces derniers auxquels ils sont boulonnés au moyen de boulons et écrous de serrage. Des oreilles en forme de D sont coulées sur les dessus des jambages et sur la base du cylindre, et sont ensuite frettées à chaud. Les cylindres sont à doubles nervures de bas en haut, et sur l'un des côtés ces nervures sont utilisées pour les passages de vapeur à la boîte à vapeur.

La soupape de manœuvre et la soupape d'arrêt sont disposées dans une seule enveloppe avec un embranchement coulé sur un côté pour l'entrée de la vapeur, et avec brides sur

le haut pour le tuyau d'échappement, ce dernier étant généralement dirigé vers la toiture.

La soupape de manœuvre et la soupape d'arrêt sont commandées par des leviers à main se trouvant à portée facile. On préfère généralement pour les gros pilons la manœuvre à la main seulement, mais pour les petits pilons jusqu'à 1.000 kilogrammes employés pour l'étirage de l'acier,

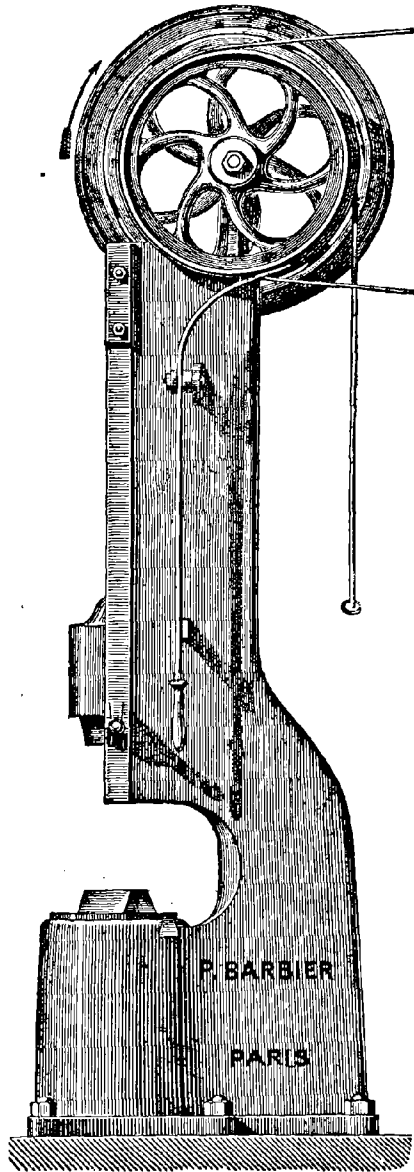


Fig. 961. — Marteau-pilon à courroie de M. Barbier.  
Vue de côté.

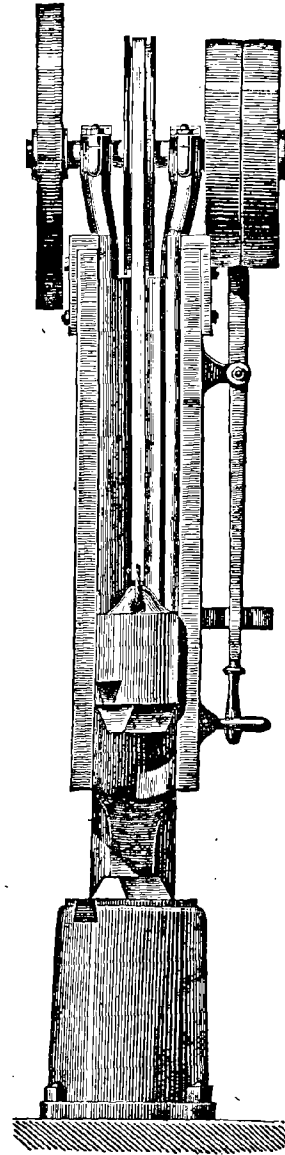


Fig. 962. — Marteau-pilon à courroie de M. Barbier.  
Vue de face.

la fabrication des pelles, le forgeage d'essieux, ceux-ci demandant des coups rapides et uniformes, le mouvement automatique est nécessaire.

Les tiges de piston sont en fer ou en acier doux; les pistons jusqu'à 0<sup>m</sup>,635 de diamètre sont forgés d'une seule pièce avec les tiges. Les pistons au-dessus de 0<sup>m</sup>,635 de diamètre sont faits en fer forgé, ou en acier au creuset, alésés en cône et ajustés sur une partie conique de la

tige avec collier. La partie de la tige au-dessus du piston est filetée et munie d'un écrou et d'une clavette. Le piston est garni de bagues Ramsbottom. Le presse-étoupe et la bague de la tige du piston sont en bronze en deux pièces réunies par des queues d'aronde, le presse-étoupe étant également serré par une plaque massive en fer forgé; le serrage du presse-étoupe se fait au moyen de quatre tenons à couronne très solides avec écrous de serrage.

La tête du marteau des gros pilons est coulée en fonte spéciale. Les têtes de marteaux des pilons jusqu'à 1.000 kilogrammes sont en acier doux ou fer forgé usinées entièrement; il est également préférable même pour les plus gros pilons, afin de résister à une grande fatigue, de faire ces pièces en fer forgé ou en acier doux.

Pour les pays n'ayant pas de chemins de fer et où le transport se fait par animaux, les pilons peuvent être construits en petites sections de façon qu'aucune pièce ne pèse plus de 150 kilogrammes, ce qui en facilite considérablement le transport.

**Marteaux-pilons à mouvements mécaniques.** — Comme nous l'avons dit plus haut, on remplace souvent avec avantage les petits marteaux-pilons à vapeur par des appareils spéciaux dans lesquels la masse active est soulevée, non plus par la force expansive de la vapeur, mais par un mouvement mécanique approprié, commandé par courroie par un moteur quelconque. Ces appareils sont utilisés, non seulement pour forger, mais encore pour matricer, pour découper ou emboutir, c'est-à-dire, comme nous le verrons plus loin, pour confectionner des pièces d'un type uniforme à l'aide de matrices spécialement préparées.

Les marteaux-pilons à mouvements mécaniques les plus employés sont de deux sortes : ceux à courroie et ceux à planche.

Dans les premiers (fig. 961 et 962)

la masse formant marteau est reliée à une courroie qui passe sur une poulie à gorge plate supérieure et se termine par une poignée à portée de la main de l'ouvrier; la poulie à gorge reçoit un mouvement de rotation continu par l'entremise d'une courroie agissant sur une poulie double, fixe et folle, calée sur son axe; ce même axe reçoit ordinairement un volant régulateur. En temps ordinaire, la courroie portant le marteau étant libre à l'une de ses extrémités, ne possède pas une adhérence suffisante sur la poulie à gorge pour pouvoir être entraînée par celle-ci; mais, si l'ouvrier vient à saisir l'extrémité libre de la courroie, il lui suffit d'opérer une très faible traction pour que la courroie, devenant adhérente sur sa poulie, soit aussitôt entraînée en soulevant le marteau.

Lorsque celui-ci est arrivé à la hauteur désirée, il suffit de lâcher l'extrémité libre de la courroie pour que, l'adhérence de cette courroie sur sa poulie cessant aussitôt, le marteau l'emporte par son poids et retombe sur son enclume.

Le marteau-pilon à courroie est le plus pratique des marteaux-pilons à mouvement mécanique. Il permet de matricer et surtout de forger avec la plus grande facilité. Il est plus pratique,

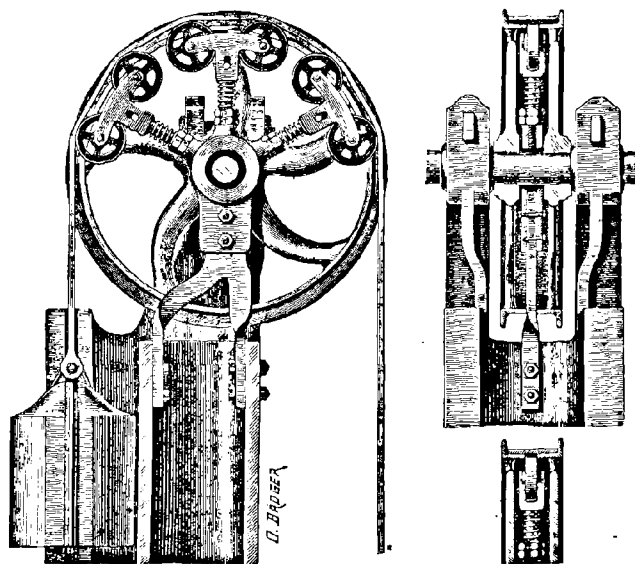


Fig. 963. — Isolateur à galets de M. Barbier.

jusqu'à une masse frappante de 250 à 300 kilogrammes, que les marteaux-pilons à vapeur. Toutefois l'échauffement et l'usure de la courroie, produits par son frottement sur sa poulie durant la chute du marteau, sont des inconvénients assez sérieux auxquels certains constructeurs ont cherché à remédier.

C'est ainsi que M. Paul Barbier trouva l'intéressant dispositif dont sont munis ses marteaux-pilons à courroie et qu'indique clairement la figure 963.

Avec ce dispositif, appelé par son inventeur isolateur à galets, l'usure et l'échauffement de la courroie, qui sont comme nous venons de l'indiquer les principaux inconvénients des marteaux-pilons à courroies, sont complètement évités.

Cet appareil se compose essentiellement de deux poulies à joue calées sur l'arbre et laissant entre elles un espace dans lequel se place le système d'isolateur. Cet isolateur se compose de trois T à deux galets. Ces T sont montés sur ressorts à boudins et les galets au repos, saillent sur les poulies.

Le tirage sur la courroie fait fléchir les ressorts, les galets s'abaissent et la courroie vient porter sur les poulies, l'adhérence se produit et la courroie entraînée, soulève le marteau.

Si l'ouvrier fait cesser l'adhérence en lâchant la main, les ressorts à boudin agissent sur les T, les galets font à nouveau saillie et la courroie est isolée des poulies. Le poids du marteau l'entraîne et la courroie roule sur les galets sans aucun frottement et sans retenue sur le marteau; de là le coup réel et la conservation de la courroie qui roule au lieu de frotter, c'est-à-dire de s'user et de s'échauffer.

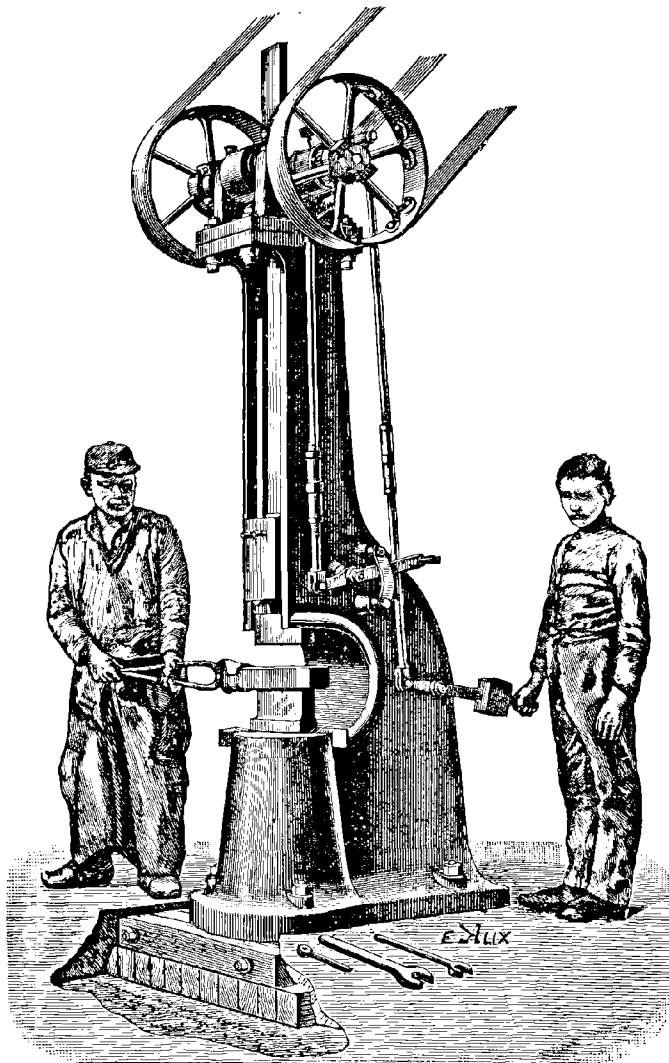


Fig. 964. — Marteau-pilon à friction de Dandoy-Mailliard.

\*  
\*  
\*

Dans les marteaux-pilons à planche, dont la figure 964 représente un modèle des ateliers Dandoy-Mailliard, la masse frappante est fixée à l'extrémité d'une planche de bois; cette planche passe entre deux galets placés à la partie supérieure du bâti et actionnés en sens inverse par deux poulies commandées par courroie.

Lorsque, à l'aide des leviers de manœuvre placés à la partie inférieure du bâti (fig. 965), on rapproche les deux galets, ceux-ci viennent faire pression sur la planche et la soulève par friction



ainsi que son marteau ; ce dernier retombe lorsqu'on écarte les deux galets de friction. Ces marteaux-pilons à friction se construisent jusqu'à une masse frappante de 500 kilogrammes.

\*  
\* \*

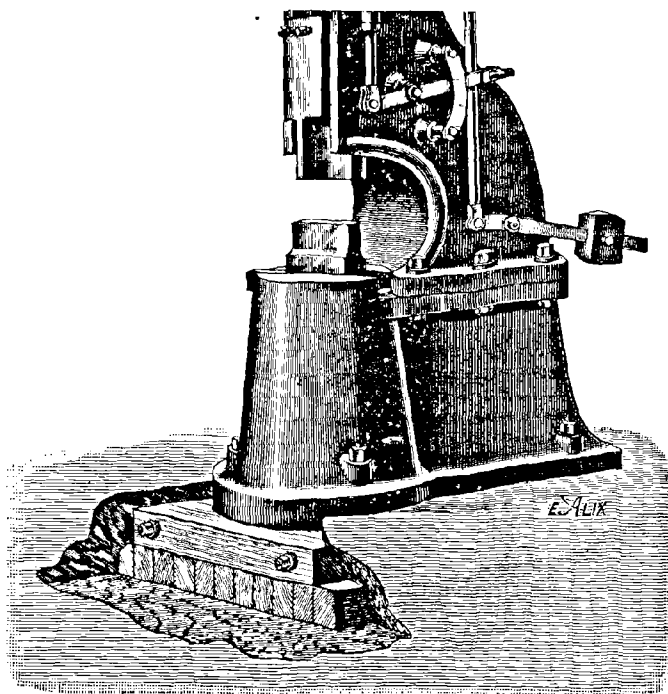


Fig. 965. — Leviers de manoeuvre.

Le marteau est fixé à une barre droite en bois, placée entre deux rouleaux tournant en sens opposé et actionnés au moyen d'un levier à main. Cette barre est faite en bois dur, elle augmente d'épaisseur du bas en haut. Cette disposition spéciale fait que le travail du marteau est très facile à conduire : le moindre effort de la main sur le levier, dans un sens ou dans l'autre, fait monter ou descendre la frappe ; et quand on quitte la main du levier, le marteau reste à la position où on l'a mis.

Quand le marteau tombe d'une hauteur de 1<sup>m</sup>,50, il peut être arrêté instantanément sans toucher l'enclume. Un ressort à la tige du marteau l'empêche de monter trop haut ; il n'y a donc aucune crainte d'accident à redouter par l'inattention de l'ouvrier.

**Marteaux-pilons pneumatiques.** — Notre figure 967 représente un marteau-pilon pneumatique de M. Lucas spécialement destiné à forger les outils ayant un tranchant : pelles, faux, couteaux, fourches, piques, etc. Cet appareil est destiné non plus à frapper un coup de temps à autre avec une grande vigueur mais au contraire une grande quantité de coups successivement.

Le mécanisme est constitué par un arbre à vilebrequin tournant dans deux paliers à la partie supérieure du bâti et recevant sur son arbre en plus de ses poulies, fixe et folle, un volant régulateur. Une bielle commande le marteau non directement, mais par l'intermédiaire d'un piston se déplaçant dans un cylindre qui reçoit également un second piston supportant la masse frappante.

Les deux pistons sont séparés par une couche d'air qui donne une grande douceur de fonctionnement à l'appareil. Le coup étant ainsi donné sur un coussin d'air, il ne se produit aucun choc vibratoire.

Le marteau-pilon de M. Le Blanc représenté par la figure 966 est conduit par deux courroies semblables, dont l'une est croisée ; il fonctionne sans autre intermédiaire, à une vitesse de 120 révolutions par minute.

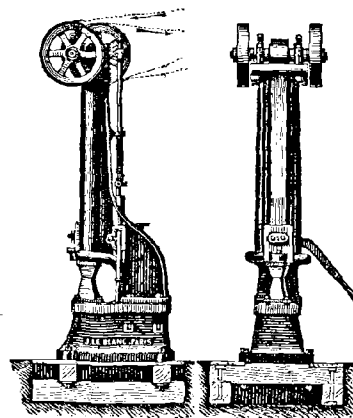


Fig. 966. — Marteau-pilon de M. Le Blanc.

Un débrayage permet d'arrêter ou de mettre la machine en mouvement en faisant passer la courroie de la poulie fixe à la poulie folle ou inversement. Une pédale agissant sur une valve de régulation permet de faire varier instantanément la puissance de l'appareil et de modifier l'intensité des coups. Ce marteau-pilon peut donner jusqu'à 500 coups par minute.

\* \*

Le marteau-pilon atmosphérique Thwaites de la figure 968 est basé sur le même principe. Ce pilon, la gravure l'indique, est entièrement indépendant, tous les organes de fonctionnement étant disposés sur un support robuste en fonte de section H.

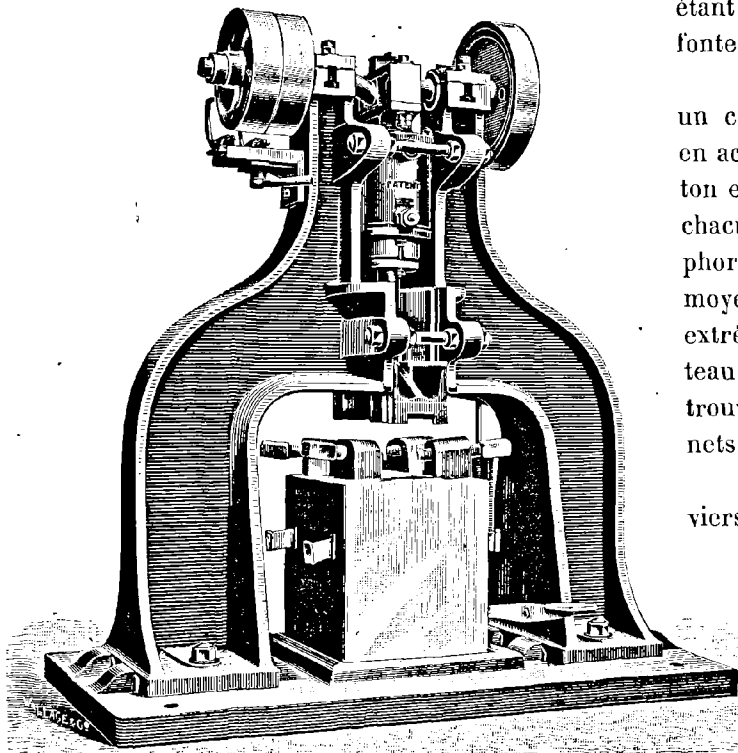


Fig. 967. — Marteau-pilon pneumatique.

Dans le bas du mouton se trouve un porte-frappe en acier. Le pilon étant indépendant ne demande qu'une fondation simple et peu coûteuse, et il est tenu en place par quatre boulons de fondation.

\* \*

On comprend facilement le rôle très important joué par la couche d'air intercalée entre les deux pistons des marteaux pneumatiques ; non seulement elle adoucit le fonctionnement de l'appareil ; mais elle permet surtout d'introduire entre le marteau et l'enclume des pièces d'épaisseur variable sans qu'il soit nécessaire de régler préalablement et avec précision la distance du marteau au bas de sa course à l'enclume.

Dans les marteaux à vapeur ou dans ceux à friction à courroie ou à planche, le marteau est libre dans sa descente et il n'y a par suite aucun inconvénient à placer sur l'enclume des pièces d'épaisseur quelconque.

Il n'en serait pas de même des marteaux-pilons commandés par un arbre à vilebrequin ou à excentrique si la bielle était réunie au marteau par une tige rigide ; un tel appareil ne trouverait

que des emplois extrêmement limités car il n'admettrait, pour une hauteur déterminée de l'enclume, que des objets d'une épaisseur rigoureusement identique; si en effet on plaçait sur l'enclume un objet d'épaisseur plus grande, il faudrait que cet objet cède et que le marteau s'y enfonce, sans quoi l'appareil se trouverait calé et la courroie patinerait, ou ce qui serait pire la bielle ou son tou-rillon se briserait. C'est ce qui arriverait fatalement lorsqu'on placerait sur l'enclume une pièce trop épaisse et trop résistante.

Grâce à la couche d'air rien de semblable ne peut se passer, le lien réunissant le marteau à la bielle n'est plus rigide mais élastique et suivant l'épaisseur et la résistance des objets travaillés l'air se trouve simplement plus ou moins comprimé et aucun choc néfaste ne peut se produire.

Il est toutefois évident qu'on pourrait relier directement le marteau à la bielle à la condition d'utiliser une enclume élastique formée, par exemple, d'un piston se déplaçant dans un cylindre contenant une couche d'air formant ressort.

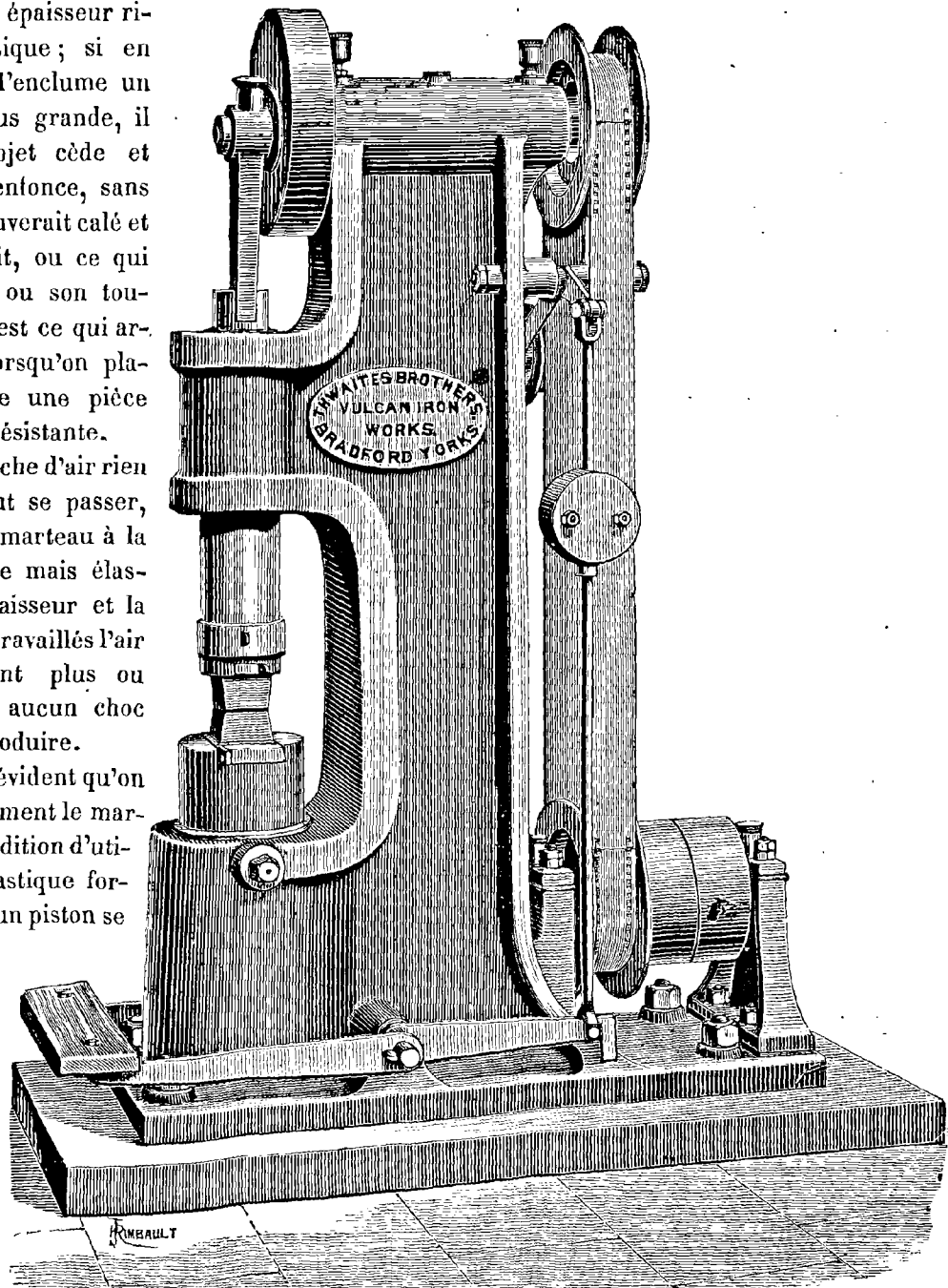


Fig. 968. — Marteau-pilon atmosphérique Thwaites.

## CHAPITRE QUINZIÈME

**LES MACHINES A PLANER, DRESSER ET CINTRER LES TOLES. —**

Le travail des tôles a naturellement entraîné la construction de machines spéciales dont les principales sont celles destinées à dresser ou à planer et les machines à cintrer.

Il est en effet nécessaire pour beaucoup de travaux d'obtenir des tôles dont la surface soit bien plane ; or dans le transport et l'emmagasinement il arrive presque toujours que les tôles sont quelque peu déformées et nécessitent par suite un redressage.

D'autre part, il est fréquemment nécessaire de courber les tôles, pour fabriquer par exemple les chaudières de tous genres ; de là la nécessité de posséder des machines spéciales faisant rapidement et régulièrement ce travail de cintrage.

Il existe des machines à cintrer de très grandes dimensions et de grande puissance ; on

comprend en effet que c'est un travail des plus importants que de courber, pour en faire des tubes ou des chaudières, des tôles de grande largeur et de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Nous allons indiquer quelques-unes des machines utilisées pour ces opérations.

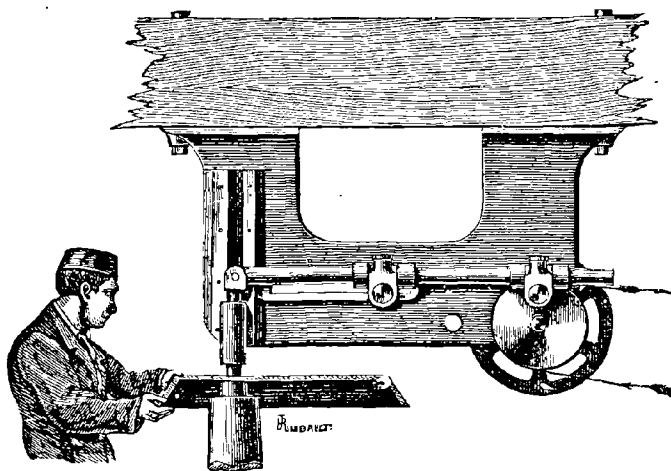


Fig. 969. — Machine Player à planer.

**Machine à planer et à dresser.** — On utilise parfois, pour planer les tôles de petites dimensions, un appareil composé d'un marteau mû par un mouvement mécanique et frappant des coups répétés sur une enclume recevant les plaques à planer.

Telle est la machine à planer Player représentée par la figure 969 ; cet appareil est constitué par un bâti disposé pour être fixé sur un socle, appliqué contre un mur ou, comme dans notre gravure, boulonné sous une poutre horizontale.

Sur l'un des côtés du bâti est disposé un arbre muni d'un volant, commandé par courroie et portant un disque actionnant, par un tourillon excentré, un levier oscillant portant à son autre extrémité le marteau.

Le point d'oscillation de ce levier peut être déplacé sur le bâti de manière à modifier l'intensité des coups ; plus le point d'appui mobile du levier est rapproché du marteau plus le coup est léger ; on peut ainsi changer l'intensité des coups de marteau sans modifier leur fréquence et donner le même nombre de coups à volonté légers ou lourds dans un temps donné. Ce nombre de coups par minute varie entre 250 et 300.

Le principe pneumatique, que nous avons vu appliqué aux marteaux-pilons dans le chapitre précédent, est également utilisé dans cet appareil ; c'est-à-dire que, pour rendre plus doux le mouvement du marteau et aussi pour permettre de travailler des plaques de différentes épaisseurs, sans réglage préalable de la hauteur relative de l'enclume et de son marteau, ce marteau est cons-

titué par un cylindre contenant deux pistons dont l'un portant la tête du marteau est actionné par l'autre par l'entremise d'un coussin d'air élastique.

On évite ainsi toute vibration dans le mécanisme et on permet des variations dans l'épaisseur de la lame de métal en travail.

Cet appareil, principalement utilisé pour travailler des plaques de cuivre, ne peut naturellement être utilisé que pour des pièces de faibles dimensions.

\*  
\*  
\*

Pour les tôles de grandes dimensions il est indispensable d'avoir recours à de puissants appareils à plusieurs cylindres qui dressent rapidement en un seul passage des tôles de grande épaisseur et de grande largeur.

C'est ainsi que notre figure 970 représente une machine à planer et dresser des tôles de 2<sup>m</sup>,60 de largeur sur 15 millimètres d'épaisseur au maximum.

Cette machine, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>, se compose de deux bâtis en fonte, montés sur une forte plaque de fondation, donnant ainsi toute sécurité pour le montage parfait de tous les organes.

Entre les deux bâtis sont placés sept cylindres en acier; les quatre cylindres inférieurs et deux des cylindres supérieurs, le premier cylindre du côté de l'introduction de la tôle ainsi que le dernier cylindre du côté de la sortie, sont tous commandés par engrenages; seul le cylindre intérieur supérieur n'est pas commandé par engrenages. Les cylindres supérieurs tournent dans des coussinets mobiles et se meuvent verticalement par roues et vis sans fin.

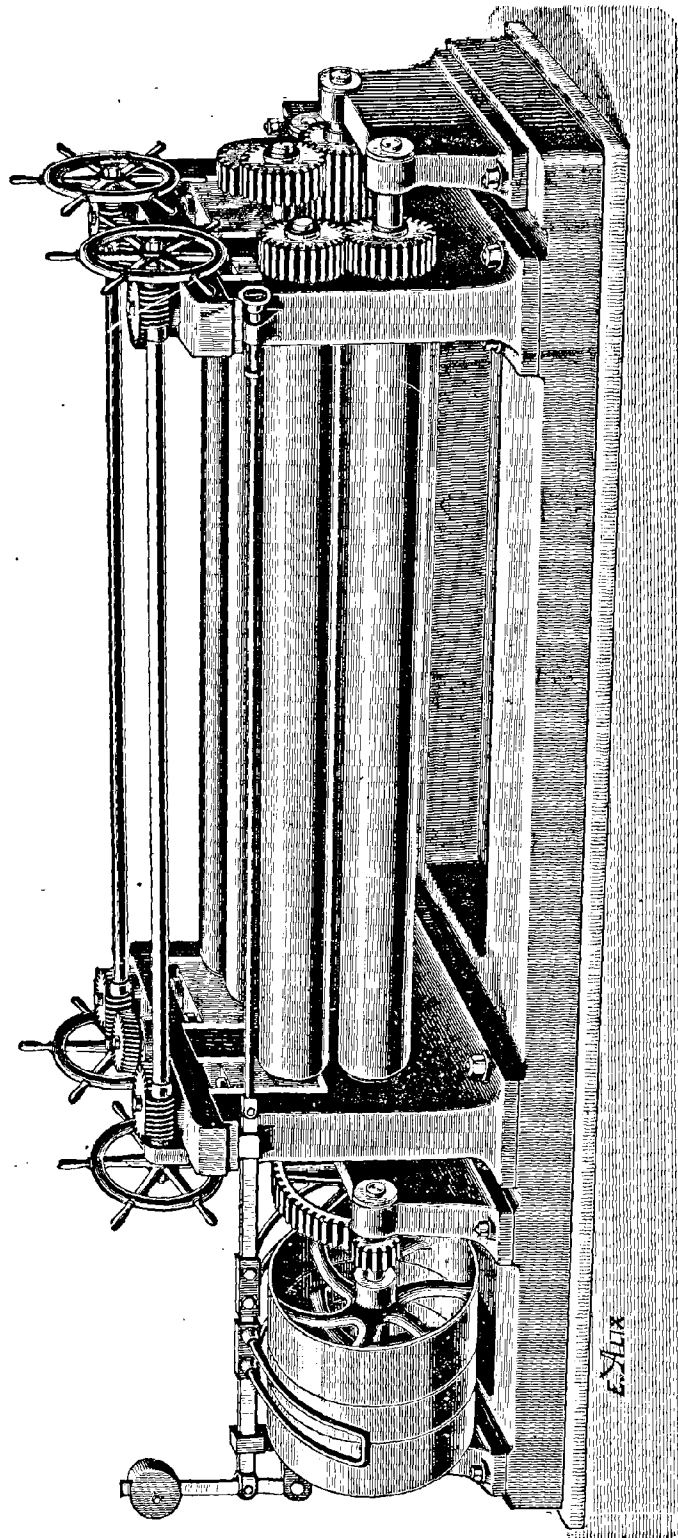


Fig. 970. — Machine à planer et dresser les tôles de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Les deux cylindres d'avant sont d'un plus gros diamètre que les cinq autres. Le perfectionnement de ce système breveté repose sur cette particularité : que ces deux cylindres d'avant, étant dans le même plan vertical, permettent de dresser la tôle sur la largeur en la laminant légèrement; cette disposition permet également d'en assurer l'entraînement tout en facilitant le dressage.

Les deux autres cylindres supérieurs, comme dans les autres machines, sont réglables en hauteur également par vis, manœuvrées par roues et vis sans fin. Ces machines, très robustes, possèdent leur renvoi à changement de marche avec débrayage; la commande des cylindres, très forte, est à double rapport d'engrenage.

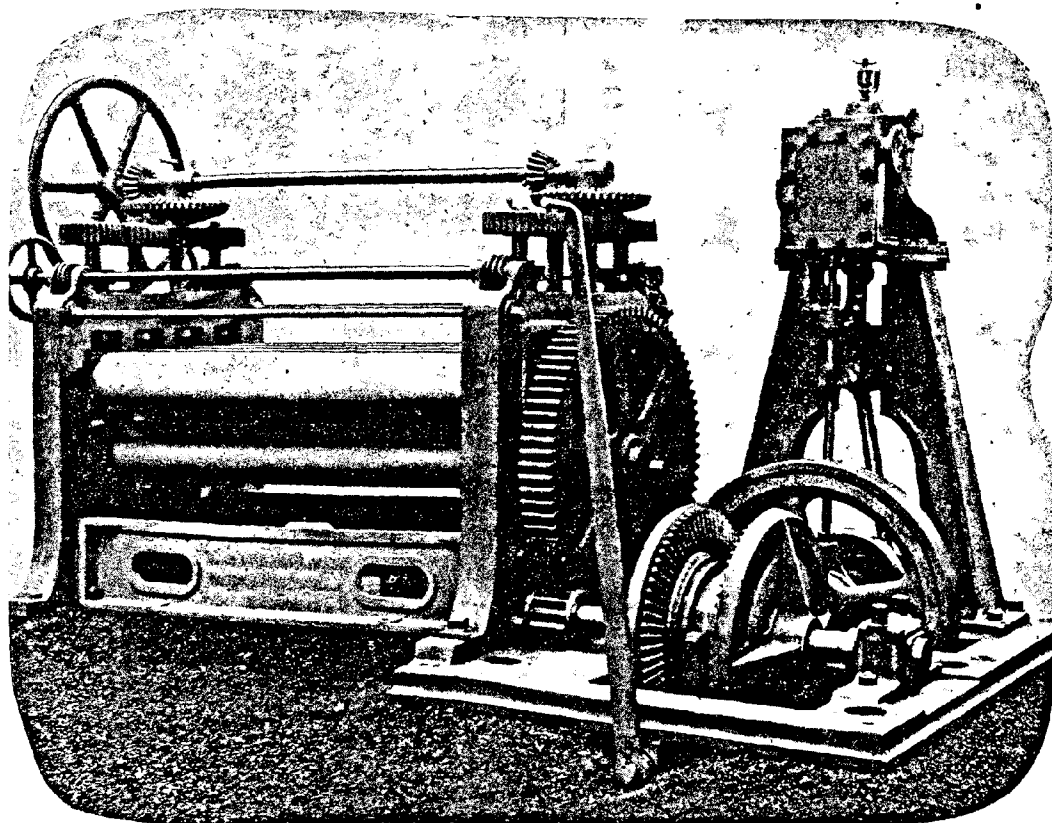


Fig. 971. — Machine à dresser les tôles commandée directement par moteur à vapeur.

\*  
\* \*

La figure 971 représente une machine analogue de M. Lucas directement commandée par un moteur à vapeur vertical genre pilon placé sur le côté.

Ce moteur commande la machine par l'intermédiaire d'un arbre auxiliaire muni de deux roues dentées d'angle calées en sens inverse et pouvant engrener, à tour de rôle, avec un pignon d'angle calé sur l'arbre du moteur. Un débrayage mû par un grand levier permet d'embrayer l'une ou l'autre des roues d'angle avec le pignon de manière à obtenir à volonté la marche dans un sens ou dans l'autre.

L'arbre intermédiaire actionne l'appareil au moyen d'un pignon engrenant avec une grande roue dentée.

**Les machines à rouler et à cintrer les tôles.** — Les machines à rouler et à cintrer les tôles sont d'une disposition quelque peu analogue aux précédentes, mais elles ne possèdent que trois cylindres dont l'un est mobile et peut être rapproché plus ou moins des deux autres pour varier la courbure à obtenir. Ces machines fonctionnent, en somme, d'une manière semblable aux machines à cintrer les fers étudiées plus haut ; mais les galets sont remplacés par des cylindres de grande longueur.

Notre figure 972 représente une machine à cintrer et à rouler les tôles des ateliers Dandoy - Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>. Elle se compose de deux robustes montants solidement boulonnés sur une plaque de fondation en fonte et recevant les deux cylindres inférieurs entraînés, dans le même sens, par une poulie commandée par courroie et une série d'engrenages réducteurs de vitesse.

Au-dessus de ces cylindres moteurs se trouve placé un troisième cylindre qui peut être plus ou moins rapproché des deux autres par l'action de deux vis agissant sur ses paliers.

On comprend facilement que plus le cylindre cintré supérieur sera rap-

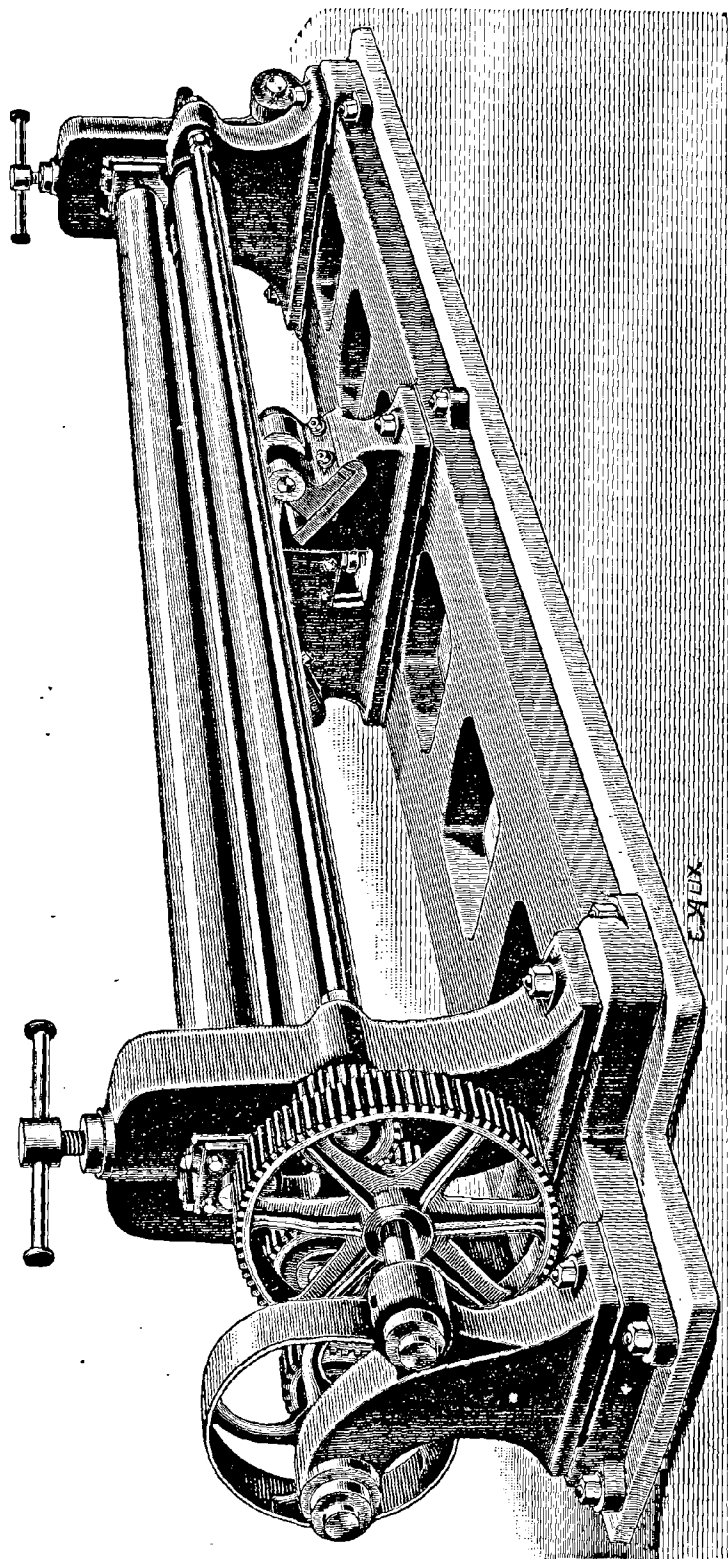


Fig. 972. — Machine à cintrer et à rouler les tôles des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et Cie

proché des deux autres, plus la courbure donnée aux tôles qui traverseront l'appareil sera prononcée.

Afin d'éviter la flexion des cylindres inférieurs un support à trois galets représenté séparément par la figure 973, se trouve disposé au milieu de la plaque de fondation; le galet central peut recevoir un léger déplacement vertical sous l'action d'une vis et les autres galets peuvent se déplacer sur leur plan incliné, pour permettre le réglage et assurer un contact permanent des galets sur les cylindres.

Lorsqu'on donne aux tôles une courbure suffisante pour que leurs bords se rejoignent ou se rapprochent à une distance inférieure au diamètre du cylindre supérieur, il est évident qu'on ne peut sortir ces tôles de l'appareil, sans déformer la courbure obtenue, qu'en les faisant glisser

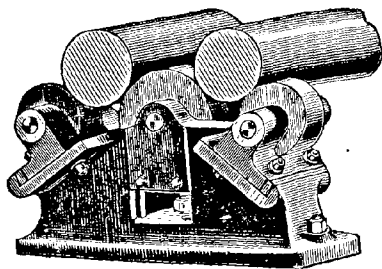


Fig. 973. — Détail du support à galets.

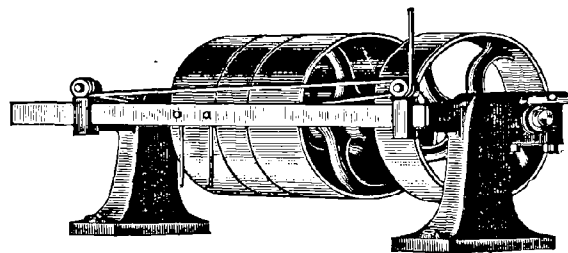


Fig. 974. — Détail du renvoi de mouvement.

le long de ce cylindre pour les sortir par une de ses extrémités. Il est donc indispensable à cet effet que l'un des paliers de ce cylindre soit facilement démontable.

Pour obtenir ce résultat le bâti opposé à celui qui reçoit les organes de transmission est en deux parties : l'une recevant les paliers des cylindres inférieurs est installée à poste fixe; l'autre au contraire, recevant le palier du cylindre supérieur, peut pivoter sur une charnière inférieure pour dégager l'extrémité de ce cylindre et permettre la sortie des tôles roulées.

Cette machine, qui possède des cylindres de 5<sup>m</sup>, 10 de longueur et qui peut rouler des épaisseurs de tôle de 6 à 10 millimètres, reçoit son mouvement par un renvoi de mouvement à changement de marche (fig. 974) permettant de renverser à volonté le sens de rotation des cylindres; nous avons indiqué plus haut (p. 333) le mode de fonctionnement de ces renvois de mouvement.

\*  
\* \*

Notre figure 975 représente également une machine à cintrer les tôles de construction américaine, de la Hilles et Jones Company. Les cylindres de cette machine sont en fer ou en acier forgé.

Les cylindres inférieurs sont commandés, au moyen d'une série d'engrenages, par deux poulies pouvant être, tour à tour, rendues solidaires de l'arbre de commande au moyen d'un embrayage à friction mû par un levier mis à portée de la main de l'ouvrier qui conduit l'appareil; l'une des poulies étant actionnée par une courroie droite et l'autre par une courroie croisée, on peut changer le sens de rotation des cylindres en embrayant l'une ou l'autre de ces poulies.

Pour permettre de retirer facilement les tôles roulées en cercle complet, l'un des paliers du cylindre supérieur peut se dégager par le pivotement de son bâti, laissant ainsi libre l'extrémité du cylindre.

Toutefois pour que le cylindre ne retombe pas sur la tôle rendant ainsi très pénible son dégagement, ce cylindre est terminé à son autre extrémité par une tige sur l'extrémité de laquelle on peut agir, à l'aide d'une vis à volant, pour bloquer le cylindre avant de dégager son palier



mobile ; on peut même le soulever légèrement pour faciliter encore le dégagement de la tôle roulée.

Les machines des mêmes constructeurs représentées par nos figures 976 et 977 sont d'une disposition analogue à la précédente, mais commandées directement par moteur à vapeur au moyen d'une série d'engrenages. Ces engrenages permettent de changer la vitesse suivant l'épaisseur des tôles à travailler. Un support à galets analogue à celui de la figure 973 soutient les cylindres inférieurs en leur milieu et empêche leur flexion.

\*  
\*  
\*

La figure 978 montre une puissante machine à cintrer les tôles de M. Lucas présentant de très intéressantes dispositions. Cette machine est actionnée par un moteur à vapeur compound vertical type pilon ; ce moteur commande par pignon une grande roue d'engrenage actionnant les cylindres inférieurs ; le changement de marche est obtenu directement par le changement du sens de la rotation du moteur lui-même.

Le déplacement vertical du cylindre supérieur est obtenu mécaniquement au moyen d'un second moteur vertical type pilon spécialement affecté à cet usage ; ce moteur placé sur le devant commande par vis sans fin un arbre horizontal inférieur qui actionne également par vis sans fin, deux arbres verticaux placés de chaque côté et commandant enfin par une série de trois engrenages les vis de déplacement du cylindre cintréur.

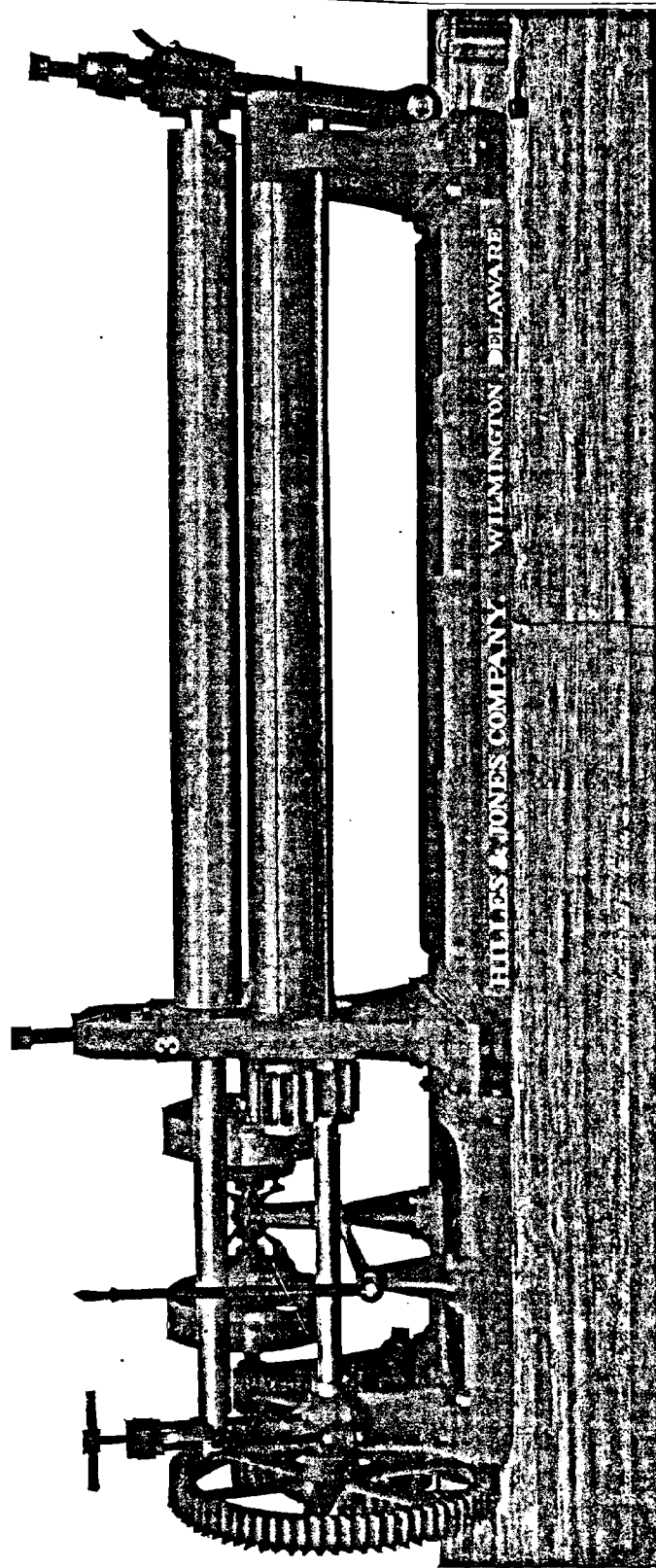


Fig. 976. — Machine à cintrer les tôles de la Hilles et Jones Company.

L'un des bâtis est construit de manière à permettre à sa partie supérieure de tourner sur des gonds spéciaux au moyen d'une vis sans fin pour rendre possible l'enlèvement du rouleau supérieur ou des tôles en travail.

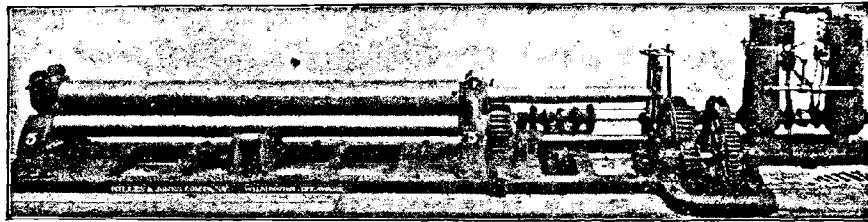


Fig. 976. — Machine à cintrer les tôles à commande directe.

L'ensemble de la machine est solidement boulonné sur une épaisse plaque de fondation très résistante en fonte permettant de restreindre les fondations en maçonnerie.

Les cylindres de cette machine ont une longueur de 4<sup>m</sup>,90, le cylindre supérieur présente un diamètre de 71 centimètres et les cylindres inférieurs un diamètre de 525 millimètres ; elle permet de cintrer des tôles de 4<sup>m</sup>,80 de largeur sur 37 millimètres d'épaisseur.

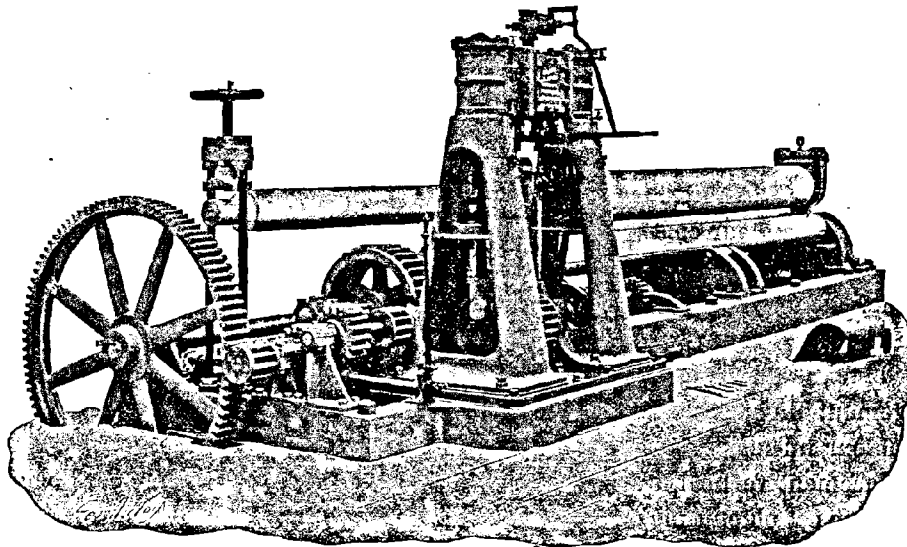


Fig. 977. — Machine à cintrer les tôles actionnée directement par moteur à vapeur.

\*  
\* \*

La puissante machine à cintrer verticale du même constructeur, représentée par la figure 979, est également commandée directement par un moteur spécial à vapeur vertical du type pilon à deux cylindres.

Ce moteur actionne les deux cylindres moteurs par une série d'engrenages permettant d'obtenir deux vitesses de marche suivant la largeur et l'épaisseur des tôles à travailler ; le changement de marche s'opère, comme dans le cas précédent, par le renversement du sens de rotation du moteur lui-même.

Le même moteur à vapeur peut commander le déplacement du cylindre cintréur à l'aide d'une transmission spéciale. Cette transmission est composée d'un arbre vertical commandé par un

pignon d'angle pouvant engrener, tour à tour, avec l'une ou l'autre des roues dentées d'angle calées en sens inverse, sur l'arbre vertical ; un levier spécial permet de provoquer à volonté l'engrenement avec l'une ou l'autre roue, de manière à obtenir la rotation dans un sens ou dans l'autre et par suite le rapprochement ou l'éloignement du cylindre cintreur des cylindres moteurs ; l'arbre vertical

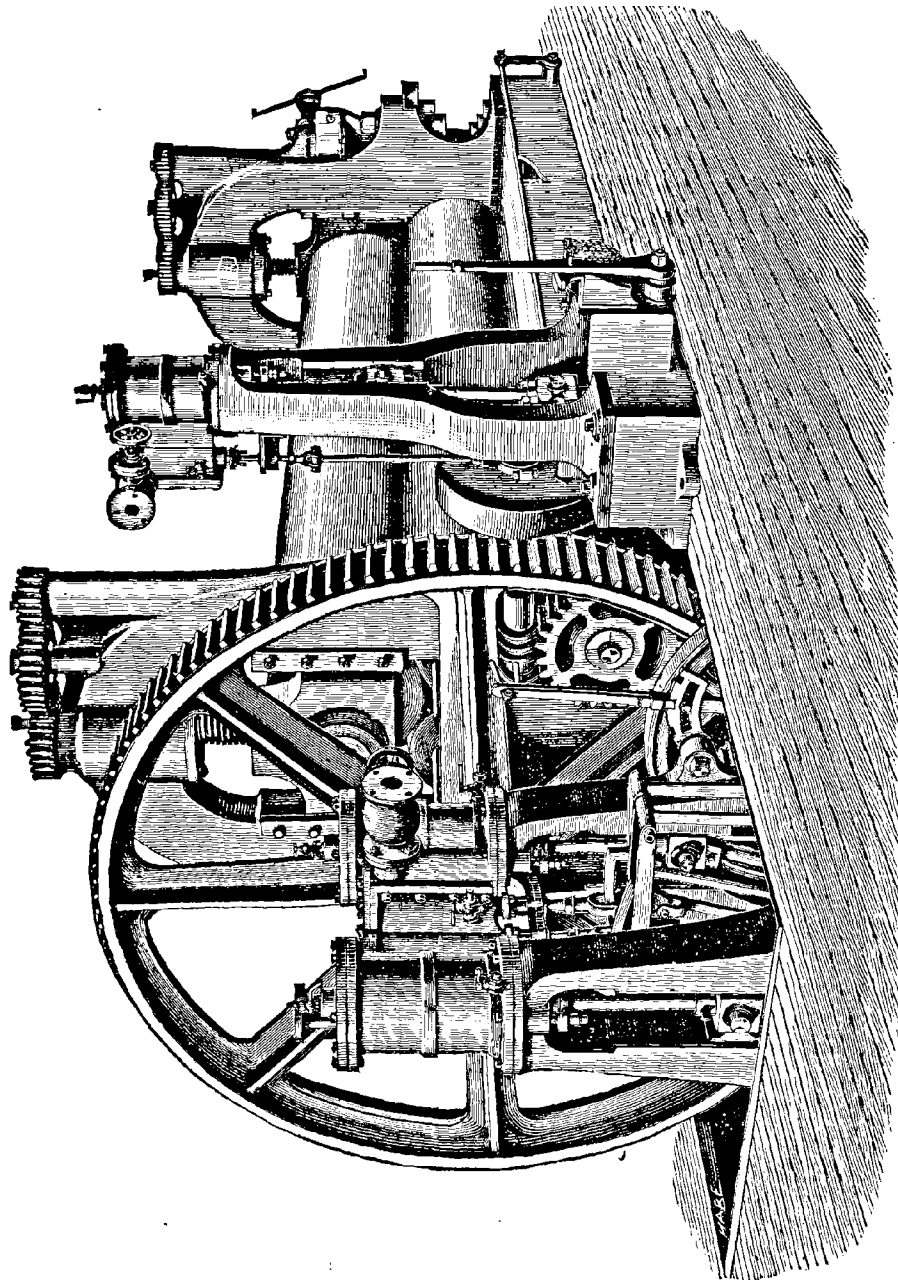


Fig. 978. --- Machine horizontale à cintrer les tôles directement commandée par moteur à vapeur.

que nous venons d'indiquer commande, par un train d'engrenages d'angle, un arbre horizontal qui lui-même actionne, par vis sans fin, un second arbre horizontal ; enfin ce dernier porte une vis sans fin qui engrène avec une roue dentée calée sur l'axe de la vis de déplacement du cylindre cintreur.

Ce cylindre cintreur peut être soulevé sur le côté, par une roue spéciale, pour permettre d'enlever les tôles roulées en cylindre complet.

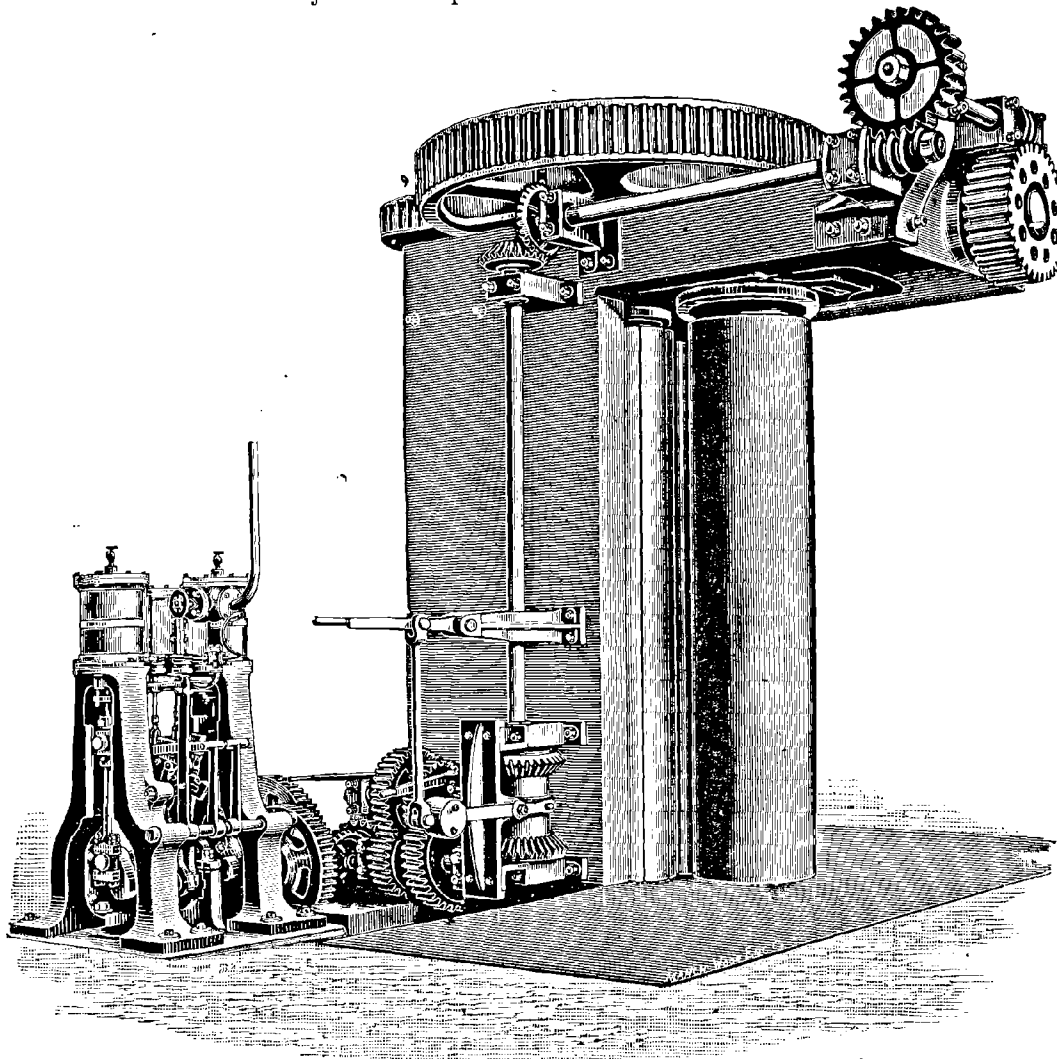


Fig. 979. — Machine verticale à cintrer les tôles directement commandée par moteur à vapeur.

Cette machine, qui possède des cylindres de 3<sup>m</sup>,70 de longueur, sur 61 centimètres de diamètre pour le cylindre cintreur et 50 centimètres de diamètre pour les cylindres moteurs, peut cintrer à froid des tôles en acier doux de 3<sup>m</sup>,65 de largeur sur 37 millimètres d'épaisseur.

## CHAPITRE SEIZIÈME

**LES MACHINES A EMBOUTIR, ESTAMPER ET DÉCOUPER.** — Les machines utilisées pour les opérations d'emboutissage, d'estampage et de découpage sont ordinairement d'une construction identique, c'est pourquoi nous les rangeons toutes dans le même chapitre.

L'emboutissage consiste à refouler dans les creux d'une matrice, à l'aide d'un poinçon de forme correspondante, différentes parties d'une plaque métallique de manière à donner à cette pièce métallique la forme de la matrice.

Lorsque les creux de la matrice sont assez prononcés, il est indispensable de travailler à chaud les feuilles métalliques et il faut fréquemment effectuer plusieurs opérations successives entre chacune desquelles la plaque de métal est chauffée à nouveau ; on emploie d'ailleurs quelquefois une série de matrices, dont les creux sont de plus en plus prononcés, afin d'obtenir un repoussage bien régulier et sans risquer de plisser ou de fendiller le métal.

Pour refouler le métal dans les creux de la matrice, on utilise un outil présentant en relief la forme des creux correspondants de la matrice ; c'est sur cet outil que s'exerce la pression nécessaire au travail.

Nous n'envisageons bien entendu ici que l'emboutissage mécanique, laissant complètement de côté l'emboutissage à la main obtenu par le martelage d'une feuille de métal placée sur une forme spéciale.

\*  
\*  
\*

Dans l'estampage on produit encore des reliefs sur des plaques de métal, mais ces reliefs ne correspondent plus à des creux sur l'autre face de la plaque métallique, qui au contraire, se trouve fréquemment munie de motifs en relief des deux côtés ; telles sont les pièces de monnaie et les médailles qui sont fabriquées par estampage.

Pour arriver à ce résultat la plaquette ou le disque de métal sont fortement pressés entre la matrice, portant en creux l'un des motifs à estamper, et un coin, portant également en creux l'autre motif à imprimer sur l'autre face ; la pression doit être assez forte pour refouler le métal dans les creux de la matrice et du poinçon.

Lorsque les reliefs sont peu importants, une seule frappe suffit, comme pour les pièces de monnaie ; mais lorsque ces reliefs sont plus considérables, comme dans les merveilleuses médailles qu'on frappe aujourd'hui, il est indispensable de soumettre la plaquette ou le disque de métal à

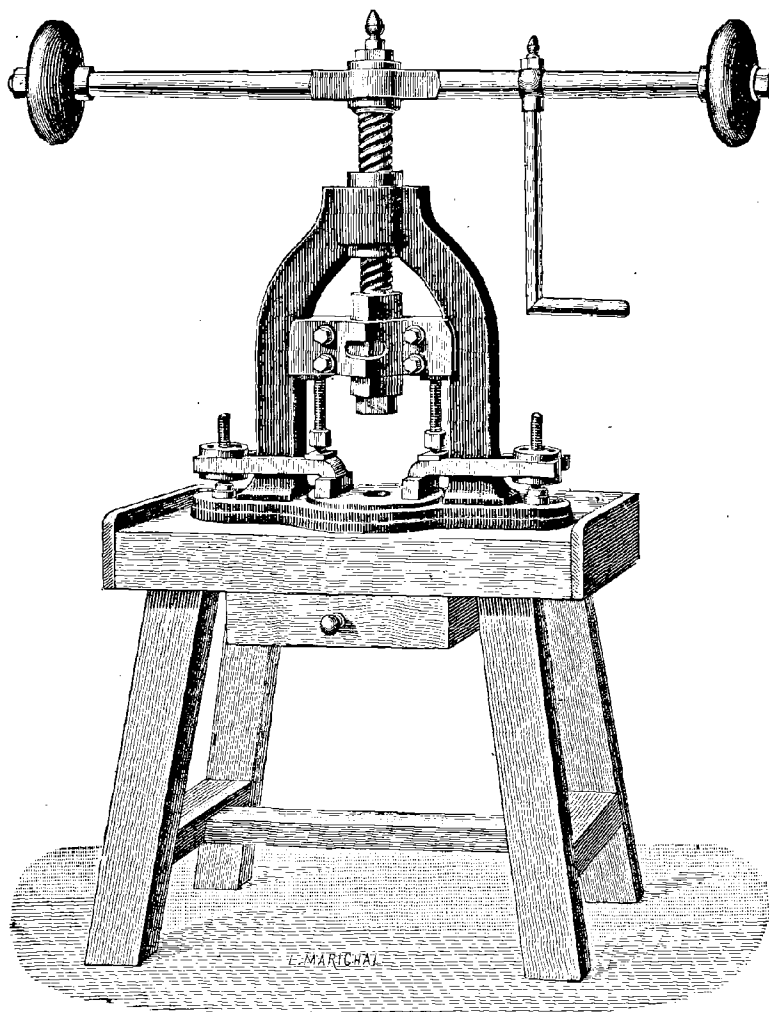


Fig. 980. — Balancier ou découpoir à main.

un certain nombre de frappes successives, nombre d'autant plus grand que le relief doit être plus prononcé.

\* \*

Le découpage consiste à enlever, dans une lame de métal, des motifs de forme variée avec deux outils présentant, l'un en creux, l'autre en relief, la forme des objets à produire.

C'est en somme un travail absolument analogue au poinçonnage que nous avons étudié plus haut, mais dans lequel la matrice et le poinçon, au lieu de présenter une forme ronde, sont de forme quelconque.

Avec cette méthode de travail on arrive aujourd'hui à produire, avec une merveilleuse rapidité et une facilité inouïe, des objets métalliques de forme relativement compliquée et dont le prix de fabrication peut ainsi être diminué d'une façon considérable.

C'est par le découpage que sont fabriquées toutes les pièces de machine prises dans des tôles minces, pièces qui sont rigoureusement semblables et interchangeables.

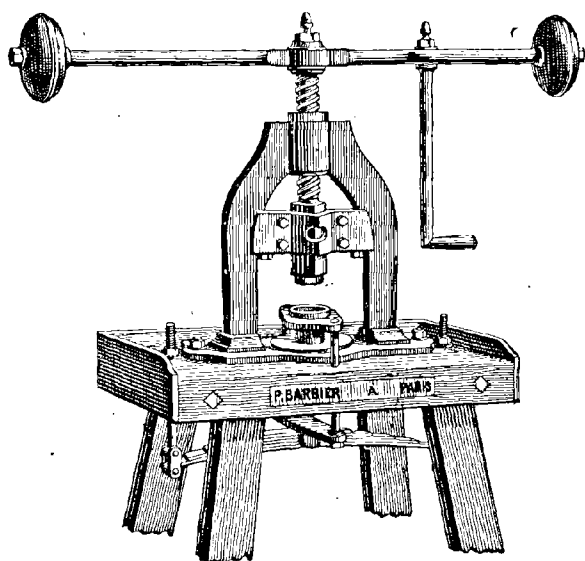


Fig. 981. — Balancier muni d'un appareil à ressort.

la vis ; à sa partie inférieure la vis porte une coulisse parfaitement guidée par une glissière et pouvant ainsi se déplacer verticalement, sous l'action de la vis, sans toutefois être solidaire de son mouvement de rotation ; cette coulisse reçoit le poinçon, tandis que le socle de l'appareil reçoit la matrice solidement fixée par une série de vis.

On conçoit facilement que lorsqu'on donne, à l'aide de la poignée, un mouvement de rotation à la vis celle-ci descend et vient presser fortement le poinçon sur la matrice, lorsqu'on tourne au contraire la vis en sens inverse elle remonte entraînant la coulisse porte-poinçon.

La force de compression est d'autant plus puissante que la masse, et par suite la force d'inertie, des masses métalliques portées par la tige horizontale, est plus grande et qu'elles se trouvent lancées avec plus de force.

\* \*

Le balancier de M. Barbier, représenté par la figure 981, est spécialement destiné à l'emboutissage ; à cet effet, il est pourvu d'un double ressort placé sous le banc et soutenant la pièce porte-matrice.

Quoiqu'il en soit, ces trois opérations d'emboutissage, d'estampage et de découpage, exigent des appareils analogues produisant sur un poinçon, disposé au-dessus d'une matrice, une puissante pression intermittente.

L'appareil le plus simple et le plus ancien qui réalise cette disposition est le balancier connu de tout le monde.

Notre figure 980 représente un de ces appareils ; comme on le voit par cette gravure, un balancier est constitué par un bâti, en fer forgé ou en fonte, portant, à sa partie supérieure, un écrou qui reçoit une vis à large pas ; cette vis porte une longue tige, munie de deux masses à ses deux extrémités et d'une poignée de manœuvre permettant à l'ouvrier d'agir sur

Ce ressort amorti le choc et permet l'emploi d'outils plus simples et par conséquent meilleur marché; il permet également des emboutissages plus profonds.

Dans certains cas, et lorsqu'il est nécessaire d'introduire des pièces de grandes dimensions sous l'appareil, il est indispensable de donner au bâti du balancier la forme indiquée par notre figure 982 représentant un balancier à bâti en col de cygne de M. Barbier.

Le balancier à cage de fonte, du même constructeur, représenté par la figure 983 est spécialement destiné à l'estampage des médailles et des pièces d'orfèvrerie.

Comme on le voit le bâti en fonte est très massif, de manière à atténuer les vibrations dues au choc du poinçon sur la

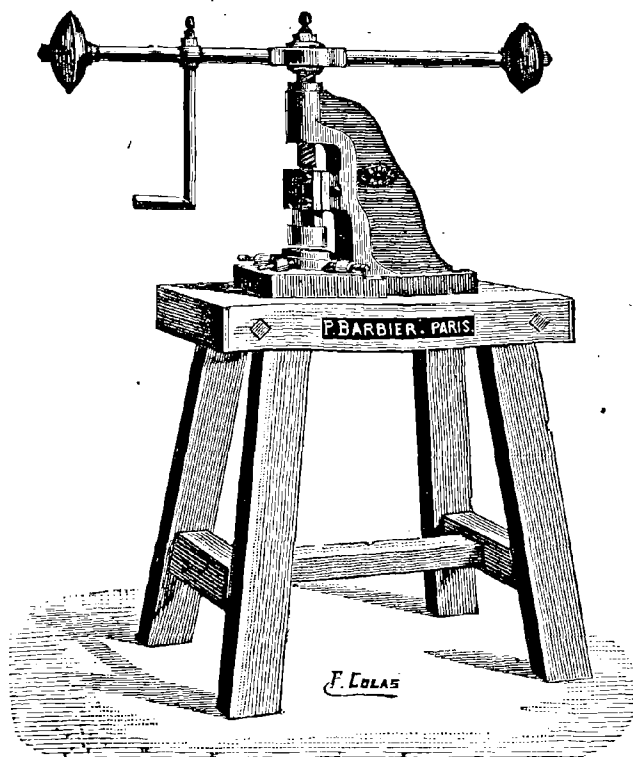


Fig 982.  
Balancier à bâti en col de cygne.

pièce à estamper; ces vibrations sont ainsi presque annihilées, le coup est plus net et le relief des gravures est tout à fait franc, de plus les coins s'usent beaucoup moins rapidement.

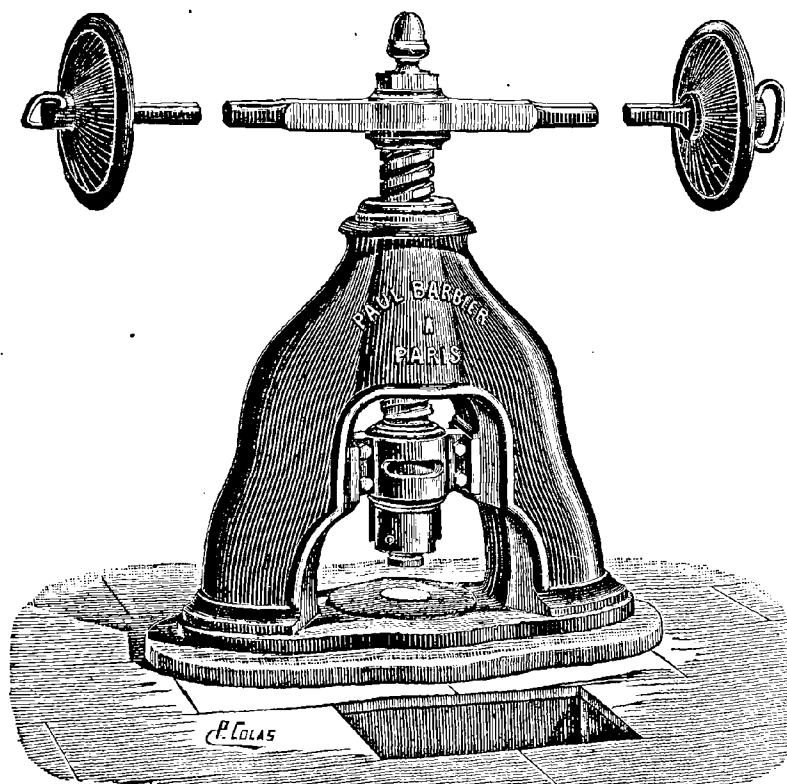


Fig 983 — Balancier à cage en fonte de M. Barbier.

Tous les balanciers que nous avons examinés jusqu'ici sont actionnés à la main, leur puissance se trouve par ce fait très limitée. Les balanciers de plus grandes dimensions sont actionnés au moteur, ordinairement par une transmission à friction analogue à celle qu'indique notre gravure 984. Cette figure représente un balancier à friction de M. Barbier.

Dans cette machine la vis n'est plus munie d'une tige ho-

horizontale dans sa partie supérieure, mais d'un volant dont le poids, et par suite la force d'inertie, est d'autant plus considérable que le choc à produire doit être plus puissant.

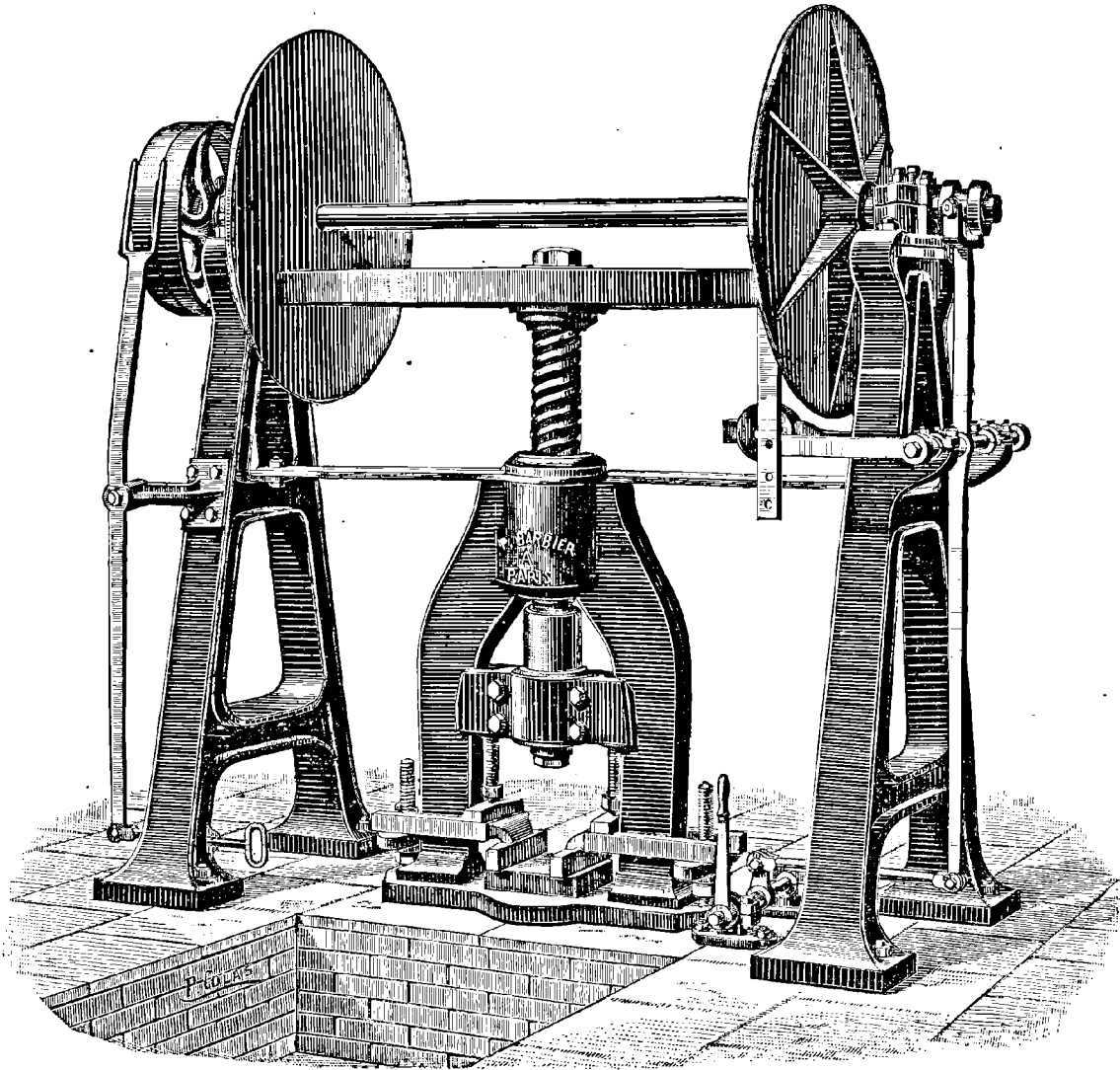


Fig. 984. — Balancier à commande au moteur à friction de M. Barbier.

De chaque côté du balancier se trouve deux chaises, solidement entretoisées entre elles et avec le bâti, et portant à leur partie supérieure un arbre horizontal commandé par courroie et poulies folle et fixe.

Un débrayage, dont le levier de manœuvre se trouve à portée de la main de l'ouvrier, permet la mise en marche et l'arrêt de l'appareil par le passage de la courroie de l'une à l'autre poulie.

L'arbre horizontal supérieur porte, de chaque côté du volant de la vis, un plateau de friction ; cet arbre peut recevoir de plus un léger déplacement longitudinal qui permet d'appuyer l'un ou l'autre plateau sur la jante du volant.

On comprend facilement que les deux plateaux, tournant dans le même sens, mais agissant sur le



volant aux extrémités d'un même diamètre, peuvent provoquer par friction la rotation en sens inverse du volant et par suite la montée ou la descente de la vis.

Pour provoquer la descente de la vis l'ouvrier n'a donc qu'à déplacer l'arbre porte-plateaux, à l'aide d'un levier qui se trouve à portée de sa main, et à appliquer ainsi le plateau correspondant à la descente contre la jante du volant; celui-ci se trouve aussitôt entraîné par friction et le mouvement de descente à lieu.

Lorsque la vis arrive à la partie inférieure de sa course et que le choc du poinçon contre la pièce à estamper a eu lieu, le volant agit sur un levier qui provoque automatiquement le déplacement en sens inverse de l'arbre porte-plateau et applique le second plateau contre la jante du volant qui se met à tourner en sens inverse et fait remonter la vis et le coin.

L'ouvrier n'a alors qu'à provoquer un nouveau déplacement de l'arbre horizontal pour obtenir à nouveau la descente de la vis et ainsi de suite.

On peut également, d'ailleurs, rendre le mouvement entièrement automatique en faisant agir le volant au haut de sa course sur l'arbre des plateaux.

Les balanciers de ce système sont très employés pour la frappe des médailles.

La figure 985 représente un autre modèle de balancier à friction du même constructeur se différenciant par un bâti massif de fonte, d'une seule pièce, portant à sa partie supérieure l'arbre horizontal et ses deux plateaux; le fonctionnement est naturellement identique à celui du précédent appareil.

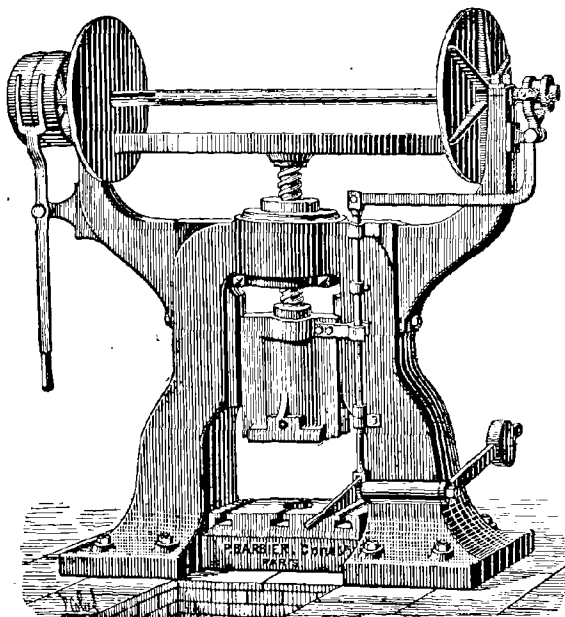


Fig. 985. — Presse à friction de M. Barbier.

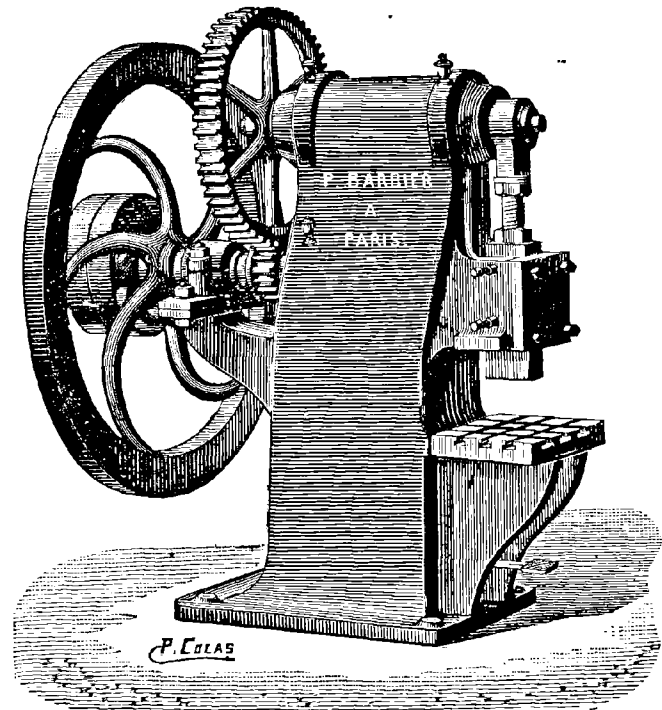


Fig. 986. — Machine à découper à excentrique de M. Barbier.

Le principal avantage des balanciers réside dans la grande douceur de leur fonctionnement qui permet d'obtenir une grande précision dans le travail; aussi sont-ils utilisés pour tous les travaux précis d'estampage, d'emboutissage et de découpage.

On peut toutefois utiliser d'autres machines basées sur un tout autre principe. Telles sont

les machines à excentrique construites d'une façon analogue aux poinçonneuses et cisailles que nous avons examinées plus haut.

Notre figure 986 représente ainsi une machine à découper à excentrique de M. Barbier ; on voit que sa construction est absolument identique à celle des poinçonneuses ou cisailles : un robuste bâti reçoit à sa partie supérieure un arbre commandé, au moyen d'une roue dentée et d'un pignon, par un premier arbre portant un volant et une double poulie folle et fixe ; l'arbre supérieur porte sur le devant un excentrique qui actionne une petite bielle verticale portant le poinçon ; au-dessous sur une table à rainures en T est fixée la matrice.

Une pédale sert à embrayer l'appareil. Le porte-poinçon est relié à la bielle par une partie filetée permettant de régler à volonté sa hauteur, suivant les dimensions de la matrice et du poinçon et l'épaisseur du métal à découper.

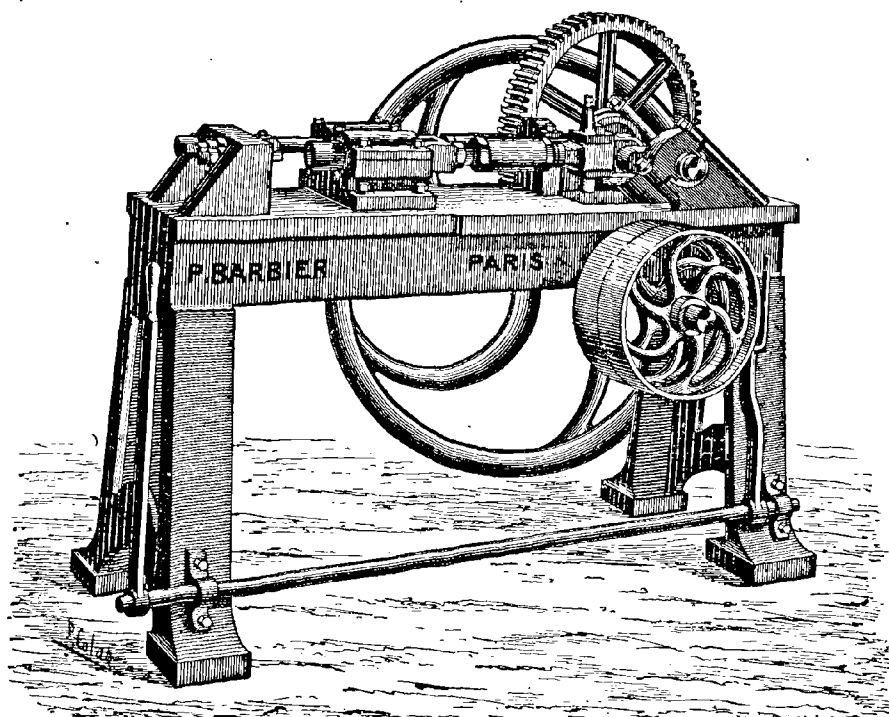


Fig. 987. — Machine horizontale à emboutir de M. Barbier.

Enfin la figure 987 représente une machine à emboutir, du même constructeur, spécialement destinée à la fabrication des dès à coudre, des embouts de parapluies et de cannes et des cartouches et culots de cartouches métalliques.

Le poinçon guidé, dans une glissière horizontale, reçoit son mouvement d'un arbre à vilebrequin commandé, par roue dentée et pignon, par un premier arbre portant le volant et les poulies fixe et folle.

Le débrayage, permettant l'arrêt et la mise en marche de la machine par le passage de la courroie de commande de l'une à l'autre poulie, est actionné par un levier se trouvant à portée de la main de l'ouvrier.

Nous pourrions citer et décrire encore ici un certain nombre de machines analogues spécia-

lement construites pour des travaux particuliers, les machines à frapper les pièces de monnaie sont, par exemple, des plus intéressantes, mais ce sont là des machines très spéciales et dont la description élargirait trop le cadre de cette partie de notre ouvrage.

Pour finir, rappelons donc simplement, comme nous l'avons indiqué plus haut, que les marteaux-pilons de petites dimensions, principalement ceux actionnés mécaniquement par courroie, peuvent être et sont souvent utilisés pour l'estampage, l'emboutissage et le découpage.

## CHAPITRE DIX-SEPTIÈME

**MACHINES DIVERSES.** — Nous allons, pour finir, grouper dans un même chapitre quelques machines qui n'ont pu trouver place dans les chapitres précédents, et, dont l'importance n'est pas suffisante pour comporter une classification spéciale.

Certes nous laisserons de côté bien des appareils du plus grand intérêt ; mais, ne pouvant augmenter indéfiniment l'importance de cette partie de notre ouvrage, il est nécessaire de nous borner.

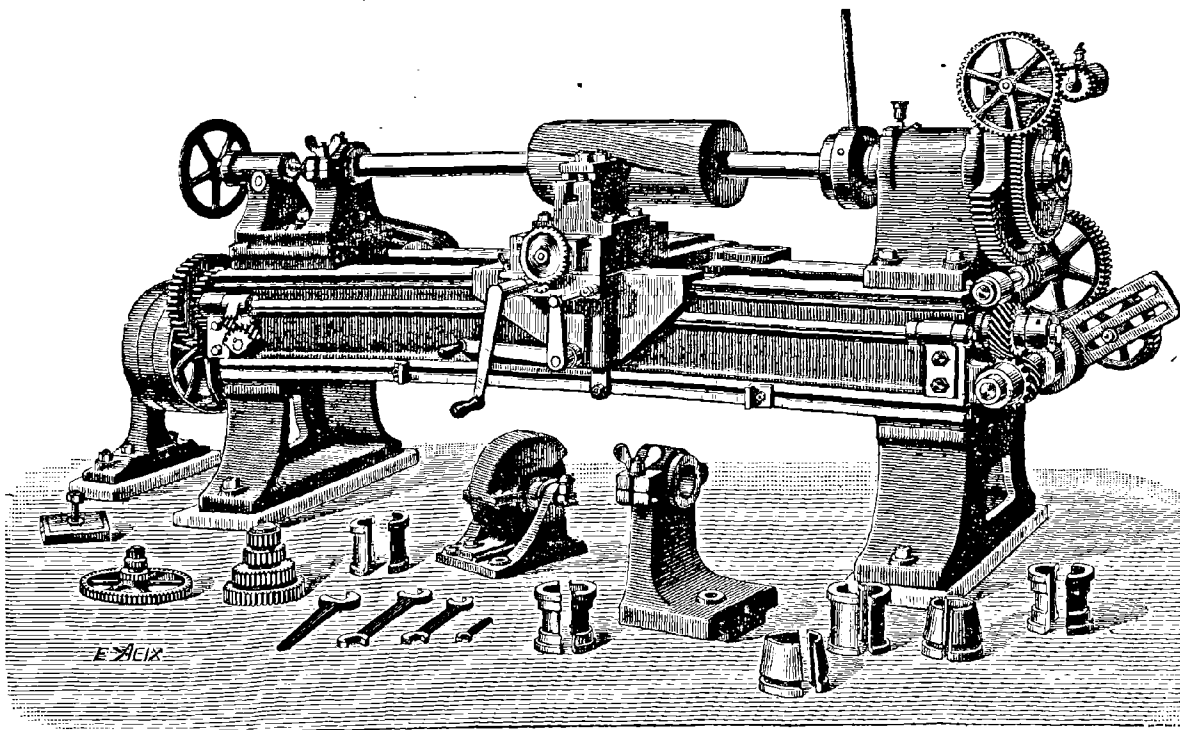


Fig. 988. — Machine à canneler et à meuler de Dandoy-Mailliard, Lucq et Cio.

Nous décrirons donc simplement dans ce chapitre quelques machines, prises au hasard au milieu des plus diverses, et qui suffiront à donner une idée de la multiplicité des machines qui ont été, et qui sont chaque jour, construites pour le travail des métaux.

\* \* \*

**Machines à canneler.** — De nombreux organes de machines doivent porter à leur surface des cannelures de forme déterminée ; tels sont, par exemple, les cylindres en fonte dure des moulins ou encore les cylindres des métiers de filature. Pour obtenir rapidement et économiquement ces cannelures on a tout naturellement été amené à établir des machines spécialement affectées à cette opération.

C'est ainsi que notre figure 988, représente une machine à canneler et à meuler les cylindres en fonte dure des moulins, construite par les ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Cette machine se compose d'un banc en fonte raboté et dressé, garni d'une cuirasse recevant le chariot porte-outil à canneler ou l'appareil à meuler, d'une lunette, d'une poupée fixe à diviseur, et d'une contre-pointe. Le chariot porte-outil est réglable par vis et manivelle, l'outil recule et reprend sa position de travail automatiquement à chaque cannelure.

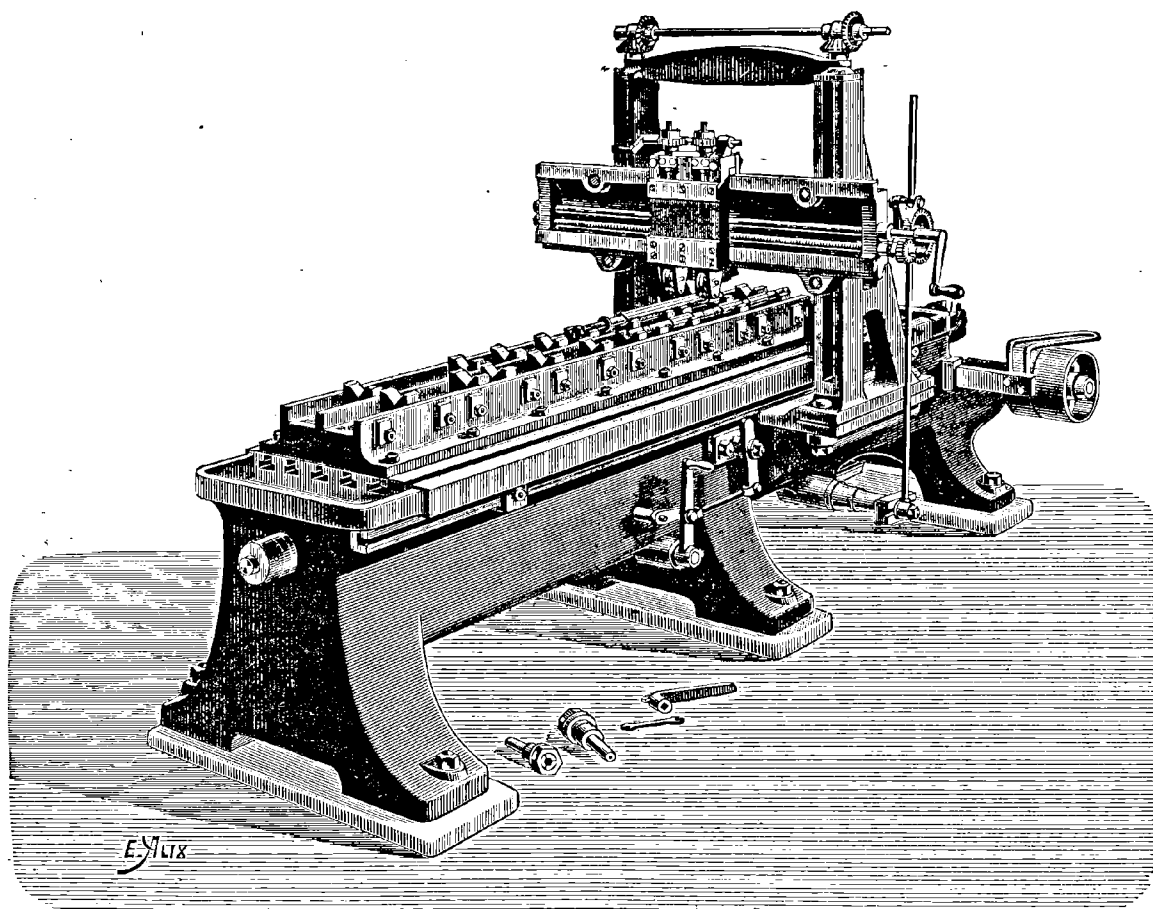


Fig. 989. — Machine à canneler les cylindres de filatures de Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

La commande de cette machine se compose de poulies, engrenages et vis à pas rapide ; le mouvement de changement de marche analogue, à celui des raboteuses, est automatique et à retour rapide ; l'appareil à meuler est commandé par un renvoi-tambour analogue à celui de la figure 903.

Le cylindre à canneler placé entre pointes, peut recevoir un mouvement de rotation partielle en même temps que le chariot porte-outil se déplace sur le banc ; on obtient ainsi des cannelures

de forme hélicoïdale. On peut toutefois obtenir des cannelures droites avec le même appareil, en immobilisant le mouvement de rotation partielle du cylindre, et en ne lui donnant, à la fin de chaque course de l'outil, que l'avancement nécessaire à l'espacement des cannelures.

L'appareil à meuler, qui se voit dans notre gravure posé à terre sous le chariot, se fixe sur ce chariot par quatre boulons à la place du porte-outil de cannelage.

\*  
\*\*

Notre figure 989 représente une machine des mêmes constructeurs, destinée à canneler les cylindres de filatures par refoulement du métal au moyen de molettes, comme l'indique clairement la figure 990.

Cette machine, comme il est facile de s'en rendre compte à l'examen de notre gravure, affecte la forme d'une raboteuse et possède un mécanisme analogue; elle peut d'ailleurs être utilisée dans certains cas comme une machine à raboter ordinaire.

Sur notre gravure la machine est figurée travaillant deux rangs de cylindres à la fois, mais elle peut être disposée pour faire quatre rangs au besoin.

Avec ce système, le cannelage s'opère par refoulement du métal sans faire de copeaux; ainsi un cylindre en partie usé, peut être recannelé et arriver à reprendre presque entièrement son diamètre primitif.

Cette machine est d'une marche silencieuse et douce. Sa commande principale se fait par courroie croisée et ouverte, roues hélicoïdales et vis au lieu de crémaillère.

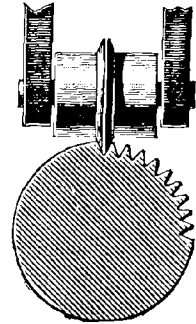


Fig. 990. — Coupe montrant le travail de refoulement du métal par la molette sans copeaux.

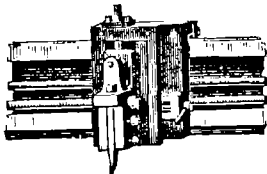


Fig. 991. — Porte-outil à canneler.

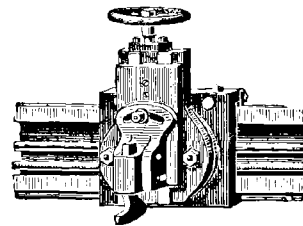


Fig. 992. — Porte-outil à raboter.

Cette machine peut également canneler avec un outil coupant ordinaire comme l'indique la figure 991; elle peut également servir à tous genres de rabotage, à l'aide d'un porte-outil spécial recevant un outil ordinaire de raboteuse (fig. 992).

\*  
\*\*

**Machines à rainer.** — Pour caler une poulie, une roue dentée, ou un volant sur un arbre, on pratique ordinairement, sur l'arbre et dans l'alésage du moyeu de la poulie, de la roue dentée, ou du volant, deux rainures correspondantes dans lesquelles vient se loger une goupille plate qui solidarise les deux pièces.

Il est ordinairement très facile de creuser la rainure dans l'arbre; ce travail pouvant commodément se faire avec une machine à fraiser, un étaiu-limeur ou encore une mortaiseuse. Mais il n'en est pas de même de la rainure à creuser dans la partie intérieure de l'alésage de la roue ou de la poulie; pour les pièces d'un petit diamètre, pouvant être disposées sur le plateau d'une mortaiseuse, la rainure peut être effectuée facilement par cette machine-outil, mais le diamètre de beaucoup de poulies et de volants est trop grand pour permettre ce mode de travail.

On a par suite été amené à créer des appareils spéciaux pour faciliter cette opération. On donne fréquemment à ces appareils le nom de machine à canneler; mais nous avons préféré

les désigner sous le nom de machines à rainer, pour laisser l'expression de machine à canneler au genre de machines dont nous venons de parler et qui sont destinées à tailler une série de cannelures parallèles. Nous trouvons en effet cette classification infiniment plus logique.

\*  
\*  
\*

La figure 993 représente une petite machine à rainer portable des ateliers Dandoy-Mailliard. Comme on le voit, cet appareil est constitué par une glissière en forme de gouttière, dans laquelle peut se déplacer une crémaillère, commandée par un pignon, lui-même actionné par un train d'engrenages et une manivelle.

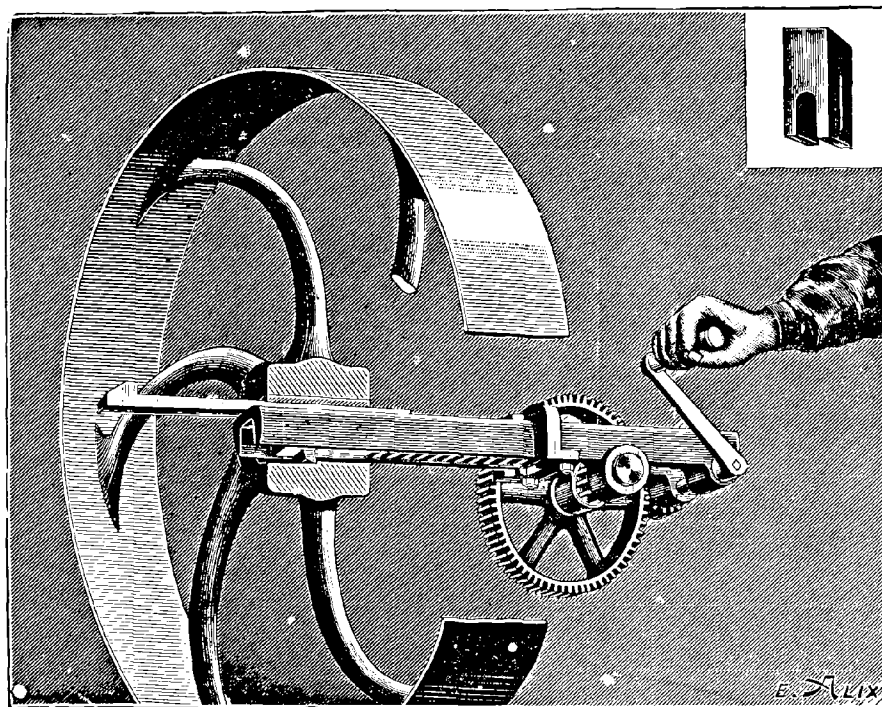


Fig. 993. — Machine à rainer portable de Dandoy-Mailliard et Lueq.

L'extrémité de la gouttière est placée dans le trou à rainer et solidement fixée à l'aide d'une goupille plate; l'extrémité correspondante de la crémaillère reçoit l'outil coupant qui vient entamer le métal lorsque la crémaillère se déplace longitudinalement sous l'action de la manivelle. Si la rainure à creuser doit présenter une assez grande profondeur, il faut opérer en plusieurs passes.

\*  
\*  
\*

M. Huré construit, pour le même usage, un porte-outil spécial destiné à être fixé sur un étaulimeur ou une machine à raboter. Cet appareil (fig. 994) est composé d'un arbre en acier A portant à l'une de ses extrémités une mortaise, une ouverture carrée transversale et un trou rond longitudinal.

L'outil raineur B, carré et fileté, se place à frottement doux dans l'ouverture carrée; il traverse un écrou denté C, placé dans la mortaise et qui peut recevoir un mouvement de rotation par l'entremise d'un petit pignon D; ce pignon est placé à l'extrémité d'un petit arbre longitudinal actionné par le bouton E.

On comprend facilement qu'il soit facile dans ces conditions de faire plus ou moins sortir l'outil coupant suivant le diamètre de l'alésage à rainer.

Ce système offre l'avantage de faire des rainures dans les trous de tous diamètres (depuis 20 <sup>m</sup>/<sub>m</sub>), quelle qu'en soit la longueur, sans que le porte-outil fléchisse, puisqu'il est toujours maintenu par la paroi supérieure du trou. Son usage permet de rainurer les volants qui, en raison de leur grand diamètre, ne peuvent être placés sur une mortaiseuse.

En plus de la grande économie de temps, il procure un travail parfait, et les rainures sont toujours parallèles à l'alésage.

D'après notre figure, on se rend facilement compte de son fonctionnement; à chaque mouvement du porte-outil A, on tourne à droite le bouton E pour faire avancer l'outil B; le pignon D porte une aiguille qui indique sur la division chiffrée la course de l'outil B et donne la profondeur de la cannelure sans qu'il soit nécessaire de la mesurer.

Le mouvement de recul s'obtient en tournant le bouton E à gauche.

Le même porte-outil reçoit des outils de longueur et de largeur variables, pour rainurer des trous de différents diamètres; on peut, avec une série de quatre de ces appareils, rainurer tous les moyeux de 35 à 100 millimètres de diamètre.

Ce porte-outil, entièrement en acier, est d'une simplicité et d'une solidité remarquables; il s'adapte avec la plus grande facilité sur les machines-outils.

La figure 995 représente ce porte-outil installé sur un étau limeur, et procédant au rainage d'une poulie; la figure 996 représente le même appareil monté sur une machine à raboter.

\*  
\*  
\*

M. Huré construit également des machines à rainurer spéciales à mouvement automatique et à retour rapide; notre figure 997 représente une de ces machines montée sur un robuste bâti en fonte.

Cette machine comporte un nouveau système de débrayage, se composant de deux crémaillères



Fig. 994. — Porte-outil à canneler de M. Huré.

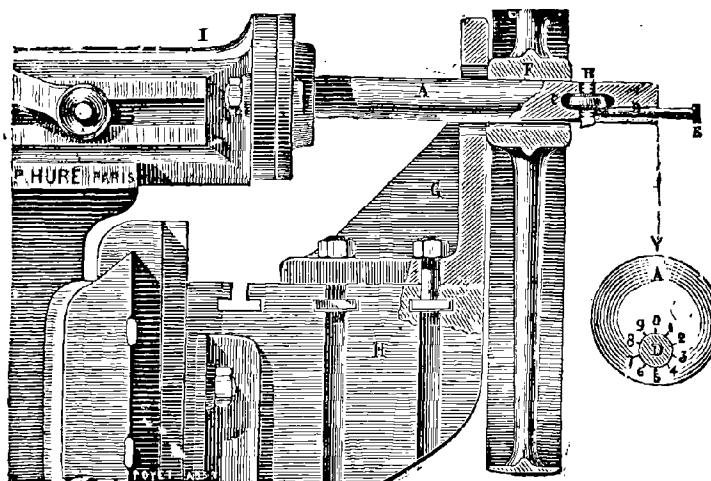


Fig. 995. — Porte-outil à canneler installé sur un étau-limeur.

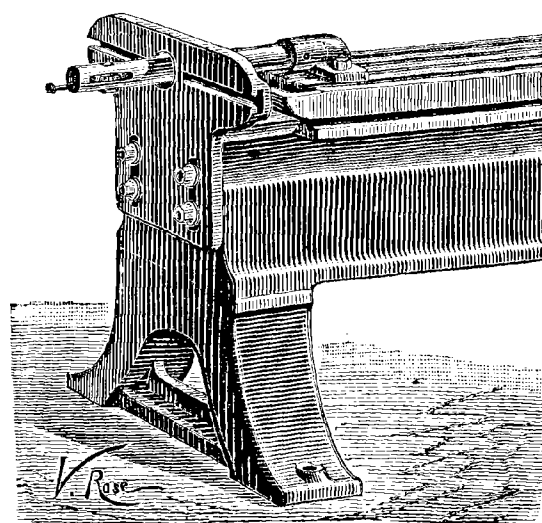


Fig. 996. — Porte-outil à canneler monté sur une raboteuse.

mues perpendiculairement l'une à l'autre par deux roues d'engrenage assemblées. Cette disposition, très simple et de la plus grande solidité, permet de changer la course de l'outil, même pendant la marche de la machine.

On peut la placer près d'une fosse pour canneler des poulies ou des volants de grand diamètre. Elle fait une cannelure de 25 millimètres de largeur sur 400 millimètres de longueur et

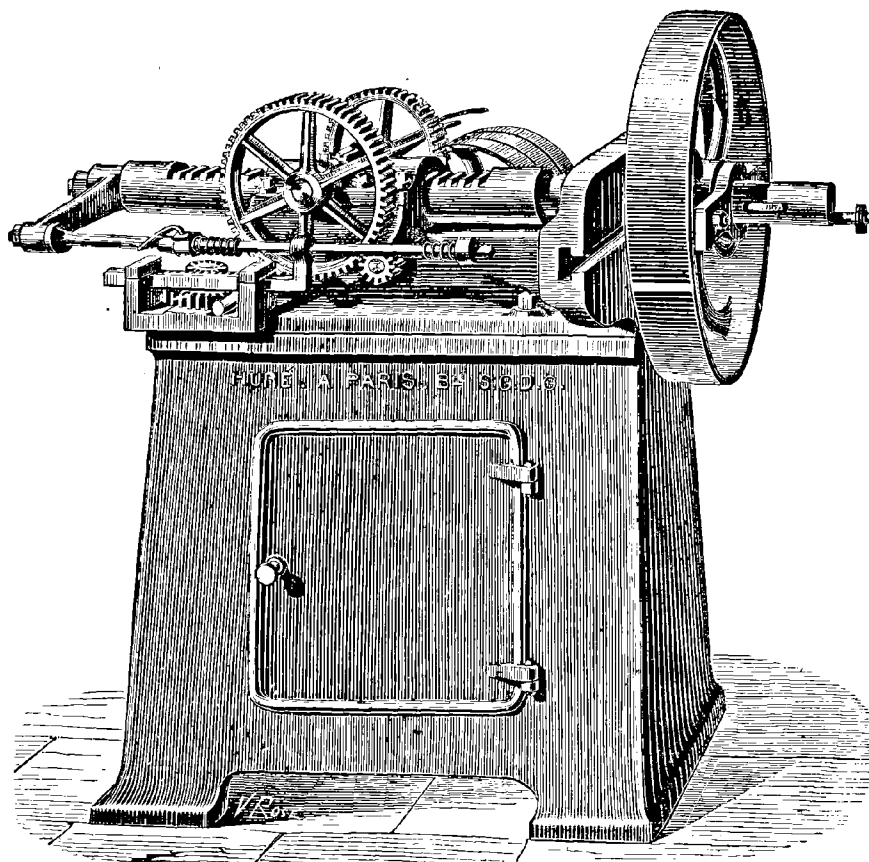


Fig. 997. — Machine à canneler à mouvement automatique de M. Huré.

6 millimètres de profondeur en 12 minutes, montage de la pièce compris. La même machine, munie de six porte-outils, peut faire des cannelures de 6 à 40 millimètres de large dans des pièces alésées depuis 20 jusqu'à 150 millimètres.

\* \* \*

**Machine à araser.** — Il arrive fréquemment qu'on doive dresser l'extrémité des rails ou des poutrelles en fers de profils variés, soit que la coupe en ait été faite d'une façon irrégulière, soit qu'il faille les raccourcir de quelques millimètres. C'est pour cette opération qu'ont été créées les machines à araser dont la figure 998 représente un modèle des ateliers Dandoy-Mailliard, Lucq et C<sup>ie</sup>.

Cet appareil est constitué d'un solide bâti en fonte recevant, dans deux coussinets en bronze, un arbre horizontal portant à l'une de ses extrémités le plateau porte-outil ; ce dernier consiste en un plateau recevant, suivant certains de ses rayons, une ou plusieurs lames tranchantes qui entament le métal par la rotation du plateau.



La poutrelle à araser est fortement fixée en face du plateau tournant entre le bâti et une puissante vis montée sur un bras en col de cygne.

La commande de l'arbre principal est effectuée par poulies, fixe et folle, commandant une vis sans fin qui engrène avec une roue de vis sans fin, calée sur l'arbre.

Un débrayage, dont on aperçoit la poignée de commande sur notre gravure, permet de mettre en marche et d'arrêter la machine en faisant passer la courroie de l'une à l'autre poulie.

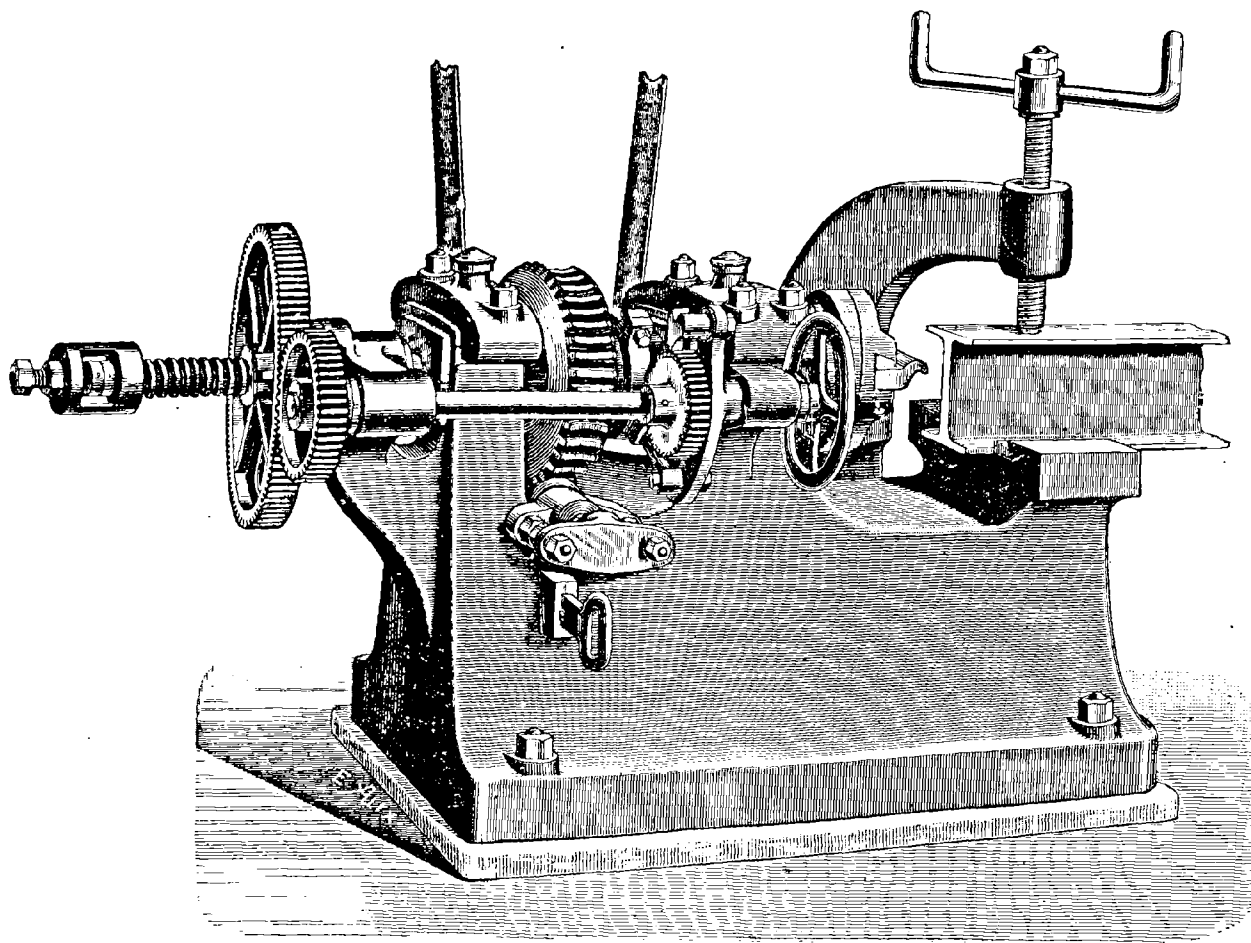


Fig. 998. — Machine à araser les poutrelles et rails.

Le mouvement automatique d'avancement de l'arbre porte-plateau, s'obtient par un excentrique calé sur cet arbre et actionnant un cliquet qui commande par pignon une roue dentée, dont le moyeu forme écrou pour la vis d'avancement. Un volant, calé sur l'axe de la roue du cliquet, permet de produire cet avancement à la main.

\*\*\*

**Banc à étirer.** — Nous n'avons pas consacré un chapitre spécial à l'étirage parce que les appareils utilisés pour cette opération ne sont pas très variés et qu'il nous suffira d'en décrire un modèle pour donner une idée suffisante de ce genre de machine.

L'étirage consiste à amincir, en l'allongeant, une barre ou un fil de métal que l'on force, par

une forte traction, à travers une filière de forme appropriée. Les machines à étirer sont donc destinées à opérer une puissante traction sur l'extrémité d'une tige quelconque.

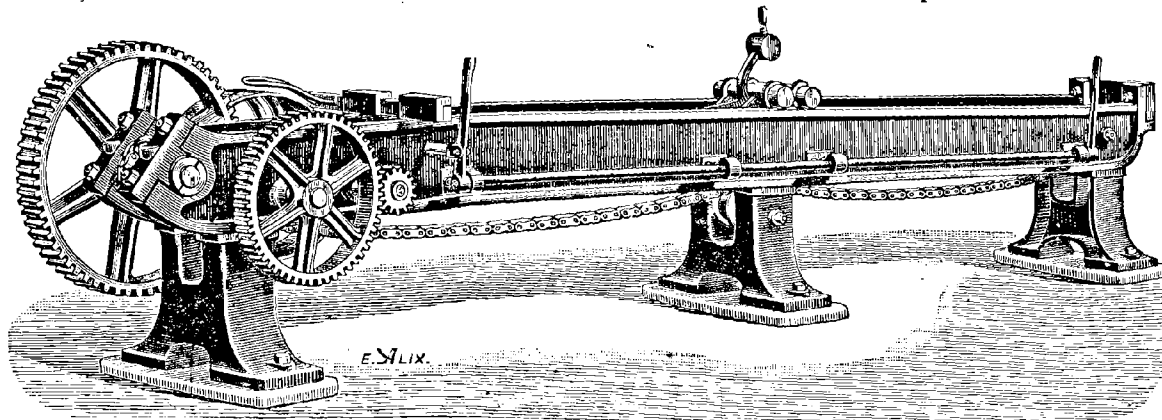


Fig. 999. — Banc à étirer à chaîne de galle de Dandoy-Mailliard.

La figure 999 représente un banc à étirer des ateliers Dandoy-Mailliard ; cet appareil est constitué par un banc de fonte de 3 à 6<sup>m</sup>,50 de longueur, portant la filière à l'une de ses extrémités ; à l'autre extrémité se trouve l'appareil de traction composé d'une poulie double, fixe et folle, commandant, par un double train d'engrenages réducteur de vitesse, une roue à dentures spéciales actionnant une chaîne galle reliée au chariot de traction.

La plus grande taille de cette machine permet d'étirer des barres de fer de 38 millimètres de diamètre sur 5 mètres de longueur ; la puissance maximum de traction de cet appareil est d'environ 7.000 kilogrammes. Cette machine est utilisée pour les métaux profilés, les tuyaux, les moulures, les fils, etc.

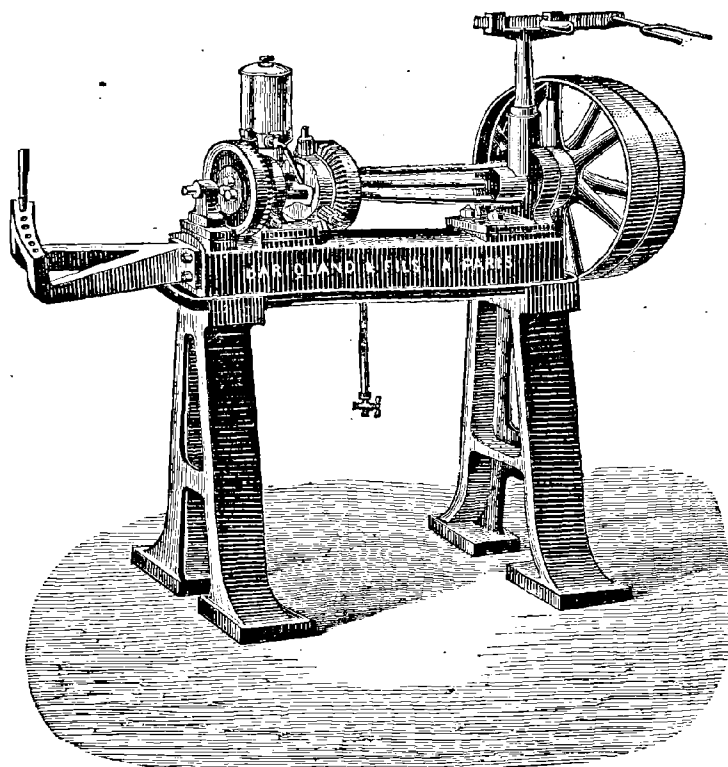


Fig. 1000. — Machine à dresser les barres de Bariquand et Marre.

On enfile préalablement la barre dans un tube, puis on l'engage dans les rouleaux de la machine, en inclinant le tube pour faire subir une légère torsion à la barre. On serre ensuite les rouleaux au moyen des mandrins de la machine, et la barre sort parfaitement droite, si le serrage des mandrins et l'inclinaison du tube ont été convenablement donnés

\* \* \*

**Machine à dresser les barres.** — Cette machine (fig. 1000) construite par MM. Bariquand et Marre dresse automatiquement d'une façon parfaite les barres étirées au banc.

On enfile préalablement la barre dans un tube, puis on l'engage dans les rouleaux de la machine, en inclinant le tube pour faire subir une légère torsion à la barre. On serre

Les fuseaux sont trempés et rectifiés. Les engrenages sont taillés à la fraise. La machine porte une poulie double, fixe et folle, et un débrayage permettant la mise en marche et l'arrêt de l'appareil par le passage de la courroie sur la poulie fixe ou sur la poulie folle.

\* \* \*

**Machine à fabriquer les forets hélicoïdaux.** — Nous avons dit plus haut quels étaient les avantages des forets hélicoïdaux, mais nous avons en même temps indiqué que leur fabrication présentait de sérieuses difficultés et exigeait l'emploi de machines spéciales.

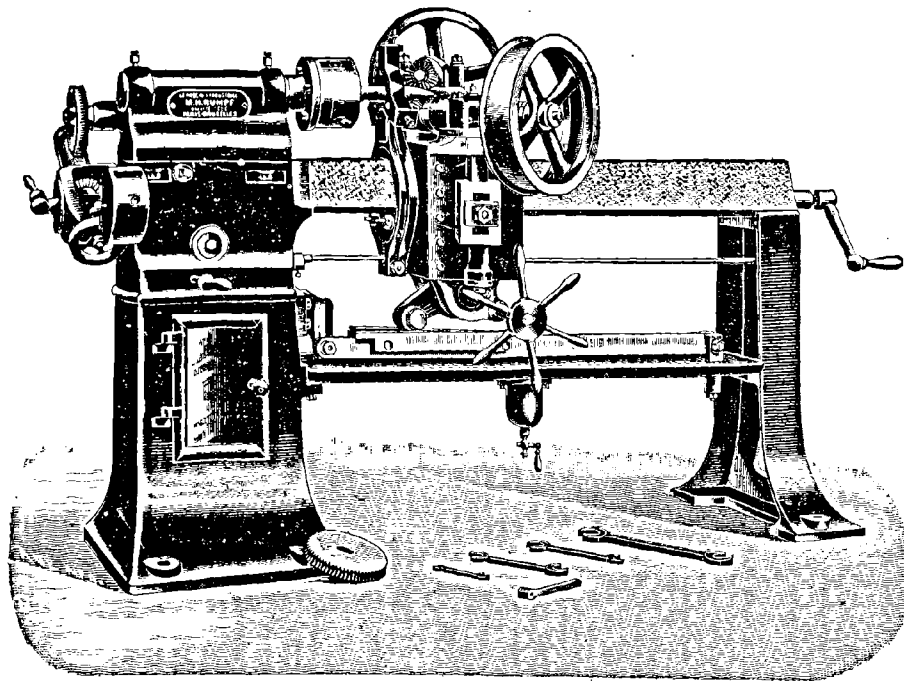


Fig. 1001. — Machine automatique du « Progrès Industriel » pour fraiser les forets hélicoïdaux.

Notre figure 1001 représente justement l'une de ces machines, du Progrès Industriel. Cette machine automatique à fraiser les forets hélicoïdaux à pas croissant, se base sur le principe de la machine universelle à travailler les métaux, décrite plus haut (page 338).

Le mouvement d'avance du chariot est donné directement à la vis-mère et se transmet de là à l'arbre de la machine, par l'intermédiaire d'une vis sans fin donnant le mouvement à une roue à vis sans fin excentrée. Un contrepoids ramène constamment la vis sans fin fixée sur la boîte d'engrenages contre la roue à vis sans fin. On obtient par ce moyen le pas croissant. Le foret est serré dans un mandrin fixé sur l'arbre du tour.

Le fraisage s'opère au moyen de deux fraises placées l'une au-dessus de l'autre de part et d'autre du foret et formant entre elles un angle d'environ 30°, selon le diamètre du foret. Les deux chariots porte-fraises sont situés de part et d'autre du chariot du banc prismatique de la machine. Un plan incliné fait monter l'un des chariots, tandis que l'autre descend ; les deux fraises s'écartent progressivement au fur et à mesure que le fraisage avance.

On obtient ainsi un foret à pas croissant avec l'âme progressivement plus forte de la pointe au manche. Le foret étant terminé, la machine s'arrête d'elle-même au moyen d'un déclenchement automatique.

Le fraisage d'un foret ayant 50 millimètres de diamètre, est entièrement terminé dans l'espace de 1 heure; un ouvrier peut conduire plusieurs de ces machines, ce qui permet d'établir dans les meilleures conditions d'économie des forets américains offrant sous tous les égards les plus grands avantages. Le mouvement de rotation des deux fraises ainsi que celui d'avancement de la machine est transmis par une seule courroie: on ne peut donc ainsi avoir aucune crainte de rupture des fraises par suite de l'arrêt d'une des poulies.

Les plus grands soins doivent être apportés à la fabrication de cette machine qui nécessite une précision extrême. Le banc de forme prismatique est ajusté sur ses cinq faces, une clavette cône permet de retirer tout le jeu pouvant se produire. L'arbre est en acier et tourne dans des

coussinets en bronze; les engrenages à pas hélicoïdal pour la commande de l'arbre sont formés de deux pièces permettant ainsi de limiter le jeu. La vis sans fin est en acier trempé. L'appareil est posé sur un socle en fonte formant armoire.

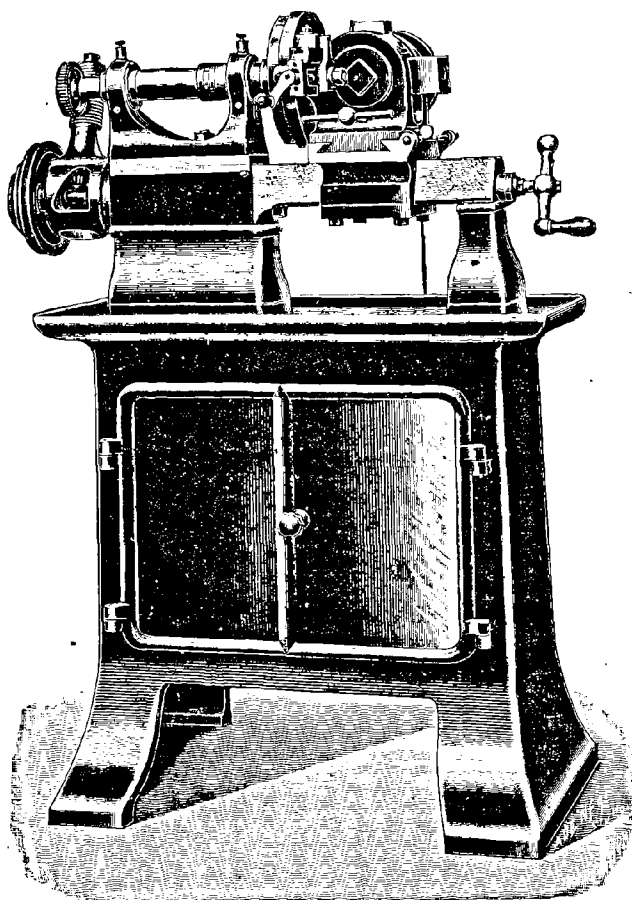


Fig. 1002. — Machine automatique du « Progrès Industriel » pour la reproduction des cames plates.

**Machine pour la reproduction des cames plates.** — Cette machine, représentée par la figure 1002, se base également sur le principe de la machine universelle à travailler les métaux et est spécialement disposée pour la reproduction des cames utilisées dans les armes, balances de fusils, revolvers, machines à coudre, etc.; elle est solidement construite, et est posée sur un socle de fonte d'une seule pièce.

Le mouvement se donne par une commande appliquée sur le côté de la machine, il se transmet de là à la boîte d'engrenages, actionnant la vis sans fin commandant l'arbre de la machine. La pièce à travailler est fixée sur le plateau de l'arbre qui tourne d'une façon très lente et très régulière (étant conduit par vis sans fin); le plateau sert en même temps de gabarit.

Un galet fixé au chariot transversal, vient appuyer sur ce plateau qui, en tournant, fait soit avancer, soit reculer le chariot suivant le profil. Un contrepoids oblige le chariot à suivre constamment la came. Sur ce chariot se trouve une petite fraiseuse revolver à double tête, supportant deux fraises.

Ces deux fraises, qui ont exactement le même diamètre, servent, l'une à dégrossir la pièce et l'autre, à la terminer. Un système de levier permet de changer de fraise lorsque la passe est ter-

minée. La pièce s'achève donc sans avoir été démontée, ce qui est très important lorsque l'on veut travailler avec précision.

\*  
\* \*

**Machine à aléser les moyeux de vélocipèdes.** — La machine, représentée par la figure 1003 et construite par M. Huré, est destinée à aléser les moyeux de vélocipèdes.

Cette machine est disposée pour aléser en une seule opération les deux emplacements des cuvettes des moyeux ; elle peut aussi les percer, et exécuter d'autres travaux.

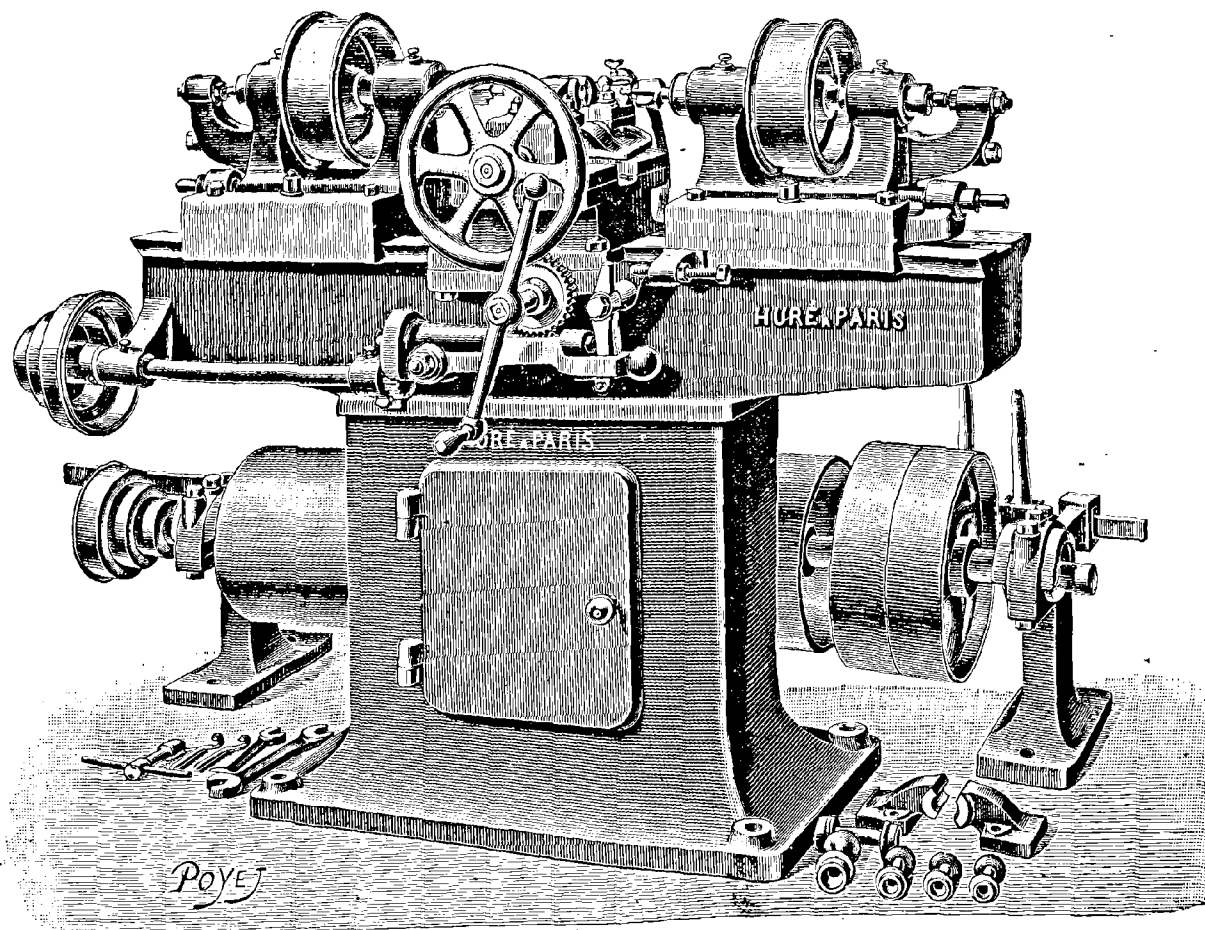


Fig. 1003. — Machine à aléser les moyeux de vélocipèdes de M. Huré.

Elle se compose de deux poupées porte-outil avec arbre en acier trempé et rectifié, montées chacune sur un chariot ajusté sur un banc horizontal ; elles s'avancent automatiquement en sens inverse et sont pourvues d'un réglage indépendant. Un montage à serrage concentrique est disposé entre les deux poupées pour fixer le moyeu.

Un mouvement automatique actionne la vis de commande des deux chariots, et un déclenchement automatique avec butée réglable sert à limiter la course des chariots. Une pompe centrifuge est placée derrière le banc, qui sert de réservoir à eau de savon ; elle est reliée à des tubes qui projettent l'eau sur les outils. Un renvoi ou transmission intermédiaire avec poulies et cônes actionne les deux poupées, le mouvement automatique et la pompe centrifuge.

\* \*

**Machine à rectifier les coulisses.** — La machine de notre figure 1004, construite par le « Progrès Industriel », est destinée à rectifier les coulisses à la meule d'émeri.

Cette machine est très complète ; elle comprend : la suspension de coulisse avec mouvement de balancement, le va-et-vient axial de la meule, ainsi que l'étau pour guider le secteur ; ceci comme dans les machines ordinaires. Mais, elle possède, en plus, une table à trois mouvements orthogonaux comme les fraiseuses horizontales.

Ainsi constituée, la machine peut meuler : 1° les surfaces courbes, des secteurs de changement de marche ; 2° les surfaces verticales de certaines pièces fixées sur la table ; 3° les surfaces horizontales.

Dans le premier cas, on utilise le mouvement de balancement alternatif pour la pièce, et le va-et-vient axial pour la meule.

Dans le deuxième cas ; la meule n'a plus que son mouvement de rotation et la pièce est mue longitudinalement à la main.

Dans le dernier cas, enfin, la table est encore mue dans un sens, puis dans l'autre, pendant que la meule voyage suivant sa ligne de centre.

Les déplacements de la table dans les sens vertical et transversal ne sont évidemment que des mouvements de réglage.

\* \*

**Machine à restreindre les tubes.** — Cette machine (fig. 1005) de MM. Barriquand et Marre se compose de quatre galets à gorge munis de couronne dentée d'angle engrenant deux par deux. Les deux galets verticaux sont commandés par une série d'engre-

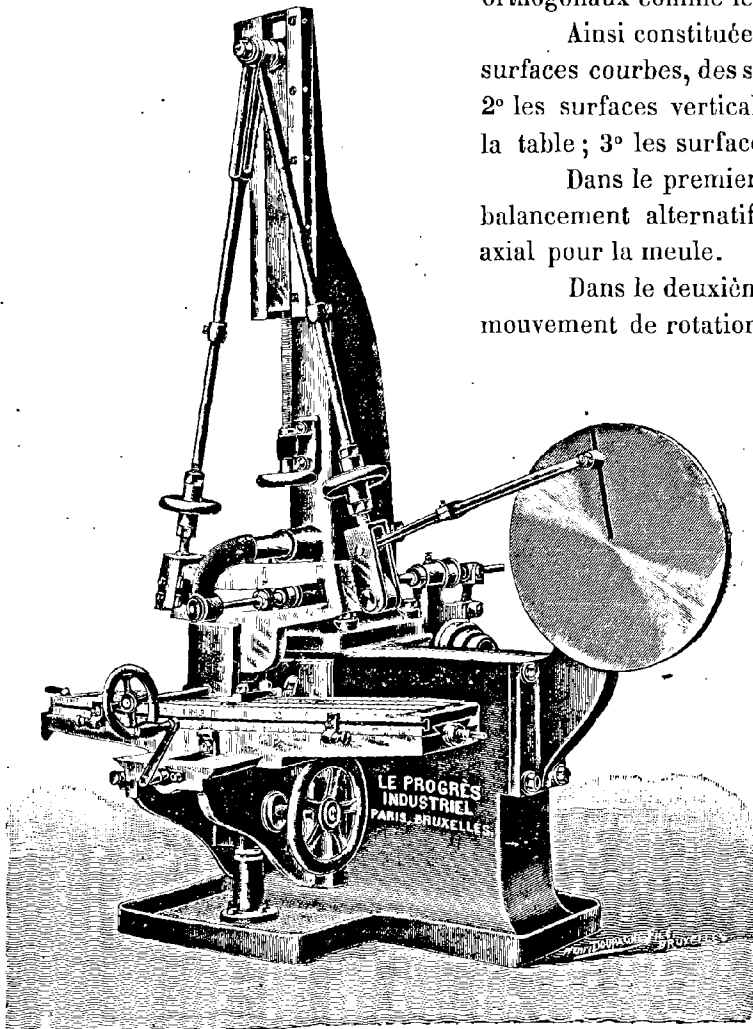


Fig. 1004. — Machine à rectifier les coulisses du Progrès Industriel.

nages actionnés par un pignon calé sur l'arbre portant le volant et les poulies, folle et fixe. Les deux galets horizontaux sont commandés chacun par l'un des galets verticaux, par l'entremise des couronnes dentées obliques dont il est parlé ci-dessus.

Au moyen de cette machine on produit les tubes coniques d'une façon parfaite et très rapide. Le tube cylindrique est introduit par opérations successives sur une butée entre les quatre galets de la machine en marche, et, par leur rotation, ces galets arrivent à serrer et comprimer le tube dans tous les sens, de telle sorte que la matière est refoulée dans le sens de l'axe.

A chaque passe, on engage plus profondément le tube d'une quantité convenable entre les galets, jusqu'à ce qu'il soit conique dans la longueur voulue. Cette longueur est, d'ailleurs, limitée à la circonférence des galets qui doivent être spécialement appropriés par jeu de quatre, pour chaque travail. Pour les fabrications, on fait, sur toute la série des tubes, chaque passe d'après une butée réglable.

\* \* \*

**Machine à rayer les canons de fusils.** — Cette machine (fig. 1006) est disposée pour produire automatiquement les quatre rayures d'un canon de fusil.

Le coulisseau qui porte la barre à rayer, reçoit un mouvement de va-et-vient qui produit la rotation de la poupée porte-barre par le déplacement vertical d'une crémaillère.

Ce déplacement proportionnel à l'avance de l'outil est obtenu par une directrice dont on peut régler l'inclinaison suivant l'hélice à produire. Son extrémité est fixée à un secteur qui doit être disposé à l'avant ou à l'arrière, suivant que la rayure est à droite ou à gauche.

Le canon est maintenu entre deux poupées renfermées dans des boîtes en fonte avec pompes lubrifiant l'outil à chaque fin de course.

La poupée arrière porte un diviseur dont la rotation se produit automatiquement à chaque retour de la barre.

La barre à rayer porte huit outils disposés en hélice et soutenus par un coin multiple tel que chaque outil saillit d'une même quantité pour un enfoncement convenable du coin.

A chaque course avant, l'extrémité du coin vient buter sur l'extrémité d'une vis qui est automatiquement poussée en avant au moyen d'un rochet.

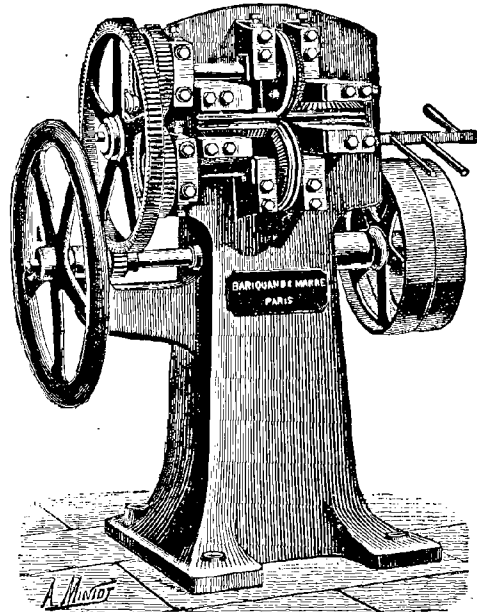


Fig. 1005. — Machine à restreindre les tubes.

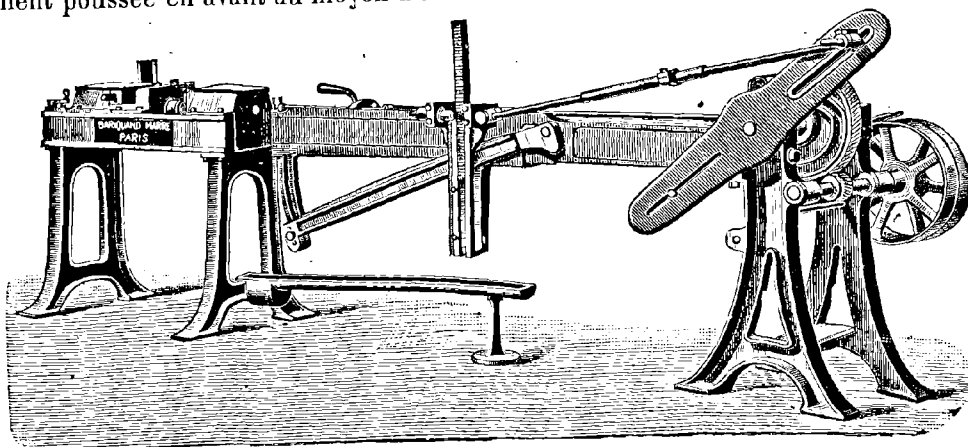


Fig. 1006. — Machine à rayer les canons de fusils de MM. Bariquand et Marre.

Un taquet réglable limite la course de la vis et, par suite, la saillie des outils. Un timbre avertit alors l'ouvrier de la fin de l'opération.

La machine porte son débrayage. Les engrenages sont taillés en hélice.

Il se construit une machine analogue mais de plus grandes dimensions pour rayer les canons à tir rapide.

\*  
\*  
\*

**Machine à tailler les écrous.** — Cette machine, construite par M. Huré, est destinée à tailler les pans des écrous, les têtes de boulons, à fendre les têtes de vis, fraiser les carrés, etc. Elle est disposée pour tailler rapidement les écrous à 2, 3, 4, 6, 8 ou 12 pans, depuis 5 millimètres jusqu'à 120 millimètres de diamètre.

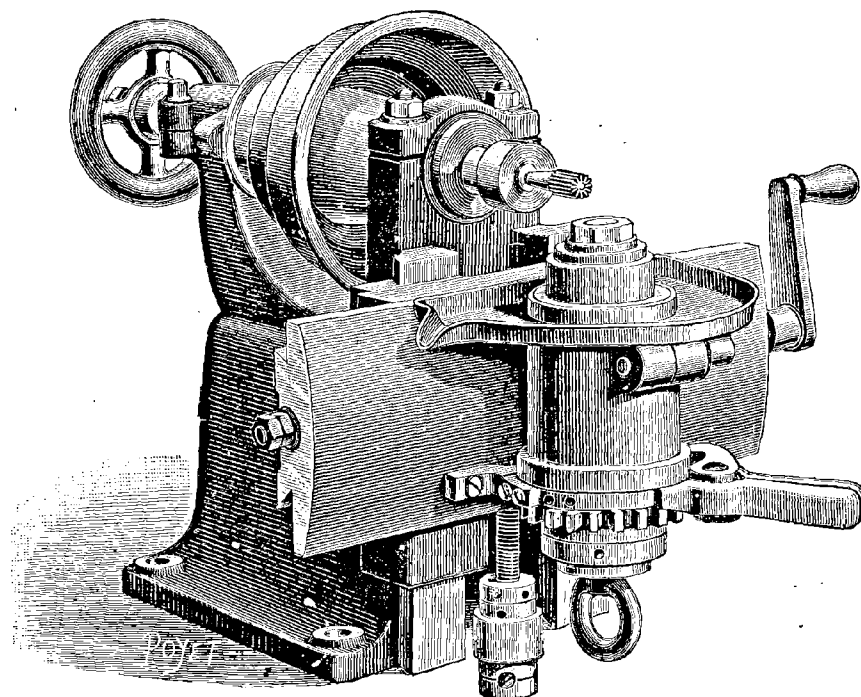


Fig. 1097. — Machine à tailler les pans des écrous de M. Huré

Elle se compose d'un bâti en fonte se fixant sur un établi, avec arbre horizontal en acier, tournant sur coussinets en bronze à graissage automatique, se réglant au moyen d'un volant suivant le diamètre des pièces à tailler; cônes à trois vitesses; chariot vertical; chariot horizontal; appareil à diviser avec levier de manœuvre produisant d'un seul mouvement de va-et-vient la division exacte et rapide; disposition pour régler la face à tailler et fixer vivement l'écrou.

La douille de montage des pièces à tailler est percée de part en part et permet de passer des mandrins ou des pièces longues, telles que boulons, clefs de robinets, etc. Elle peut recevoir un mandrin à coussinets pour fixer et centrer les pièces.

La taille d'un pan se fait à l'aller, et le second pan se taille au retour, de sorte qu'il suffit de trois passes, aller et retour, pour tailler les six pans d'un écrou. Le travail se fait au moyen de lame à deux taillants ou de fraises; on peut aussi monter sur l'arbre des fraises accouplées pour tailler deux pans à la fois.

\*  
\*  
\*

**Presse hydraulique pour monter les roues de wagons.** — Les roues de locomotives et de wagons sont ordinairement emmanchées à force sur leurs essieux; on fait l'alésage des



roués légèrement plus petit que l'essieu et celui-ci est enfoncé de force dans le moyeux; on obtient ainsi un assemblage d'une grande solidité; mais il est nécessaire d'obtenir pour arriver à ce résultat une pression considérable ordinairement réalisée à l'aide d'une presse hydraulique d'une disposition particulière.

Notre figure 1008 représente la presse hydraulique Niles de MM. Glaezer et Perreaud, étudiée spécialement pour cette fonction. Sur une plaque de fondation en fonte sont fixés deux montants réunis par des traverses; sur ces traverses peut se déplacer et être fixé à l'endroit voulu, qui varie suivant la longueur des essieux, un robuste bâti servant de point d'appui.

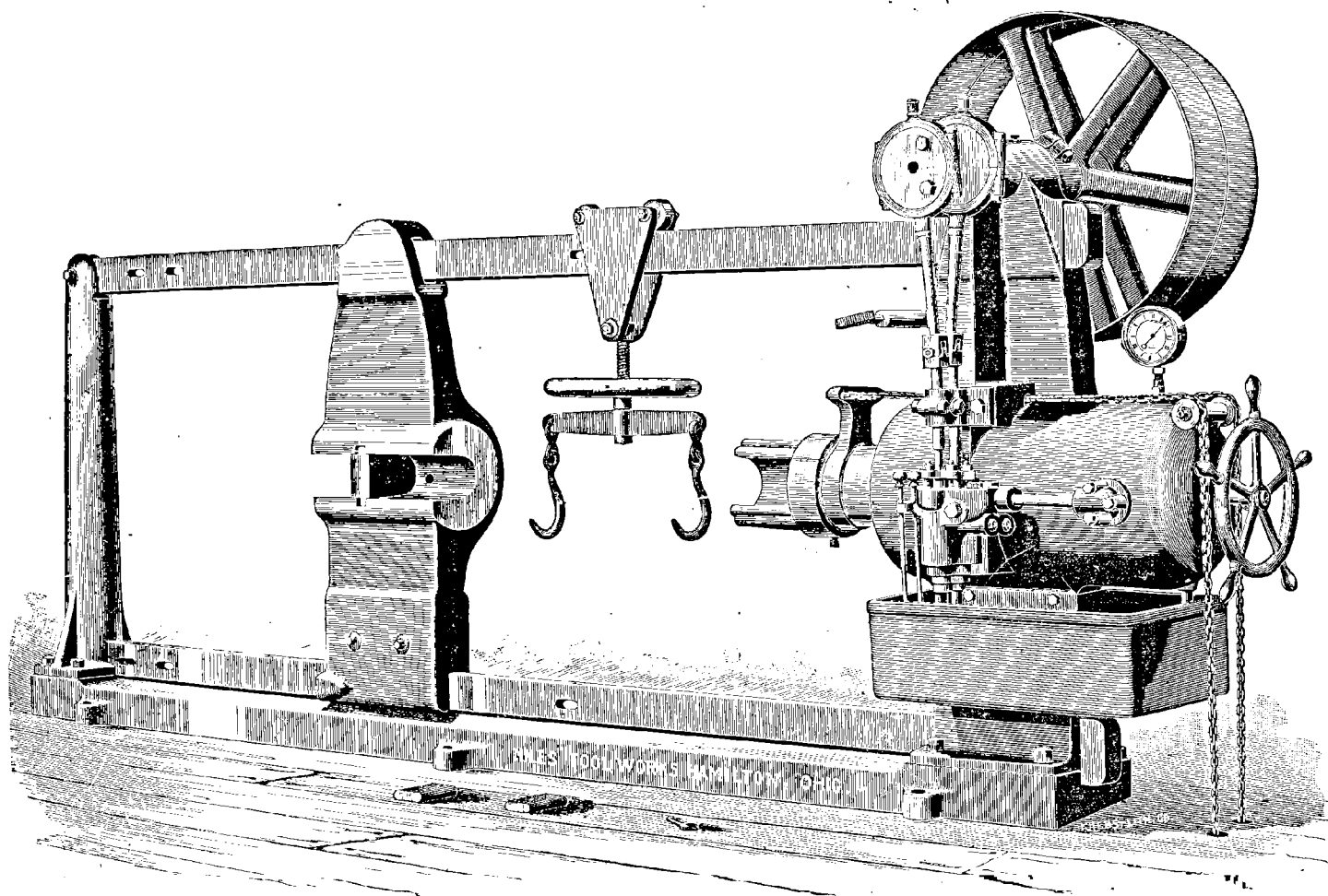


Fig. 1008. — Presse hydraulique Niles pour monter les roues de wagons et locomotiv.s.

L'autre montant porte le cylindre et son piston ainsi que le réservoir d'eau, les pompes foulantes et les poulies motrices.

Il existe deux pompes de compression mues au moyen d'excentriques par l'arbre supérieur muni des poulies fixe et folle; ces deux pompes sont indépendantes et leurs cylindres présentent un diamètre différent.

Une fois la roue et son essieu placés pour le montage, entre le bâti mobile fixé à l'endroit voulu et la tête du piston de la presse, on commence par opérer la compression au moyen de la pompe du plus grand diamètre; puis si la pression obtenue ne suffit pas on utilise la pompe de

plus petit diamètre, qui avec une même énergie motrice permet d'obtenir une pression plus considérable. Si enfin il est nécessaire d'augmenter encore la pression, on peut avoir recours à un plongeur à vis manœuvré par un volant à poignées disposé sur le culot du cylindre de la presse.

L'appareil possède en outre un manomètre indiquant la pression et une valve de sûreté. Le piston de la presse hydraulique est équilibré par un contrepoids placé dans une petite fosse spéciale et relié à la tête du piston par des chaînes passant sur deux petites poulies à gorge de renvoi.

Signalons enfin un double crochet, relié à un chariot glissant sur la traverse supérieure de l'appareil, et destiné à soutenir les essieux durant le début de l'opération ; la hauteur de ce crochet peut se régler par une vis mue à l'aide d'un volant.

\*  
\*  
\*

**Outils pneumatiques.** — Nous tenons à dire quelques mots ici des outils pneumatiques employés depuis quelque temps dans l'industrie où ils rendent les plus grands services.

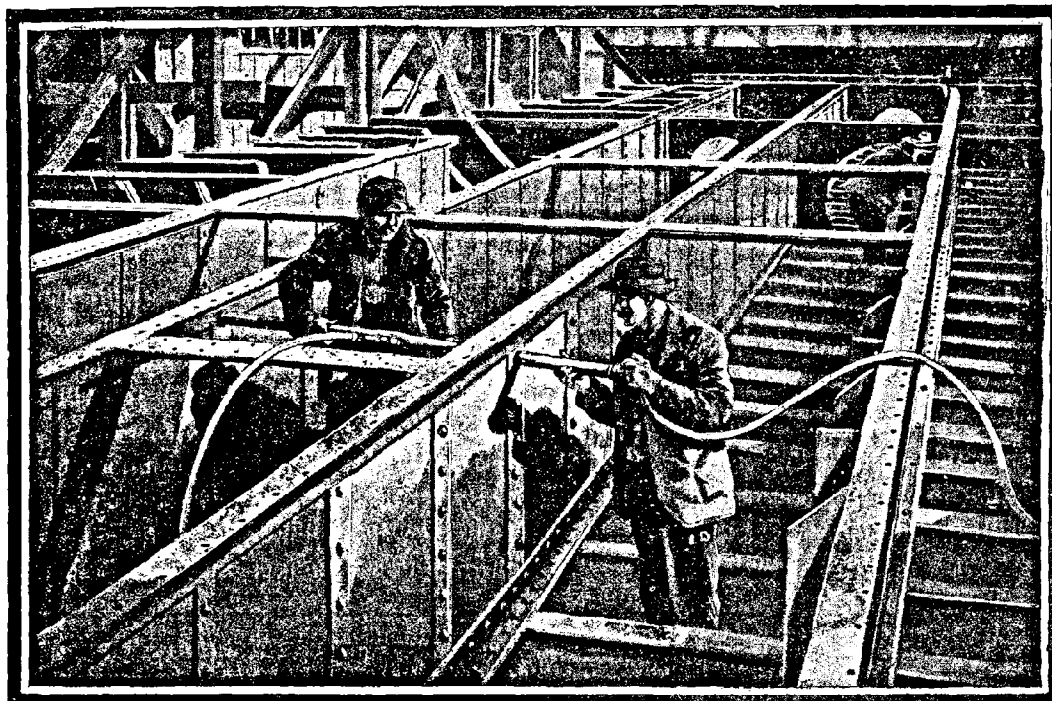


Fig. 1009. — Marteau pneumatique « New-Boyer » utilisé pour des travaux de rivetage.

Nous avons vu plus haut combien était avantageuse la commande directe des machines, si facilement réalisée aujourd'hui grâce à l'électricité, et nous pouvons dire que, presque dans tous les cas, l'électricité donne des résultats incomparables et supérieurs à tout autre mode de distribution d'énergie mécanique.

Il existe toutefois certains cas dans lesquels l'air comprimé se prête mieux à la commande de quelques appareils, comme par exemple les marteaux mécaniques à main dont la commande électrique n'a guère encore été tentée à notre connaissance. Disons toutefois que cette commande ne présente aucune impossibilité matérielle et qu'il serait très facile de combiner un marteau électrique à main présentant, en plus petit, la disposition des perforatrices à percussion de Thomson-Houston décrites à la page 175 de notre ouvrage.

Ceci dit, voyons en quoi consiste les nouveaux appareils pneumatiques New-Boyer de MM. Glaenzer et Perreaud. Depuis plusieurs années déjà, dans de multiples applications, l'air comprimé employé comme force motrice a remplacé l'eau sous pression qui présentait les graves inconvénients que l'on sait : coût des canalisations, difficultés de les maintenir étanches, rupture par la gelée des conduites exposées aux intempéries, etc.

L'une d'elles, des plus intéressantes, est celle tendant à substituer au travail de l'ouvrier produisant par ses seules forces physiques l'outillage pneumatique. Pour répondre aux différents besoins de l'industrie métallurgique, en tant que burinage, perçage, alésage, taraudage, rivetage, etc., toute une série d'outils, dans lesquels la puissance seule de l'air comprimé est employée, a été créée.

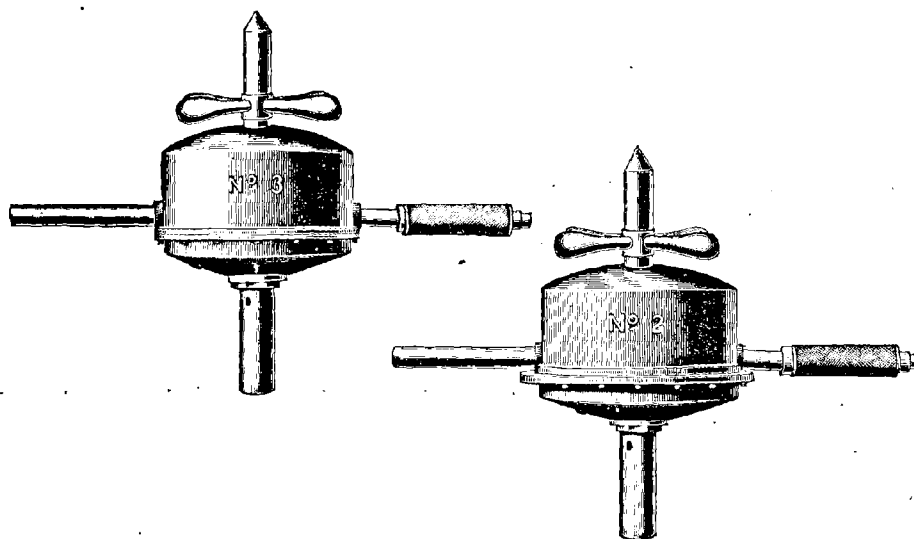


Fig. 1010. — Perceuses pneumatiques «New-Boyer».

Indépendamment des nombreux avantages qu'offre sur tout autre fluide : eau sous pression, vapeur, etc., l'emploi de l'air comprimé, en tant que manœuvre aisée des outils, échappement direct à l'atmosphère, il est bon d'ajouter aussi l'utilisation de cet échappement au nettoyage possible des surfaces travaillées et à l'aération des ateliers.

Les différents modèles d'outils que nous allons décrire ont déjà été adoptés, après essai, par de nombreux ateliers de constructions d'Europe et d'Amérique; les qualités qui les caractérisent sont, en particulier, l'absence de vibrations, leur consommation minimale d'air comprimé, leur poids réduit facilitant leur déplacement et permettant de disposer ainsi d'une grande puissance sous un faible volume.

Cet outillage exécute mieux et beaucoup plus rapidement qu'à la main tous les travaux auxquels il est employé. On se rendra facilement compte du grand intérêt que présentera son adoption dans les ateliers de construction, en tant que suppression de la main-d'œuvre, si l'on note, en se plaçant au point de vue du burinage, par exemple, que dans le marteau pneumatique le nombre de pulsations du piston est de 2.400 par minute, alors que dans le même temps, un ouvrier employant un marteau ordinaire, ne pourra frapper qu'environ 60 coups sur la tête du burin; et chaque pulsation du piston correspondant à un choc sur la tête de l'outil emmanché dans le frappeur, l'avancement dans la matière sera par suite continu et la surface travaillée aussi nette que celle que donnerait une machine-outil : étou-limeur, raboteuse, etc.

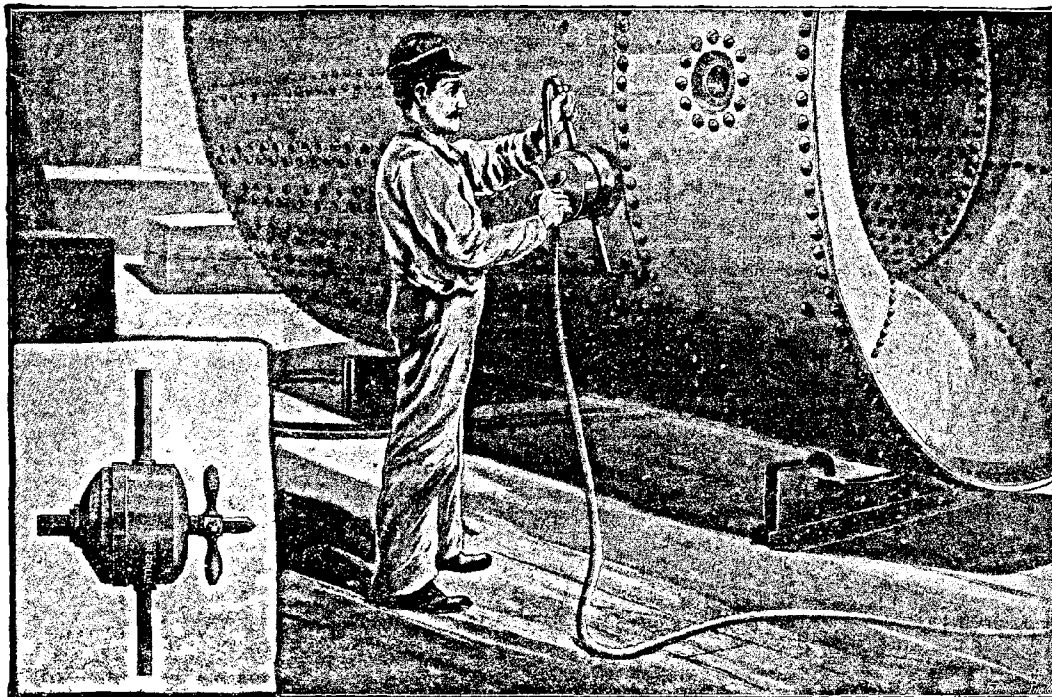


Fig. 1011. — Emploi de la perceuse pneumatique pour percer, tarauder et aléser des trous dans des chaudières.

Ces marteaux pneumatiques consistent essentiellement en un cylindre dans lequel se déplace un piston portant l'outil; l'air comprimé agit par suite d'un système de distribution; une soupape

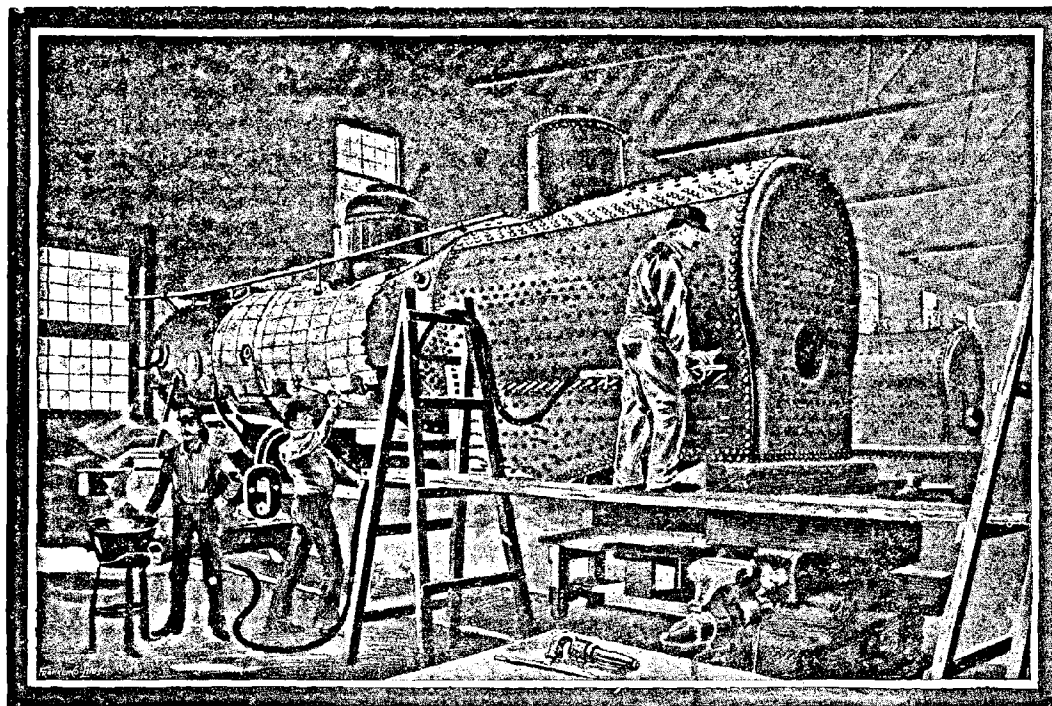


Fig. 1012. — Taraudage des trous d'entretoises d'un foyer de chaudière de locomotive.

placée à la partie inférieure de la poignée et commandant le réglage de la course de la touche

d'admission d'air permet de toujours proportionner la puissance de l'outil au travail à réaliser.

Notre figure 1009 représente ce marteau pneumatique utilisé à des travaux de rivetage ; il permet de poser très rapidement des rivets de fortes dimensions. Ce marteau peut encore être employé à abattre les têtes de rivets, à chanfreiner les bords des chaudières et cuves, à mandriner les tubes de chaudière, à l'ébarbage des pièces de fonderie, etc.

Notre figure 1010 représente la perceuse pneumatique des mêmes constructeurs ; l'appareil moteur n'est pas constitué, comme dans beaucoup d'appareils de ce genre, par une turbine, mais bien par trois cylindres disposés d'une manière analogue aux cylindres des machines à vapeur. Brotherhood ; les trois pistons agissent à tour de rôle sur le même vilebrequin.

Suivant le travail à effectuer, ces perceuses peuvent être installées à poste fixe avec un bâti pour la butée et la vis d'avancement, ou être tenues à bras comme l'indiquent nos figures 1011, 1012

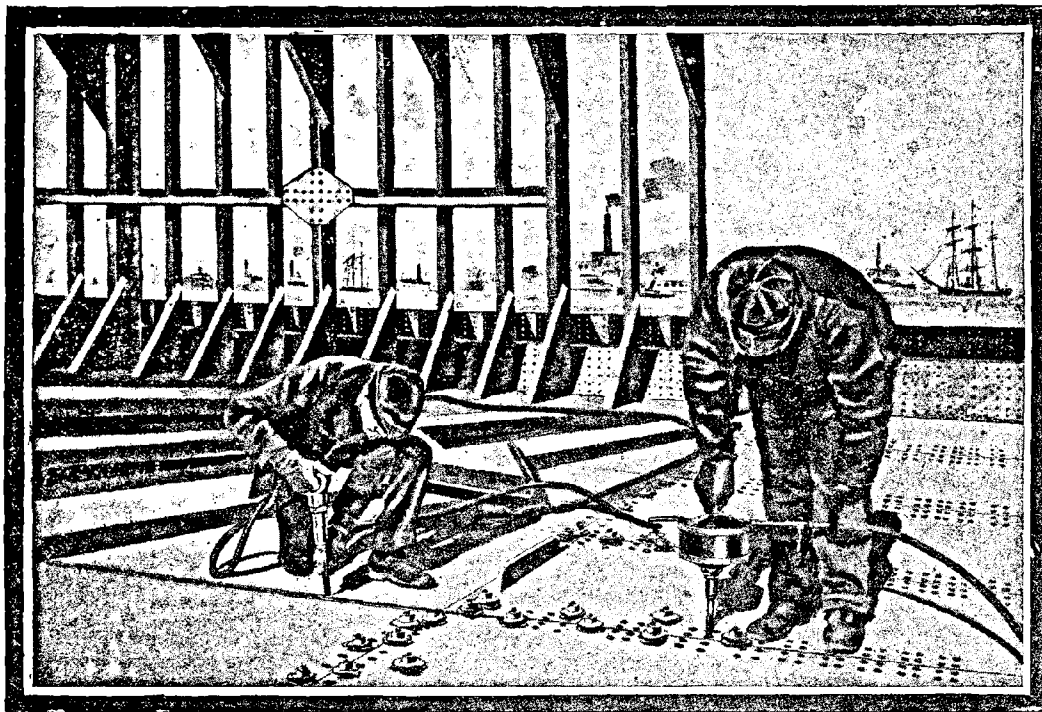


Fig. 1013. — Marteau et perceuse pneumatiques « New-Boyer » employés à des travaux de charpente en fer.

et 1013 ; cette dernière représente également le chanfreinage d'un bord de tôle par le marteau pneumatique dont il a été parlé ci-dessus.

Le réglage de la vitesse de rotation, suivant l'importance du travail à effectuer et la dureté du métal, s'opère par la plus ou moins grande ouverture de la valve d'arrivée d'air que commande la poignée molletée servant en même temps à maintenir l'appareil.

On construit également une perceuse de plus petite taille possédant une plaque de poitrine et destinée à remplacer l'archet encore généralement employé pour le forage des trous de petit diamètre. L'air comprimé peut encore être utilisé pour actionner des niveuses, des cisailles, des poinçonneuses, des appareils à polir, etc.

\* \* \*

**Machine à river.** — On sait que les tôles et les fers profilés sont fréquemment assemblés

par des rivets; ces rivets sont constitués par de petites tiges de fer possédant une tête arrondie à l'une de leurs extrémités; les tôles ou les fers à assembler sont percés de trous correspondants dans lesquels on introduit le rivet; il suffit alors de rabattre la portion de la tige dépassant l'un des trous et d'en former un bourrelet pour rendre solidaires les deux pièces.

C'est ainsi que s'assemblent les tôles pour la confection des cuves et des chaudières de tous genres, ainsi que les fers profilés pour la confection des ponts, des fermes et des charpentes en fer de toutes espèces. L'opération du rivetage, c'est-à-dire l'abatage de la tige du rivet en forme de bourrelet, se fait ordinairement à la main en frappant la tête du rivet avec un marteau; entre le rivet et le marteau on intercale fréquemment un appareil appelé *bouterolle* et formé par un outil en forme de marteau dont la tête porte un creux de la forme que doit présenter la tête du rivet rabattue. Pour les gros rivets cette opération doit se faire à chaud.

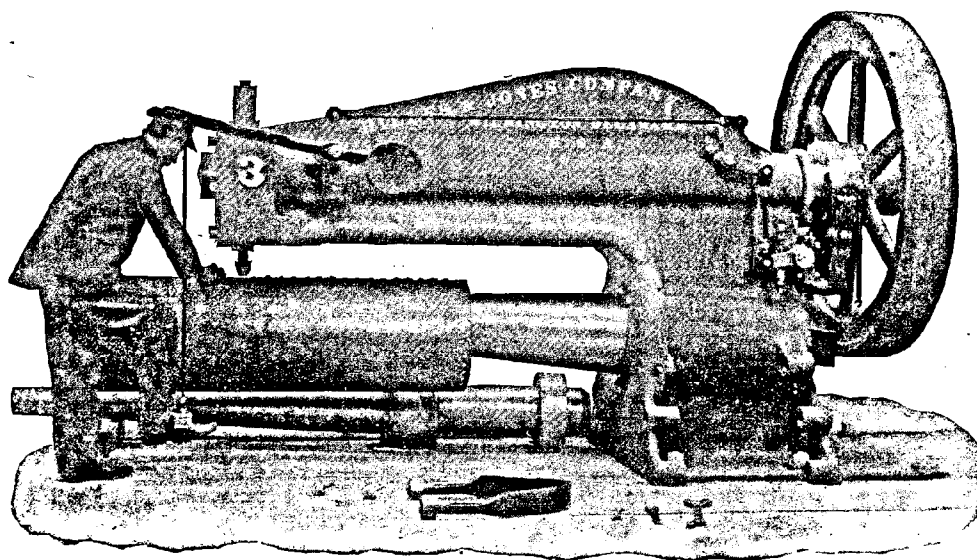


Fig. 1014. — Machine à river de la Hilles et Jones Company.

Là, comme partout, on a naturellement essayé de remplacer le travail de l'homme par celui de la machine et on est arrivé à de très satisfaisants résultats. On a donc créé une série de machines à river fonctionnant par un moteur ou bien directement par l'eau sous pression ou l'air comprimé.

Nous ne citerons qu'une seule de ces machines qui présente de très intéressantes dispositions. Cet appareil, représenté par la figure 1014 et construit par la Nilles et Jones Company, est constitué par un robuste bâti tout en acier fondu, ce qui lui donne une très grande résistance tout en étant relativement très léger.

L'enclume, sur laquelle repose les pièces à river, se présente sous la forme d'une tige conique en acier fondu; cette disposition permet, comme l'indique la gravure, d'y placer des pièces cylindriques. Cette enclume peut facilement être retirée du bâti et remplacée par une autre de plus faible grosseur, représentée dans notre gravure sous l'appareil, et permettant de river les tubes de plus petit diamètre.

Le marteau river, revêtu d'une *bouterolle* mobile de la forme voulue pour le rivetage à effectuer, est commandé, au moyen d'un excentrique, par un arbre horizontal d'une manière analogue aux poinçonneuses étudiées plus haut. Mais, contrairement à ces derniers appareils, l'arbre

porte-excentrique est commandé directement, sans aucun train d'engrenages, par une poulie-volant calée sur son axe.

Cette poulie-volant peut être tour à tour rendue solidaire de l'arbre porte-excentrique, ou au contraire être rendue indépendante, par le jeu d'un débrayage commandé par une série de leviers, soit à la main par un levier à contrepoids, soit au pied à l'aide d'une pédale reliée par une tige au levier à main.

La poulie-volant doit tourner à 75 tours par minute et, comme elle commande directement l'arbre porte-excentrique, le marteau frappe également 75 coups par minute.

Cette machine peut servir comme poinçonneuse; toutefois, comme elle ne possède pas de réduction de vitesse, le poinçon qu'elle commande n'a pas une aussi grande puissance que dans les poinçonneuses de même taille étudiées plus haut.

\*  
\*\*

**Machines à extraire l'huile des copeaux.** — Terminons enfin en disant quelques mots de cette machine qui, quoique n'étant pas à proprement parler une machine-outils à travailler les métaux, présente un certain intérêt et peut rendre des services appréciables dans les ateliers de constructions mécaniques.

Nous avons dit fréquemment, dans le courant de cette partie de notre ouvrage, qu'il était nécessaire d'arroser d'eau de savon ou d'huile les pièces de fer ou d'acier en travail sur les tours, les perceuses, les fraiseuses, les raboteuses, etc.

L'huile donne surtout d'excellents résultats, mais on regarde parfois à l'utiliser par suite de son prix relativement élevé et des dépenses qu'entraîne son usage; en effet toute l'huile employée ne retombe pas dans la cuve destinée à la recevoir et une portion importante reste adhérente aux copeaux et se trouve par suite perdue.

Comme cette quantité d'huile ainsi perdue est relativement importante et représente une somme assez élevée dans les grands ateliers, les constructeurs ont naturellement cherché à récupérer cette huile pour pouvoir l'utiliser à nouveau; c'est à la force centrifuge que l'on a demandé cette extraction de l'huile qui imprègne la surface des copeaux métalliques débités par les machines-outils.

L'appareil créé pour cette opération consiste donc simplement en une turbine dont notre

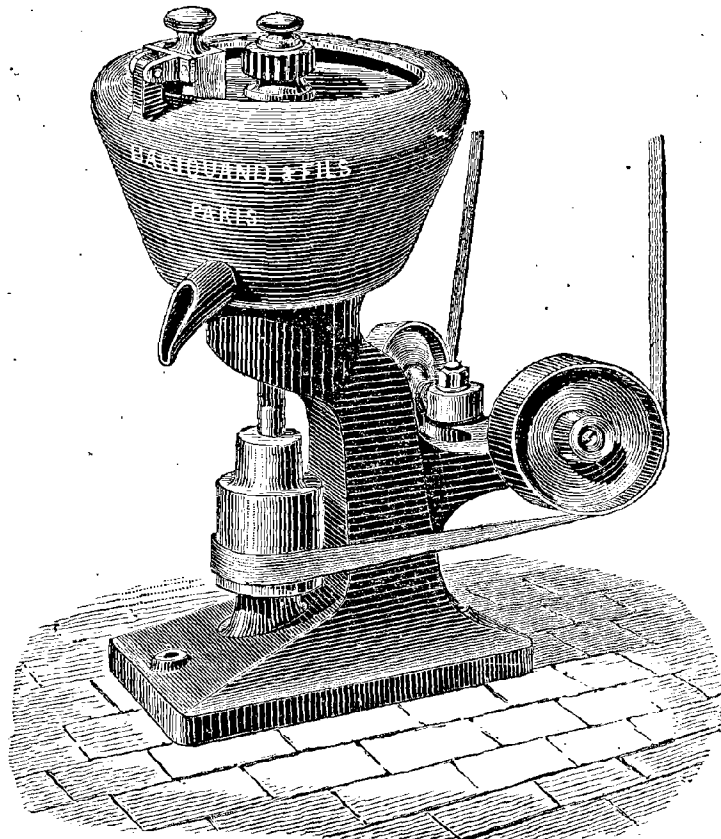


Fig. 101a. — Machine à extraire l'huile des copeaux.



figure 1015 représente un modèle de MM. Bariquand et Marre. Les copeaux se placent dans un récipient logé lui-même dans la turbine de la machine.

Le couvercle est vissé fortement sur l'axe de la machine et, pendant la rotation, l'huile remonte le long des parois coniques de la turbine et s'échappe par le joint du couvercle; on peut ainsi traiter de la limaille extrêmement fine sans qu'elle s'échappe avec l'huile.

La turbine tourne librement et se centre d'elle-même dans l'enveloppe de fonte, qui peut prendre toute position autour de son axe pour que l'huile coule dans un récipient.

Le rendement d'huile ainsi extraite de la limaille ou des copeaux est relativement énorme et la valeur de l'outil est, paraît-il, facilement gagnée dans les grands ateliers en un mois de service.

\*  
\*\*

Notre figure 1016 représente un autre modèle de turbine à essorer les copeaux de Davis-Egan présentant quelques dispositions particulières et intéressantes.

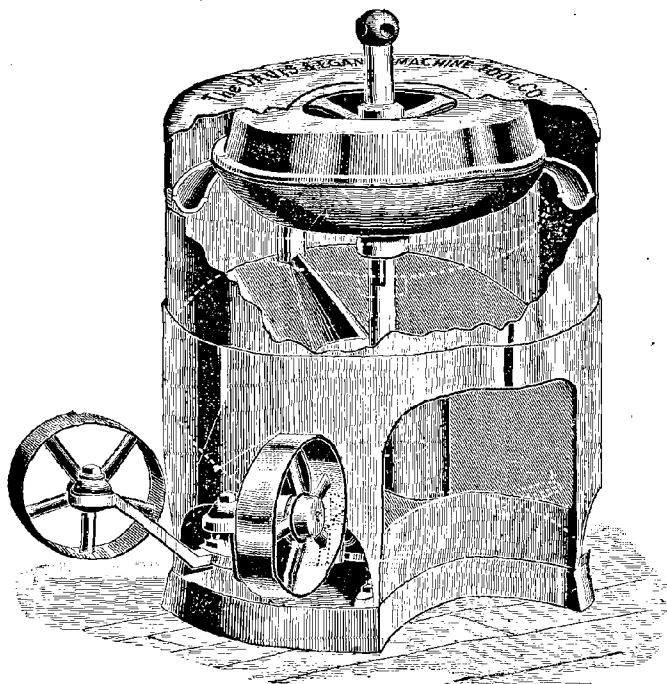


Fig. 1016. — Turbine pour l'extraction de l'huile des copeaux.

Cette machine a pour objet de séparer l'huile des copeaux, petites pièces, etc. Elle diffère des machines employées pour le même but en ce sens qu'elle se vide automatiquement.

Les copeaux dont l'huile doit être extraite sont jetés à la pelle dans l'ouverture supérieure de la machine, sans qu'il y ait aucun couvercle à enlever.

Lorsque la cuve est pleine, la machine est mise en marche, la force centrifuge chasse l'huile qui sort dans des ouvertures étroites ménagées entre le dessous et le dessus de la cuve et qui est conduite dans un récipient quelconque placé à côté de la machine. Quand l'huile cesse de couler, on abaisse la partie inférieure de la cuve au-dessous de la rigole d'huile et, la machine étant

remise en marche, les copeaux sont déversés sur le sol ou dans un récipient placé pour les recevoir. Une simple manœuvre replace la cuve à sa première position et la machine est prête pour une seconde opération.

Avec cette machine, les petits boulons, petits écrous, raccords ou toutes autres pièces filetées sont débarrassés à la fois de l'huile et des copeaux, car ceux-ci n'adhèrent plus lorsque l'huile est extraite. Étant parfaitement équilibrée, elle ne demande que peu de force. La machine se paye, disent les constructeurs, en quelques mois par l'économie d'huile qu'elle procure.

\*  
\*\*

Nous pourrions certes décrire encore un très grand nombre de machines spéciales destinées au travail des métaux, machines pour fabriquer automatiquement les objets les plus divers, tels que clous, agrafes, épingles, aiguilles, boutons etc. etc. Mais il faut savoir nous borner et terminer



cette partie de notre ouvrage peut-être déjà trop étendue. Nous pourrions d'ailleurs revenir en un prochain ouvrage sur ces différents genres de machines spéciales.

Nous avons également laissé volontairement de côté les appareils utilisés dans les fonderies et destinés en somme au travail des métaux fondus ; nous croyons en effet que ce sont là des machines d'un ordre tout spécial et dont on pouvait réserver l'étude.

Nous terminons donc et nous voulons le faire en insistant, une fois de plus, sur l'énorme importance sociale que présentent ces appareils qui provoquent à juste titre notre admiration.

Ces splendides machines-outils qui sont maintenant à la disposition des hommes constituent incontestablement l'une des plus puissantes richesses de l'humanité.

Ce sont elles qui engendrent toutes les autres machines ; ce sont elles qui prennent le métal à l'état brut, en barre ou en bloc, le travaillent et le transforment en ces innombrables appareils qui vont partout remplacer la main de l'homme.

Les machines-outils sont donc les machines génératrices par excellence, celles qui créent toutes les autres ; leur développement a par suite fatalement une répercussion immédiate dans toutes les industries, dans toutes les branches de l'activité humaine.

Grâce au travail continu des milliers d'humains qui leur apportent chaque jour de nouveaux perfectionnements, il arrivera un jour où les machines-outils seront assez perfectionnées pour fabriquer presque automatiquement toutes les autres machines ; ces dernières également transformées et améliorées iront en quantité innombrable remplacer partout la main de l'homme, la production de tous les objets nécessaires à l'humanité se trouvera ainsi décuplé, centuplé, pendant que le travail humain, nécessaire à cette production formidable, ira sans cesse en décroissant, se réduisant bientôt à une simple et agréable surveillance de ces merveilleux génies de métal.

Alors l'abondance régnera, elle ne sera plus l'apanage de quelques privilégiés, mais elle sera pour tous, et chacun pourra puiser à volonté dans cette richesse illimitée pour satisfaire tous ses besoins quelqu'en soit l'intensité.

Et alors l'humanité sera revivifiée, transformée, réellement civilisée, elle sera ce que la rêve dès maintenant des penseurs que l'on qualifie souvent d'utopistes et qui ne sont que de bons prophètes présageant l'ère de bien que connaîtront nos descendants.

Et ce sera par la machine, par la science engendrée par l'innombrable multitude des cerveaux humains de toutes les générations, que ce résultat merveilleux, idéal et pourtant certain et fatal, aura été créé.

FIN DE LA CINQUIÈME PARTIE



# TABLE DES MATIÈRES

## PREMIÈRE PARTIE

### LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

CHAPITRE PREMIER	
Principe fondamental de la télégraphie sans fil . . . . .	1
CHAPITRE DEUXIÈME	
Transmission par ondes sonores . . . . .	2
CHAPITRE TROISIÈME	
Transmission par ondes lumineuses . . . . .	3
Appareils enregistreurs de télégraphie optique . . . . .	5
Transmission par les rayons ultra-violets . . . . .	9
CHAPITRE QUATRIÈME	
Transmission par ondes électro-magnétiques . . . . .	11
CHAPITRE CINQUIÈME	
Transmission par ondes électriques . . . . .	14
Décharges oscillantes . . . . .	14
Expériences de Hertz . . . . .	16
Radioconducteur Branly . . . . .	19
Expériences de M. Popoff . . . . .	23
— de MM. Marconi et Preece . . . . .	25
Appareils et expériences de M. Ducretet . . . . .	29
CHAPITRE SIXIÈME	
Applications de la télégraphie sans fil par ondes électriques . . . . .	37

## DEUXIÈME PARTIE

### LA COMMANDE ÉLECTRIQUE DES MACHINES

CHAPITRE PREMIER	
Transport et transmission électrique de force . . . . .	43
Commande électrique des machines . . . . .	44
Les électromoteurs . . . . .	47
CHAPITRE DEUXIÈME	
Machines-outils commandées électriquement . . . . .	55
Machines à percer transportables Siemens et Halske . . . . .	55
Perceuse portative électrique Thomson-Houston . . . . .	57

Perceuse transportable des ateliers d'Oerlikon . . . . .	58
Petite perceuse Cadiot . . . . .	61
Machine universelle à percer et à tarauder des ateliers d'Oerlikon . . . . .	61
— à percer double des ateliers d'Oerlikon . . . . .	63
— à percer Siemens et Halske . . . . .	64
Cisaille électrique Fabius Henrion . . . . .	65
Fraiseuse électrique Gramme . . . . .	65
Tour électrique Siemens et Halske . . . . .	65
— — « Cec » . . . . .	66
Machine à mortaiser des ateliers d'Oerlikon . . . . .	76
— universelle à travailler le bois des ateliers d'Oerlikon . . . . .	67
Scie à ruban horizontale des ateliers d'Oerlikon . . . . .	68
Machines à meuler et à polir de la Société Gramme . . . . .	70
Bloc d'étirage électrique de la société Gramme . . . . .	70
Forge électrique de la Société Gramme . . . . .	71

### CHAPITRE TROISIÈME

<b>Appareils industriels de levage commandés électriquement . . . . .</b>	<b>72</b>
Ponts roulants électriques . . . . .	72
— — — Siemens et Halske . . . . .	74
— — — des ateliers d'Oerlikon . . . . .	78
— — — de la Société Gramme . . . . .	81
Grues et treuils électriques . . . . .	82
Grues électriques pour navires Thomson-Houston . . . . .	83
Treuil électrique Thomson-Houston . . . . .	85
Grue électrique Thomson-Houston . . . . .	88
— — Fabius Henrion . . . . .	88
— — de la Société Gramme . . . . .	89
Monte-charge électrique de la Société Gramme . . . . .	90
Monte-sacs électrique . . . . .	90

### CHAPITRE QUATRIÈME

<b>Ascenseurs à commande électrique . . . . .</b>	<b>91</b>
Ascenseurs électriques Siemens et Halske . . . . .	93
— — de la Société Gramme . . . . .	99
— — Otis . . . . .	100

### CHAPITRE CINQUIÈME

<b>Appareils divers commandés électriquement . . . . .</b>	<b>104</b>
Les ventilateurs électriques . . . . .	104
Les trottoirs roulants . . . . .	107
Machines électriques à balayer les rues . . . . .	111
Stores électriques . . . . .	111
Métiers à tisser commandés électriquement des ateliers d'Oerlikon . . . . .	113
— — — Fabius Henrion . . . . .	115
Machines à imprimer commandées électriquement . . . . .	116
Charrues électriques . . . . .	116

## TROISIÈME PARTIE

### L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES MINES

#### CHAPITRE PREMIER

<b>Les différents systèmes de transmission de force employés dans les mines.</b> . . . . .	121
Transmission par la vapeur . . . . .	121
— par l'air comprimé . . . . .	122
— par l'eau sous pression. . . . .	122
-- électrique . . . . .	128

#### CHAPITRE DEUXIÈME

<b>La transmission électrique par courants continus, alternatifs simples et alternatifs polyphasés.</b> . . . . .	124
La station génératrice . . . . .	130
Les conducteurs de courants. . . . .	134
Les électromoteurs. . . . .	134
Application de l'énergie électrique dans les mines . . . . .	137

#### CHAPITRE TROISIÈME

<b>Épuisement des eaux.</b> . . . . .	138
Pompes à pistons . . . . .	139
— centrifuges . . . . .	143

#### CHAPITRE QUATRIÈME

<b>Ventilation des galeries</b> . . . . .	148
---	-----

#### CHAPITRE CINQUIÈME

<b>Transport des minerais.</b> . . . . .	152
Traction funiculaire . . . . .	154
— par locomotives. . . . .	157
Halage électrique dans une mine de fer du Michigan . . . . .	164
— — à Forest City, houillère n° 2 . . . . .	165
— aux houillères de « Grenn Ridge » . . . . .	165
— — de la « New-York and Scranton C <sup>o</sup> » . . . . .	166
— aux mines de « Hillside Coal and Iron C <sup>o</sup> » à Forest-City . . . . .	167

#### CHAPITRE SIXIÈME

<b>Perforatrices et haveuses électriques.</b> . . . . .	169
Perforatrices rotatives. . . . .	170
— à percussion. . . . .	174
Haveuse électrique. . . . .	178

#### CHAPITRE SEPTIÈME

<b>Allumage électrique des mines</b> . . . . .	181
--	-----

## QUATRIÈME PARTIE

### L'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

#### CHAPITRE PREMIER

L'Electrothérapie . . . . .	187
Considérations générales. . . . .	188

#### CHAPITRE DEUXIÈME

Machines électrostatiques . . . . .	190
Machine de Carré . . . . .	190
— de Wimshurst . . . . .	191
— — sans secteurs . . . . .	191
Applications médicales des machines statiques . . . . .	194

#### CHAPITRE TROISIÈME

Application médicale des courants continus. . . . .	198
Piles médicales. . . . .	199
Appareils de mesure des courants . . . . .	204
Excitateurs pour l'application médicale des courants continus . . . . .	206

#### CHAPITRE QUATRIÈME

Bobines d'induction . . . . .	209
Appareils d'induction portatifs . . . . .	211
— d'induction fixes . . . . .	214
Meubles électro-médicaux . . . . .	217

#### CHAPITRE CINQUIÈME

Machines magnéto-électriques . . . . .	221
Appareils à courants sinusoïdaux . . . . .	223

#### CHAPITRE SIXIÈME

Courants de grande fréquence . . . . .	225
Mode de production des courants de grande fréquence. . . . .	226
Appareils producteurs de courants de grande fréquence . . . . .	228
Interrupteur électrolytique Vehnelt . . . . .	237
Propriétés et applications des courants de grande fréquence . . . . .	239

#### CHAPITRE SEPTIÈME

Galvanocaustique thermique . . . . .	244
Galvanocautères . . . . .	244
Piles pour galvanocautères . . . . .	248

#### CHAPITRE HUITIÈME

Éclairage des cavités. . . . .	249
Appareils d'éclairage . . . . .	250
Piles pour l'alimentation des lampes . . . . .	254

## CHAPITRE NEUVIÈME

L'ozone . . . . .	256
Appareils producteurs d'ozone . . . . .	256

## CHAPITRE DIXIÈME

Applications médicales diverses de l'électricité . . . . .	263
Electro-aimant extracteur . . . . .	263
Electro-fraise . . . . .	263
Médecine vibratoire . . . . .	263
Laryngo-fantôme . . . . .	265
Audiomètre . . . . .	265
Sphygmophone . . . . .	266

## CHAPITRE ONZIÈME

Utilisation des courants des secteurs . . . . .	267
Courants continus. : . . . . .	268
— alternatifs . . . . .	270

## CINQUIÈME PARTIE

## LES MACHINES-OUTILS A TRAVAILLER LES METAUX

## CHAPITRE PREMIER

Les tours . . . . .	278
Tours simples ou bidets . . . . .	278
— à engrenages . . . . .	280
Mandrins . . . . .	281
Banc droit et banc rompu . . . . .	285
Outils de tour . . . . .	286
Supports à chariots . . . . .	286
Tours parallèles . . . . .	287
— en l'air . . . . .	293
— à plateau horizontal . . . . .	296
— doubles . . . . .	300
— à décolleter . . . . .	306
— à revolver . . . . .	307
— divers . . . . .	327
Renvois de mouvement pour la commande des tours . . . . .	333
Appareils accessoires de tours . . . . .	334

## CHAPITRE DEUXIÈME

Les machines à percer . . . . .	350
Les forets . . . . .	350
Les mandrins porte-forets . . . . .	353
Appareils accessoires . . . . .	354
Foreries à main . . . . .	355

Machines à percer à manivelle . . . . .	357
— — à pédale . . . . .	368
— — au moteur . . . . .	372
— — radiales . . . . .	386
— — multiples . . . . .	394
— — spéciales . . . . .	406
<b>CHAPITRE TROISIÈME</b>	
<b>Les machines à fraiser . . . . .</b>	<b>417</b>
Les fraises . . . . .	417
Machines à fraiser horizontales . . . . .	422
— — verticales . . . . .	429
— — horizontales et verticales . . . . .	437
— — à inclinaisons variables . . . . .	443
— — spéciales . . . . .	450
Accessoires des machines à fraiser . . . . .	451
<b>CHAPITRE QUATRIÈME</b>	
<b>Les machines à raboter . . . . .</b>	<b>457</b>
Outils pour raboteuses . . . . .	459
Les étaux-limeurs . . . . .	460
Les machines à raboter . . . . .	467
Machines à raboter spéciales . . . . .	473
— à chanfreiner . . . . .	475
<b>CHAPITRE CINQUIÈME</b>	
<b>Les machines à mortaiser . . . . .</b>	<b>478</b>
Les outils de mortaiseuses . . . . .	479
Les mortaiseuses . . . . .	487
<b>CHAPITRE SIXIÈME</b>	
<b>Les machines à aléser . . . . .</b>	<b>487</b>
Les aléseuses . . . . .	489
<b>CHAPITRE SEPTIÈME</b>	
<b>Les machines à scier les métaux . . . . .</b>	<b>498</b>
Les scies alternatives . . . . .	499
Les scies à ruban . . . . .	501
Les scies circulaires . . . . .	508
<b>CHAPITRE HUITIÈME</b>	
<b>Les machines à cisailer et à poinçonner . . . . .</b>	<b>517</b>
Les cisailles . . . . .	517
Les poinçonneuses . . . . .	528
Les poinçonneuses-cisailles . . . . .	541
<b>CHAPITRE NEUVIÈME</b>	
<b>Machines à fileter et tarauder . . . . .</b>	<b>546</b>
<b>CHAPITRE DIXIÈME</b>	
<b>Les machines à tailler les engrenages et les fraises . . . . .</b>	<b>551</b>
Machines à tailler les engrenages . . . . .	553
— — fraises . . . . .	556



CHAPITRE ONZIÈME	
Machines à meuler, rectifier, polir, affûter . . . . .	562
Machines à meuler . . . . .	562
— rectifier les pièces trempées . . . . .	565
— polir . . . . .	569
— affûter. . . . .	570
CHAPITRE DOUZIÈME	
Les machines à cintrer . . . . .	579
CHAPITRE TREIZIÈME	
Les machines à forger . . . . .	585
CHAPITRE QUATORZIÈME	
Les marteaux-pilons. . . . .	593
Marteaux-pilons à vapeur . . . . .	595
— mouvements mécaniques . . . . .	601
— pneumatiques . . . . .	603
CHAPITRE QUINZIÈME	
Les machines à planer, dresser et cintrer les tôles. . . . .	606
Machine à planer et à dresser . . . . .	606
CHAPITRE SEIZIÈME	
Les machines à emboutir, estamper et découper . . . . .	614
CHAPITRE DIX-SEPTIÈME	
Machines diverses . . . . .	621
— à canneler. . . . .	626
— rainer . . . . .	623
— araser . . . . .	626
Banc à étirer . . . . .	627
Machine à dresser les barres . . . . .	628
Machine à fabriquer les forets hélicoïdaux . . . . .	629
— pour la reproduction des cames plates. . . . .	630
— à aléser les moyeux de vélocipèdes . . . . .	631
— à rectifier les coulisses . . . . .	632
— à restreindre les tubes . . . . .	632
— à rayer les canons de fusil . . . . .	633
— à tailler les écrous . . . . .	634
Presse hydraulique pour monter les roues de wagons . . . . .	634
Outils pneumatiques . . . . .	636
Machine à river . . . . .	639
— extraire l'huile des copeaux . . . . .	641