

Laurent, G. (18..-19.. ; auteur de manuels techniques). Nouveau manuel complet du potier d'étain et de la fabrication des poids et mesures : contenant la fabrication de la poterie d'étain, mesures à liquide.... 1909.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

\*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

\*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer [ici](#) pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

\*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

\*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

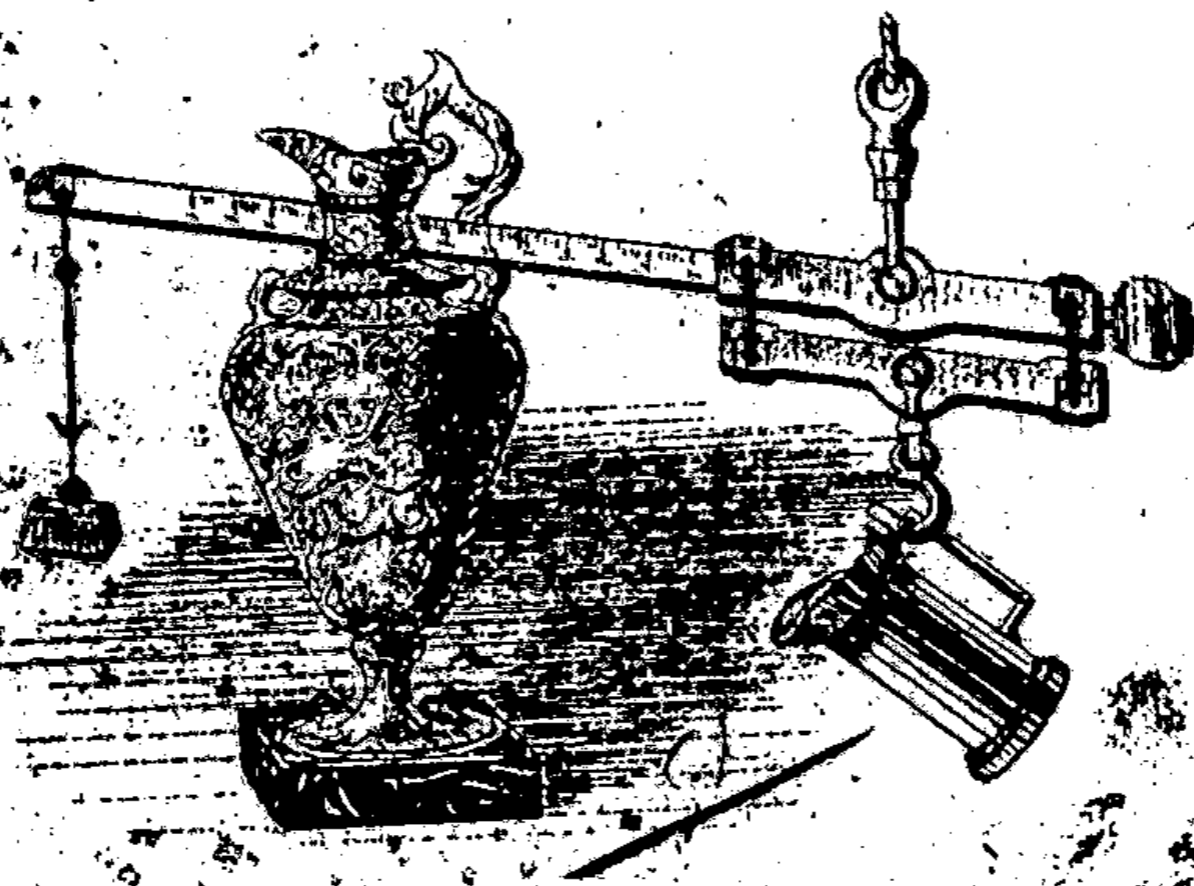
4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter [reutilisation@bnf.fr](mailto:reutilisation@bnf.fr).

ENCYCLOPÉDIE-RORET  
—  
POTIER D'ÉTAIN  
ET  
POIDS ET MESURES



PARIS

ENCYCLOPÉDIE-RORET

L. MULO, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RUE HAUTEFEUILLE, VI<sup>e</sup>

450

60,988

# ENCYCLOPÉDIE-RORET

---

## POTIER D'ÉTAIN

---

POIDS ET MESURES

## EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE

**Manuel de l'Arpentage**, Art de lever les plans, par P. BOURGOIN, géomètre topographe. 1 vol. avec 255 figures. 3 fr. 50

On vend séparément les **MODÈLES DE TOPOGRAPHIE**, par CHARTIER. 1 planche colorée. 1 fr.

— **Chaudronnier**, contenant l'Art de travailler au marteau le cuivre, la tôle et le fer-blanc, ainsi que les travaux d'Estampage et d'Etampage, par JULLIEN, VALÉRIO et CASALONGA, ingénieurs civils. Nouvelle édition entièrement refondue et augmentée du *Tracé en chaudronnerie*, par Georges PETIT, ingénieur civil. 1 vol. orné de 86 figures dans le texte et accompagné d'un Atlas de 20 planches. 5 fr.

— **Ferblantier-Lampiste**, ou Art de confectionner tous les Ustensiles en fer-blanc, de les souder, de les réparer, etc., suivi de la fabrication des Lampes et des Appareils d'éclairage, par LEBRUN, MALEPEYRE et A. ROMAIN. 1 vol. orné de fig. et accompagné de planches. 3 fr. 50

— **Fondeur**, traitant de la Fonderie du fer, de l'acier, du cuivre, du bronze et du laiton, de la fonte des statues, des cloches, etc., par A. GILLOT et L. LOCKERT, ingénieurs. Nouvelle édition revue, corrigée et augmentée par N. CHRYSOCHOÏDÈS, ingénieur des Arts et Manufactures. 2 vol. ornés de 253 figures dans le texte. 8 fr.

— **Porcelainier, Faïencier, Potier de Terre**, contenant des notions pratiques sur la fabrication des Grès cérames, des Pipes, des Boutons, des Fleurs en porcelaine et des diverses Porcelaines tendres, par D. MIGNIER, ingénieur civil. Nouvelle édition revue et augmentée par BERTRAN, Ingénieur des Arts et Manufactures. 1 vol. orné de 148 figures dans le texte. 4 fr.

— **Tonnelier**, contenant la fabrication des Tonneaux, des Cuves, des Foudres et des autres vaisseaux en bois cerclés, suivi du *Jaugeage* des fûts de toute dimension, par P. DÉSORMEAUX, OTT et MAIGNE. Nouvelle édition revue et corrigée par Raymond BRUNET, Ingénieur agronome. 1 vol. orné de 227 figures. 3 fr.

— **Tourneur**, ou Traité théorique et pratique de l'Art du Tour, contenant la description des appareils et des procédés les plus usités pour Tourner les Bois et les Métaux, les Pierres, l'Ivoire, la Corne, l'Écaille, la Nacre, etc. Ainsi que les notions de Forge, d'Ajustage et d'Ébénisterie indispensables au Tourneur, par E. DE VALICOURT. 1 vol. grand in-8 contenant 27 planches de figures, 4<sup>e</sup> édition revue et corrigée. 15 fr.

**MANUELS-RORET**

---

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

**POTIER D'ÉTAIN**

ET DE

LA FABRICATION

DES

**POIDS ET MESURES**

CONTENANT

La fabrication de la Poterie d'étain — Mesures  
à liquides — Etains d'art — Poids en fonte de fer  
Poids en cuivre — Mesures de capacité  
en fer-blanc — Mesures en bois — Mesures  
de longueur — Mètres en bois — Mètres en baleine  
Mètres en ivoire — Chaines d'arpenteurs  
Balances — Bascules  
Alcoomètre centésimal de Gay-Lussac

---

NOUVELLE ÉDITION

**Par G. LAURENT**

Ingénieur des Arts et Manufactures

---

*Ouvrage orné de 227 figures dans le texte*

---

PARIS

ENCYCLOPÉDIE-RORET

L. MULO, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RUE HAUTEFEUILLE, VI<sup>e</sup>

1909

## AVIS

Le mérite des ouvrages de l'**Encyclopédie-Roret** leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Éditeur, qui se réserve le droit de le faire traduire dans toutes les langues, et de poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux, toutes contrefaçons et toutes traductions faites au mépris de ses droits.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roret', with a large, decorative flourish underneath.

## PRÉFACE

---

Il existe peu, pour ne pas dire point, d'ouvrages traitant de l'art du « Potier d'étain » ; cette abstention sur un sujet d'ordre aussi courant, paraît inexplicable au premier abord si l'on songe aux multiples emplois de l'étain et à sa valeur relativement considérable.

Nous pensons que la raison de cette espèce d'incognito dont jouit la fabrication de la poterie d'étain réside d'abord en ce que cette très ancienne industrie semble s'être peu modernisée et avoir conservé les vieux procédés du moyen âge ; qu'elle se partage entre une foule de fabricants presque ignorés, confinés dans leurs petits ateliers ; en second lieu, la mise en œuvre de l'étain se fait par des procédés analogues à ceux employés pour le cuivre, le fer et l'acier ; en particulier, le travail du tour leur est commun. Il n'en demeure pas moins établi que le potier d'étain ne saurait puiser des renseignements utiles à son industrie dans les

traités relatifs au fer ou au cuivre ; il faut à chaque genre un exposé spécial de sa méthode, de ses moyens.

Ajoutez à ces considérations que la plupart des potiers d'étain couvrent leurs opérations du voile cher aux anciens alchimistes, et vous comprendrez alors pourquoi les auteurs s'écartent volontiers de cette intéressante fabrication.

Il appartenait à un vérificateur des poids et mesures de jeter un regard indiscret sur l'outillage et les procédés opératoires de ses « assujettis » ; Ravon l'a fait très consciencieusement. Nous avons contrôlé et rectifié ses observations dans les ateliers, d'où nous rapportons les développements qui vont suivre et, en outre, l'impression que cette petite industrie doit sa prospérité à ses tours de main et à son profond savoir-faire.

Nous devons des remerciements principalement à M. Anthoine, dont l'importante maison, située 39, rue Faidherbe, à Paris, fabrique à peu près tous les objets d'étain décrits ci-après, y compris les mesures légales. M. Maubert, 67, rue du Chemin-Vert, nous a fourni également de précieuses indications sur la fabrication des poids ; nulle part, comme chez cet industriel, nous n'avons constaté une si grande rapidité d'exécution alliée à un irréprochable fini. Nous tenons à remercier également M. Paul Siot, de la maison Siot-Decauville, 24, boulevard des



Capucines, et nous saluons en lui l'ingénieur et l'artiste.

\*  
\* \*

Ce livre comprend deux parties très distinctes : 1° la poterie d'étain ; 2° les poids et mesures ; ces deux parties trouvent leur trait-d'union naturel dans la fabrication des mesures en étain.

Le but que nous nous sommes proposé dans cette étude est, en premier lieu, de faire connaître à l'ouvrier et au fabricant les points principaux sur lesquels ils doivent porter leur attention, et de les renseigner complètement sur les prescriptions légales ; en second lieu, de leur indiquer les meilleurs procédés opératoires actuellement en usage.

Nous avons évité toute théorie abstraite sur les unités de mesure, et d'une façon générale tout calcul ne relevant pas de l'arithmétique, ainsi que toute description de machines ou d'appareils compliqués. Cet ouvrage est donc à la portée de tous. Le vérificateur des poids et mesures y trouvera, à côté de la fabrication proprement dite, qui ne l'intéresse pas immédiatement, les diverses réglementations qu'il doit connaître.

Nous avons fait précéder la poterie d'étain de notions succinctes sur l'étain et le plomb, et suivre de la réglementation sur les mesures à

liquides, ainsi que de quelques notes sur les étains d'art, très en faveur aujourd'hui.

Dans la seconde partie, beaucoup plus importante, renfermant l'étude des poids et mesures, nous avons trouvé nécessaire d'introduire quelques notions générales sur la métallurgie du fer, du cuivre et du zinc, sur la fonderie de cuivre et sur les diverses essences de bois. Après les poids en fer, le fer-blanc et les poids en cuivre, nous avons placé les balances et bascules, puis la boissellerie, les mesures linéaires et l'alcoomètre de Gay-Lussac.

En publiant ce modeste ouvrage, nous n'avons d'autre désir que celui d'être utile au courageux et intéressant bataillon des petits fabricants de poids et mesures, et d'objets en étain; nous pensons avoir condensé dans cet unique volume, facile à consulter, les multiples questions qui touchent à leur industrie.

---

NOUVEAU MANUEL COMPLET  
DU  
**POTIER D'ÉTAIN**  
ET DE  
LA FABRICATION  
DES POIDS ET MESURES

---

**PREMIÈRE PARTIE**

**POTIER D'ÉTAIN**

---

**CHAPITRE PREMIER**

**Métallurgie de l'étain**

---

SOMMAIRE. — I. Production d'étain. — II. Métallurgie de l'étain. — III. Raffinage de l'étain

Le minerai d'étain est la cassitérite ou bioxyde d'étain. On le rencontre tantôt sous forme d'alluvions séparées par l'action des eaux, tantôt en roches très dures renfermant du fer et du tungstène.

*Potier d'étain.*

1

## I. PRODUCTION D'ÉTAIN

La production d'étain était en 1894 de 80,000 tonnes, en 1898 de 75,000 tonnes, en 1899 de 78,776 tonnes. Le détroit et la presqu'île de Malacca en fournissent près des deux tiers. A Malacca, l'Etat de Perak est le pays le plus riche; des dépôts d'alluvions y contiennent le minerai à 3<sup>m</sup> 50 de profondeur et sur une épaisseur moyenne de 2<sup>m</sup> 80, au-dessus d'un lit de kaolin (De la Croix). Aux Indes néerlandaises, l'île de Bangka exploite à ciel ouvert d'importants gisements; les uns appartiennent à l'Etat, les autres, ceux de Billiton et de Singkep, sont exploités par une société. En Angleterre la province de Cornouailles, en Australie les Nouvelles-Galles du Sud, et en Allemagne les mines de Zinnwald et de Saxe fournissent un peu plus du dixième de la production du monde. Les mines d'Angleterre et d'Allemagne baissent de plus en plus. Voici d'ailleurs la production des différents pays en 1898 et 1899 :

	1898		1899
Détroits, Malacca. . .	46.600 tonnes		46.679 tonnes
Indes néerlandaises..	15.400 —		18.600 —
Angleterre. . . . .	4.700 —		4.077 —
Australie. . . . .	2.900 —		3.110 —
Bolivie. . . . .	3.600 —		4.829 —
Allemagne. . . . .	1.800 —		1.481 —
	<u>75.000 tonnes</u>		<u>78.776 tonnes</u>
Total. . .			

Et en 1894 la production totale fut de 80,000 tonnes.

En 1899, la production de l'Allemagne a été obtenue presque exclusivement par le traitement de minerais importés de Bolivie. En France, la petite quantité d'étain que l'on extrait s'obtient de même en traitant au réverbère des minerais de Bolivie ou de Portugal.

## II. MÉTALLURGIE DE L'ÉTAIN

### 1° Voie sèche

Les minerais purs d'étain provenant d'alluvions sont réduits par le charbon dans des fours à cuve; mais les minerais de filons doivent subir au préalable un traitement mécanique qui a pour but la séparation des gangues par broyage et lavage, puis un grillage dans des fours à réverbère. Dans ce grillage, l'arsenic et le soufre s'éliminent et l'on obtient de nombreux oxydes mélangés à la cassitérite; ce sont des composés du fer, du bismuth, du tungstène, du molybdène, du zinc et du cuivre. Après le grillage, on fait agir sur la masse l'acide chlorhydrique très étendu d'eau pour dissoudre le cuivre et le bismuth. Le tungstène s'élimine en fondant le métal avec du carbonate de soude dans le four d'Oxland. Ensuite vient l'opération de réduction dans un four à cuve ou à réverbère.

Les anciens fours de Cornouailles étaient à sole rectangulaire avec voûte très surbaissée; ils étaient munis de trois portes : la première pour le chargement du four, la seconde pour la chauffe, et la troisième pour le brassage et l'évacuation des scories. La sole, légèrement concave, se prolongeait par un conduit qui permettait à l'étain fondu de

couler dans des bassins (fig. 1 et 2); les fours à laboratoire fixe sont presque abandonnés aujourd'hui; on se sert actuellement de fours dont le laboratoire est mobile comme le four Brunston, ou bien de fours complètement mobiles comme le four d'Oxland. La sole du premier est circulaire et animée d'un mouvement lent de rotation autour d'un

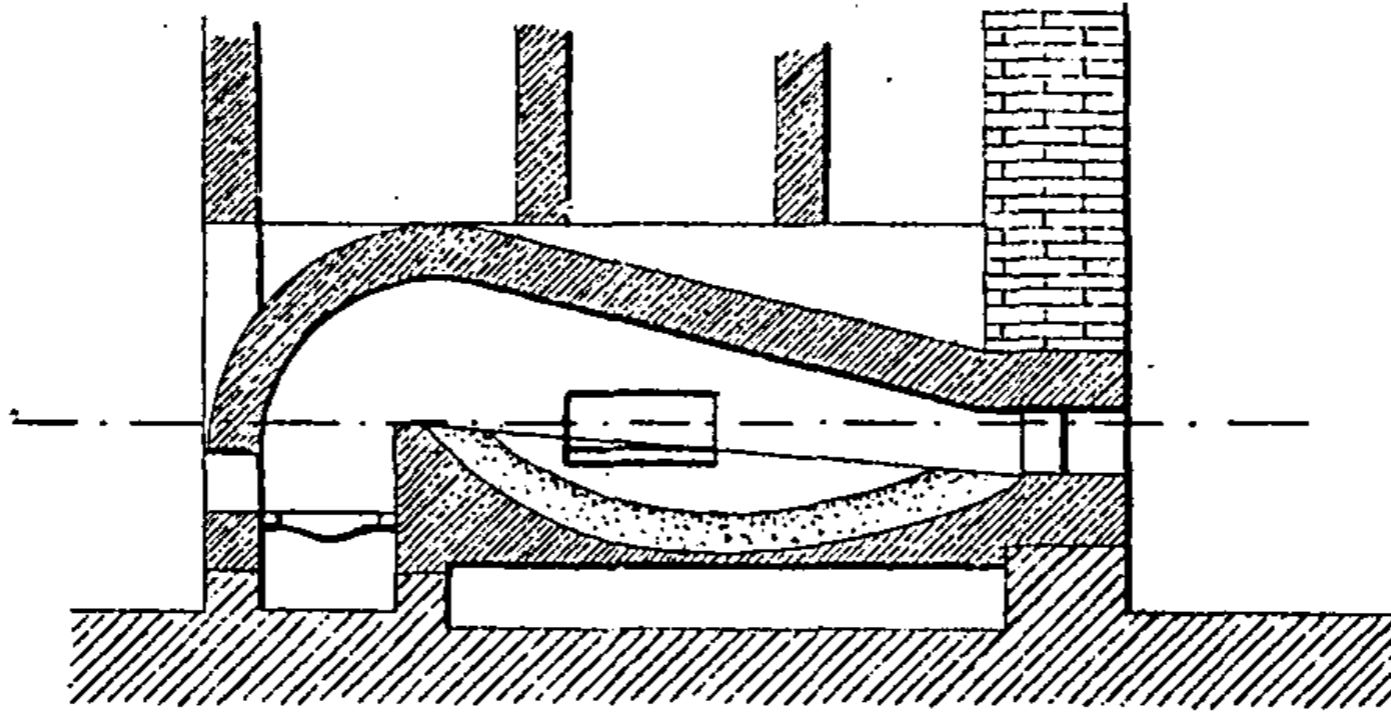


Fig. 1. Four à laboratoire fixe.

axe vertical (fig. 3 et 4). Le four rotatif d'Oxland se compose d'un cylindre en tôle garni intérieurement de terre réfractaire. Il tourne autour de son axe, légèrement incliné par rapport à l'horizontale, le foyer se trouvant à la partie inférieure, les flammes montent dans l'appareil tandis que le minerai, chargé à la partie supérieure, descend lentement.

La réduction des oxydes se fait dans des fours à cuve au moyen du bois ou du charbon de bois (le coke donnerait trop de cendres); on met environ

10 0/0 de charbon en poids et on ajoute un peu de quartz quand le minerai renferme beaucoup de fer, ou un peu de chaux s'il est riche en tungstène et en molybdène. En Saxe, on emploie un four à cuve

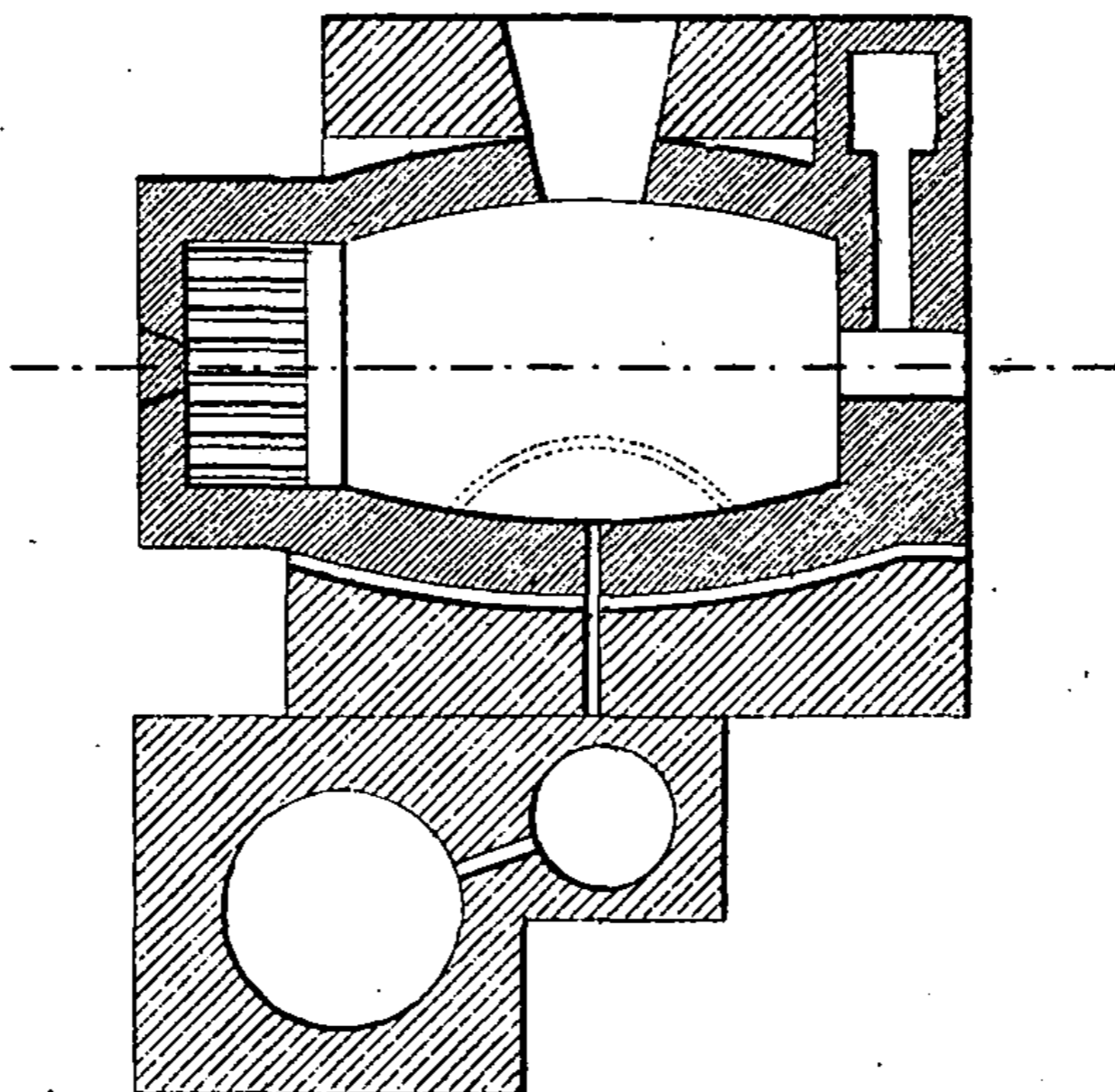


Fig. 2. Four à laboratoire fixe.

à section trapézoïdale, surmonté d'une cheminée; de même en Bohême.

En Angleterre et en Australie, on se sert de fours à réverbère à soles elliptiques, dans lesquels on charge le minerai grillé mélangé à 20 0/0 de houille maigre. Après cinq ou six heures de chauffe, on brasse avec des perches de bois vert, on chauffe

encore pendant une heure, puis on procède à un second perchage. On obtient alors de l'étain à 97,5 0/0.

On peut extraire le métal des scories par traite-

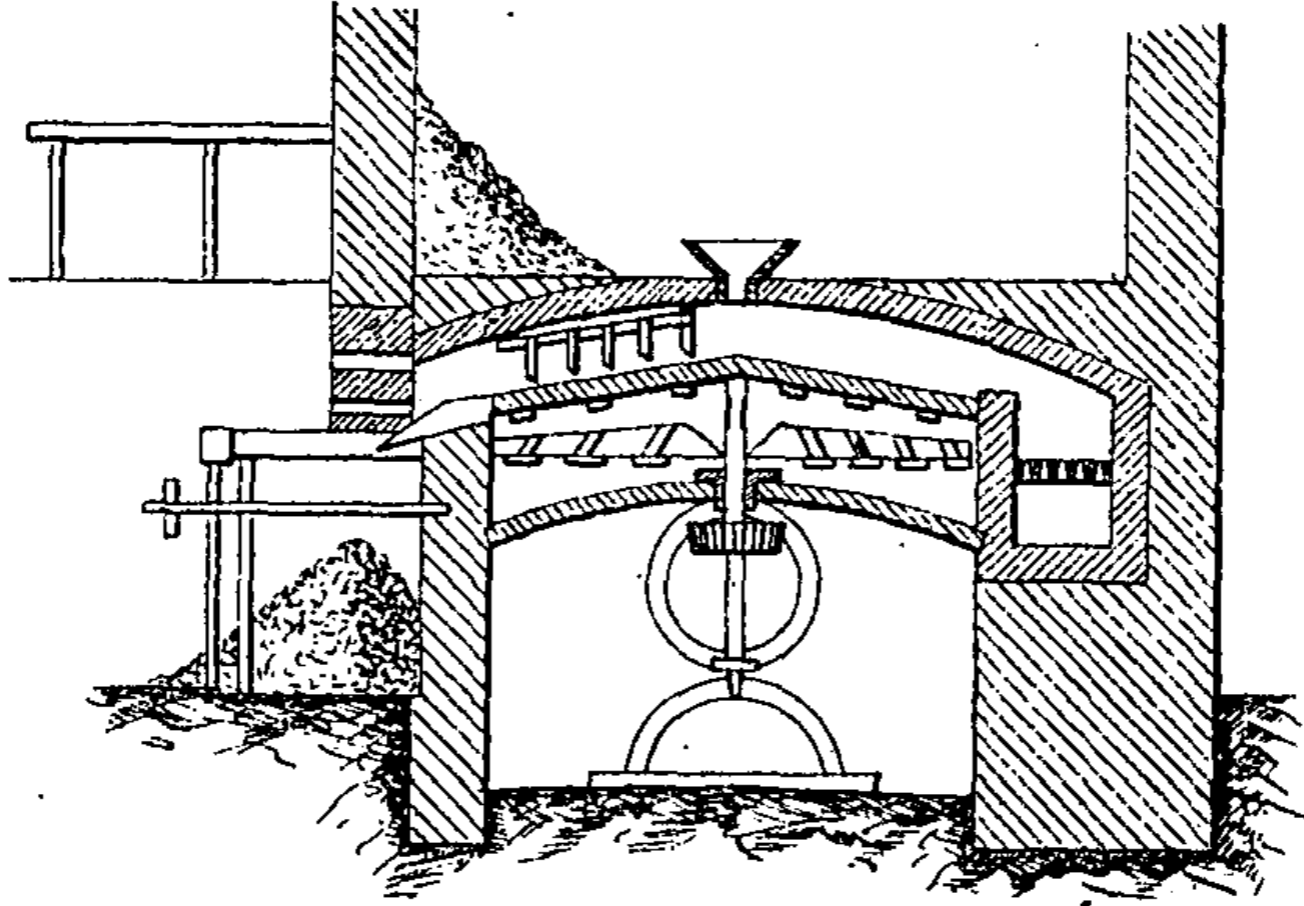


Fig. 3. Four rotatif (coupe verticale).

ment dans des fours à cuve et fusions successives.

#### 2<sup>o</sup> Voie humide

On l'utilise pour retirer l'étain du fer-blanc usé. Le procédé *Muir* consiste à dissoudre d'abord l'étain par l'acide chlorhydrique, puis à le précipiter par le zinc et un courant de vapeur d'eau; on élimine ensuite le fer et le zinc au moyen d'un lait de chaux.

*Schultze* traite les déchets par le perchlorure de fer acide et précipite l'étain par le fer.



L'étain qui sert à la fabrication des feuilles minces s'obtient par précipitation d'un sel d'étain par le zinc.

### 3° Voie électrolytique

Le procédé Burghard consiste à fondre le minerai pulvérisé avec de la soude caustique, puis à

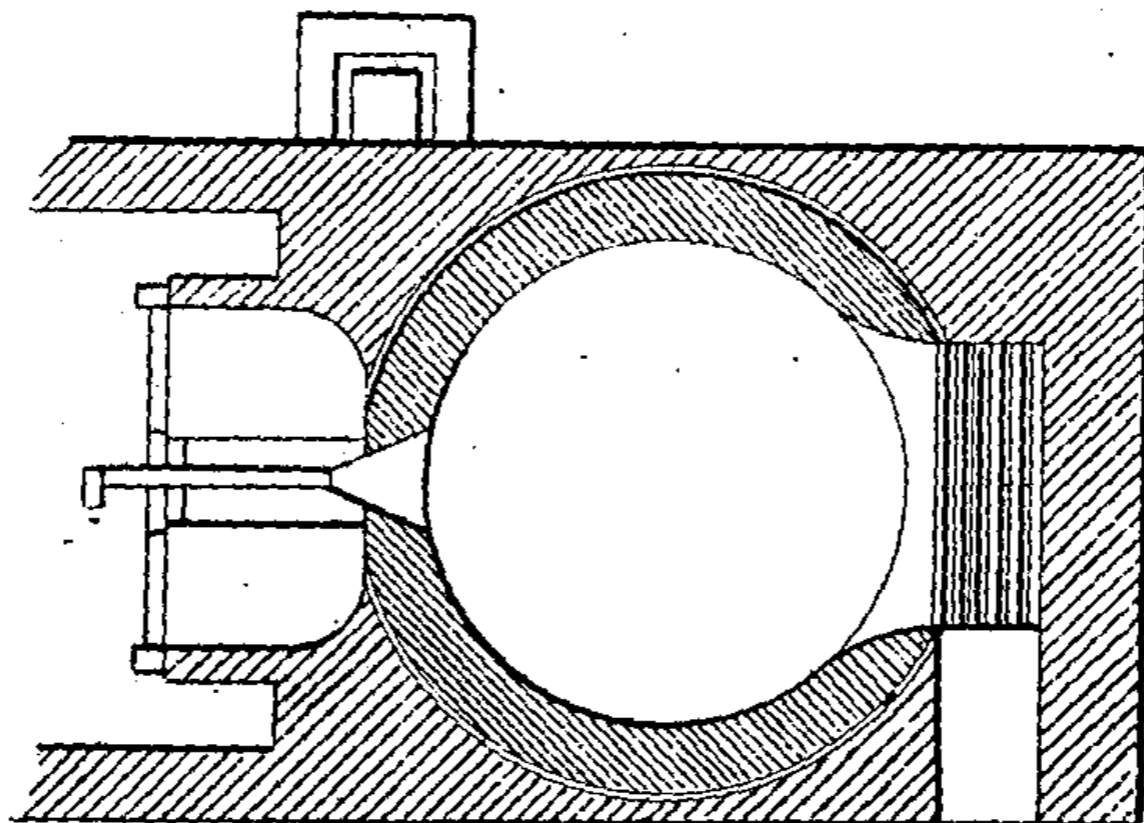


Fig. 4. Four rotatif (plan).

dissoudre le sel d'étain obtenu dans l'eau. On fait ensuite passer un courant électrique dans la solution.

## III. RAFFINAGE DE L'ÉTAÏN

1° *Par liquation.* — Procédé allemand : on coule le métal fondu provenant du four à cuve sur une table en fonte inclinée recouverte d'une couche d'argile et chargée de charbon de bois enflammé ; la table présente des cannelures dans le sens de la

longueur. L'étain laisse déposer les métaux peu fusibles et coule dans un creuset dont le fond contient aussi des charbons ardents. Quand le métal coulé dans le creuset se recouvre d'une couche bleuâtre brillante, on le verse dans des moules ou sur une plaque horizontale en cuivre.

Le procédé anglais consiste à fondre doucement l'étain dans un four à réverbère et à lui faire subir le perchage; l'étain fondu coule dans une chaudière après avoir abandonné les métaux infusibles. On force ensuite le feu pour fondre ces métaux et les recueillir dans une autre chaudière à la surface de laquelle surnage l'étain qui reste. On recommence cette opération plusieurs fois.

2° *Par filtration.* — On filtre le métal fondu au travers de sable quartzeux chauffé, ou de scorie en poudre également chauffée.

---

## CHAPITRE II

### Métallurgie du plomb

---

SOMMAIRE. — I. Généralités. — II. Métallurgie. — III. Affinage. — IV. Condensation des fumées. — V. Méthode Raschette. — VI. Méthode de grillage et réduction. — VII. Désargentation du plomb.

#### I. GÉNÉRALITÉS

Le plomb est un métal blanc d'argent qui fond à 334°; sa densité est très voisine de 11,3; à l'état

de pureté il est flexible et mou. Le zinc, le fer et le cuivre le durcissent, l'arsenic et l'antimoine le rendent cassant, même en faibles proportions. On rencontre presque toujours l'argent mélangé au plomb; on peut même l'en extraire quand la teneur en argent est suffisante. Le plomb s'oxyde lentement à l'air froid et plus facilement à chaud.

On le trouve dans la nature à l'état de sulfure (galène) et aussi de carbonate, phosphate, arséniate.

Les galènes se traitent par des procédés différents suivant la nature des gangues qui les accompagnent, et suivant aussi leur teneur en argent. La galène à moins de 5 pour 100 de silice se traite par la méthode *écossaise* ou la méthode *anglaise*; au-dessus de 5 0/0 on applique la méthode de précipitation par le fer ou méthode *Raschette*. On peut également employer une méthode particulière : la méthode de grillage et de réduction, surtout lorsque les galènes sont argentifères.

## II. MÉTALLURGIE

### Méthode écossaise (fig. 5)

On réduit le minerai en morceaux assez gros que l'on traite sur un feu de forge; le soufre s'élimine. L'appareil est constitué par un feu de forge placé sous une hotte de tirage et muni d'une tuyère de soufflage; il est garni sur toute sa partie inférieure de plaques de fonte qui recevront un bain de plomb liquide dans lequel se rassemblera le plomb métallique formé; en avant se trouve une plaque inclinée destinée à recevoir les résidus du premier

travail effectué sur le feu de forge. Il s'agit de soumettre à l'effet de chalumeau dû à la tuyère les

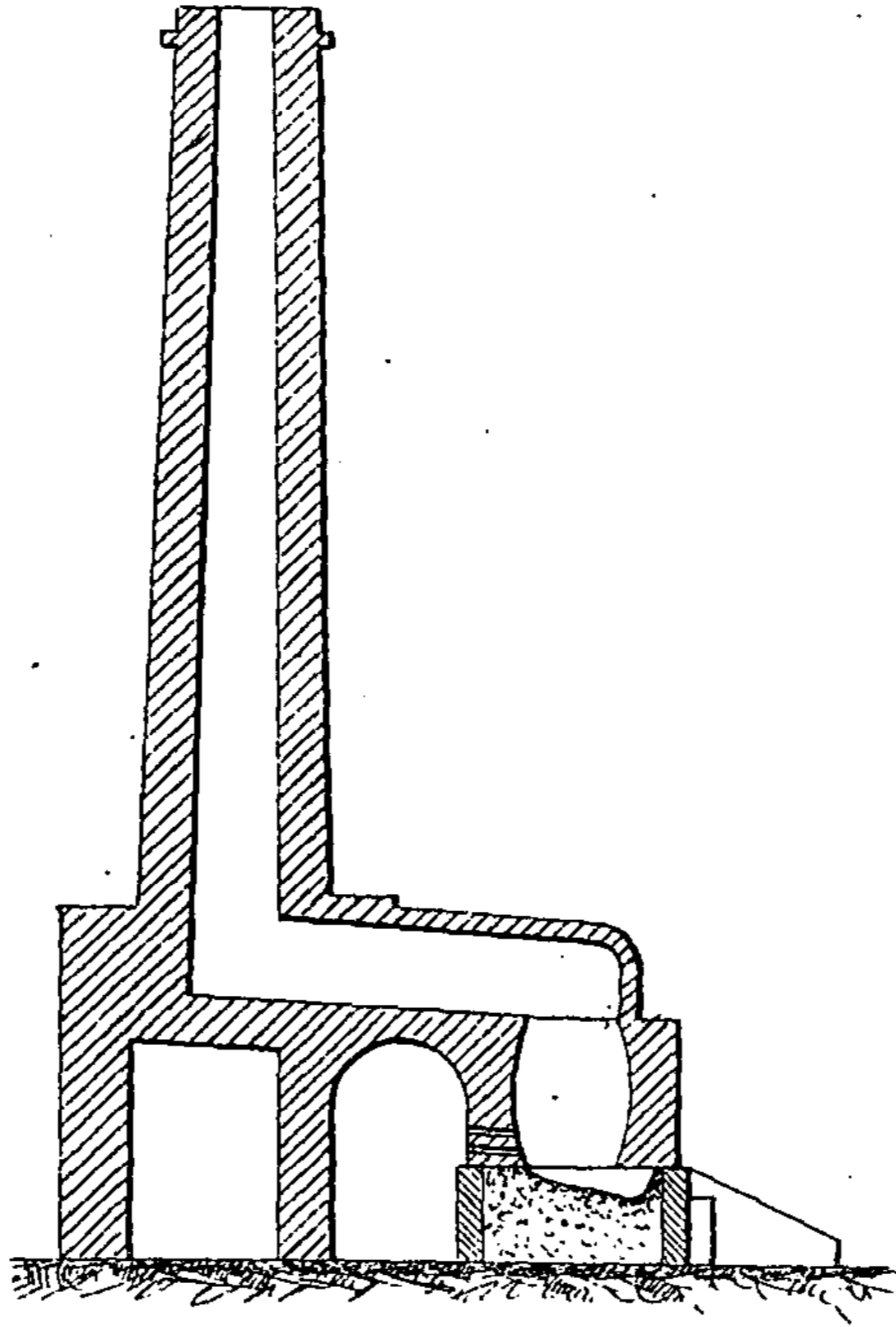


Fig. 5. Méthode écossaise.

premières crasses ayant déjà produit du plomb. On chauffe au charbon de bois ou à la houille.

L'opération dure douze à quinze heures ; on l'arrête à cause des fumées.

On a été amené à remplacer la plaque de fond par une caisse à circulation d'eau ou d'air pour refroidir et éviter les fumées (four de Russie à circulation d'eau).

Pour la conduite de l'opération, on commence par chauffer le bassin un peu au-dessus de 400°. On remplit de plomb fondu pour éviter le contact de la galène et du fer qui détruirait rapidement l'appareil ; on met ensuite le combustible et on souffle le vent partout ; enfin on charge la galène par 20 kilogr. On écume et rejette sur la plaque inclinée les résidus. Cette méthode laisse beaucoup de déchets, mais fournit un plomb très pur avec une faible dépense de main-d'œuvre et de matériel.

#### **Méthode anglaise ou par grillage et réactions**

On traite la galène dans un four à réverbère et on produit un effet de rôtissage au moyen de grillages et de réactions successifs. Il se forme d'abord de l'oxyde et du sulfate de plomb avec dégagement d'acide sulfureux, puis la galène non encore grillée réagit sur l'oxyde et le sulfate pour donner du plomb et laisser dégager l'acide sulfureux. Si la galène renfermait beaucoup de silice, on aurait un résidu considérable de silicate de plomb. On fait ressuer les crasses au four à réverbère, puis au four à cuve.

Pour conduire l'opération première on emploie un four à réverbère à sole recouverte de sable marneux pilonné ; on grille la galène en atmosphère

oxydante pendant deux heures, en la remuant. Puis on ferme les portes du four, on donne un coup de feu, on brasse et on laisse diminuer la température. On recommence le grillage pendant une demi-heure, puis la réaction, cela pendant cinq à six heures.

Le plomb coule sur la sole en pente et se rend dans un bassin à l'extérieur du four. On fera ensuite ressuer les crasses en les mélangeant à de la chaux et du charbon.

Le zinc en petite quantité ne gêne pas, mais s'il entre dans une proportion supérieure à 4 0/0, les vapeurs de zinc entraînent trop de plomb.

### III. AFFINAGE

Le plomb extrait des crasses doit être affiné pour en éliminer les métaux étrangers, plus spécialement l'arsenic et l'antimoine qui rendent le plomb aigre (c'est-à-dire qu'il ne peut passer au laminoir).

On fond le plomb dans des fours à réverbère à sole imperméable, cette sole, ainsi que les parois, étant en forme de cuvette rectangulaire constituée par une plaque de grès réfractaire ou par des plaques de fonte. On place dans ce four le plomb brut lingoté ; on fond et on écume les crasses non fondues contenant du fer. On oxyde lentement le plomb au contact de l'air, il se forme un oxyde noir qui agit sur les métaux plus oxydables que le plomb, par exemple l'arsenic et l'antimoine. L'oxyde passe du noir au jaune, on arrête alors l'affinage et on coule le plomb purifié en lingots

ou en saumons que l'on envoie à l'usinage. On abrège l'affinage en plongeant dans le bain une perche de bois vert ; les gaz qui s'en dégagent brassent la masse et facilitent l'oxydation des métaux étrangers. Quand le plomb renferme de l'antimoine on active l'oxydation en soufflant à la surface du bain le vent d'une tuyère. Lorsqu'il renferme beaucoup de zinc on complète l'affinage en plaçant le plomb dans des vases clos où on le soumet à l'action de la vapeur d'eau surchauffée ; il se produit un oxyde de zinc qui est entraîné par le courant de vapeur.

#### IV. CONDENSATION DES FUMÉES

Les fumées qui se dégagent des appareils où on produit le plomb sont envoyées dans de grandes chambres pour permettre le dépôt des poussières entraînées et des produits condensables. Généralement on fait arriver à la partie supérieure de ces chambres de l'eau sous pression au moyen de distributeurs rotatifs. Une croûte se forme au fond de la chambre, un trop-plein emmène le liquide dans un bassin de dépôt.

#### V. MÉTHODE RASCHETTE (fig. 6)

Quand la gangue qui accompagne la galène est siliceuse, on ajoute au minerai un fondant calcaire destiné à scorifier la silice ; on détermine également la quantité de fer nécessaire à déplacer le plomb d'après la teneur en plomb de la galène ; on ajoute ce fer sous forme de copeaux et de riblons

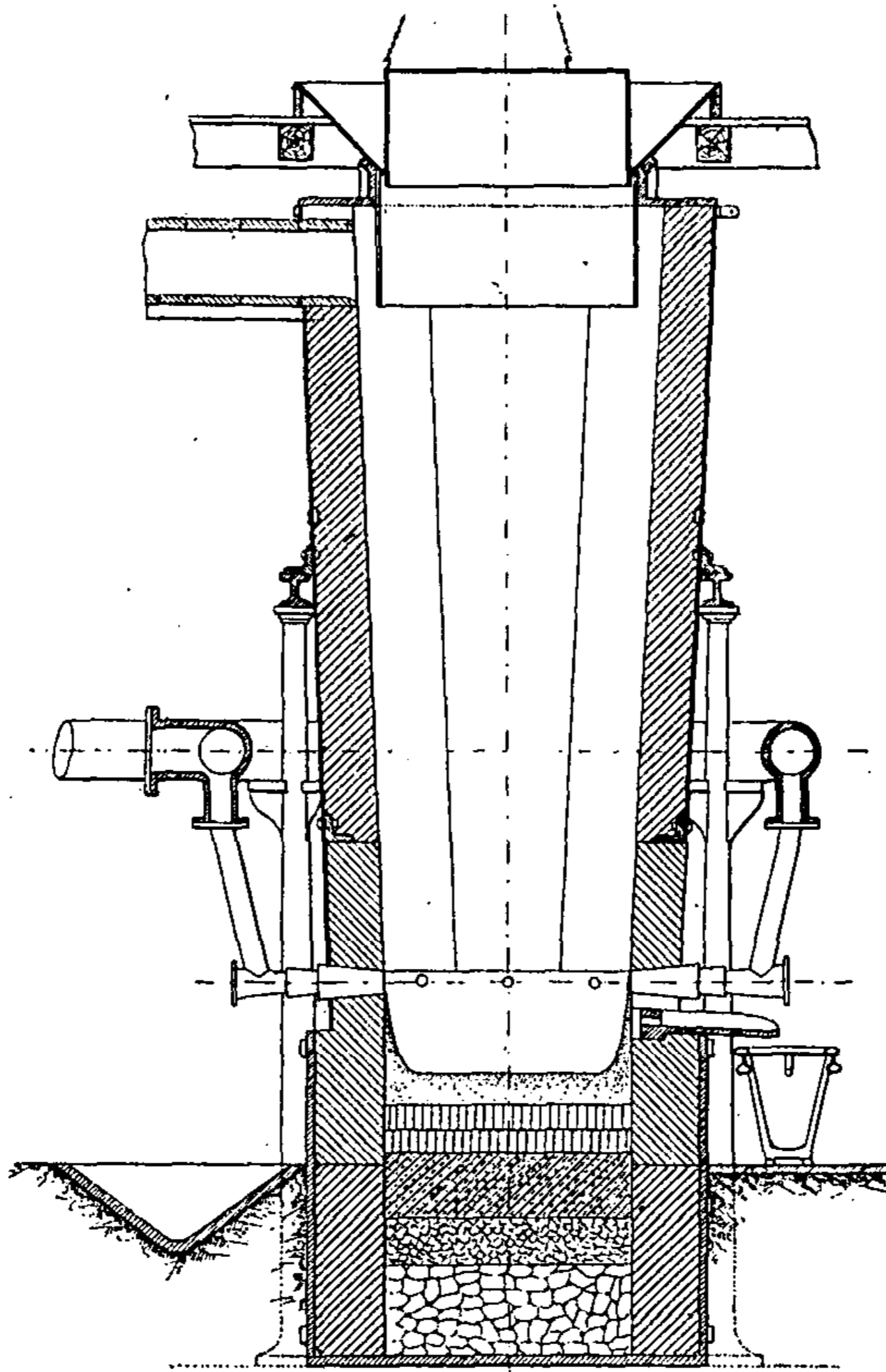


Fig. 6. Four Raschette (coupe verticale).



ou de fonte et on met le tout dans un four à cuve à section rectangulaire dans lequel les petites faces sont verticales, et les autres, où sont les tuyères, inclinées. Les petites faces comprennent entre elles un creuset à double pente, les tuyères sont aussi sur une double pente pour que chacune agisse à même distance du fond. Deux trous de coulée sont placés sur chacune des faces latérales. A la partie supérieure on charge dans le four le lit de fusion comprenant le fer et le combustible, par couches parallèles, comme dans un haut fourneau.

Cette méthode a permis d'utiliser la puissance de réduction des fours en préparant dans l'appareil même le fer nécessaire à la mise en liberté du plomb ; on emploie pour cela du minerai de fer avec un fondant ; on évite la dépense de fer en se servant de scories sans valeur additionnées d'un supplément de chaux.

Il se produit dans l'opération du sulfure de fer qui se combine au sulfure de plomb pour former une matte dite matte mince qui surnage. On grille cette matte dans une opération ultérieure, et on l'ajoute au lit de fusion suivant. Si le minerai de plomb renferme du sulfure de cuivre, ce sulfure rentre dans la matte mince. Cette matte après avoir repassé à plusieurs reprises dans les lits de fusion, renferme une proportion notable de cuivre. On la traite alors spécialement.

Le four Raschette est soutenu dans ses parties supérieures de façon à permettre la réparation de la partie inférieure sans étayer le haut.

On a adopté, au lieu de la section rectangulaire, la section circulaire ou la section polygonale. Le

four de Clausthal est à section circulaire en forme de tronc de cône plus large en haut qu'en bas, son creuset qui prolonge ce tronc de cône est constitué par un mélange de silice et de charbon. Une cuve métallique enveloppe la maçonnerie. Dans le creuset on fait trois trous de coulée, chacun aboutit à un bassin de réception du plomb, d'où on le reprend avec des poches pour le lingoter. Les scories s'écoulent régulièrement par le chio ; elles passent sur un plan incliné et arrivent dans des lingotières.

Avec ces dispositions de fours, on est obligé d'arrêter le travail de temps en temps pour refaire la région attaquée par les scories. On a eu l'idée de remplacer la maçonnerie par une double paroi métallique parcourue par un courant d'eau (water-jacket américain). Le water-jacket est protégé par une couche de scorie solidifiée qui forme garnissage.

## VI. MÉTHODE DE GRILLAGE ET RÉDUCTION

Lorsque le minerai est argentifère, les traitements précédents ne conviennent pas ; l'argent serait entraîné par les fumées et l'on éprouverait, de ce fait, une perte de rendement. On soumet le minerai de plomb siliceux et argentifère à une oxydation dans le four à réverbère pour transformer ce minerai de plomb en une matière mixte, mélange d'oxyde, de sulfate et de silicate de plomb, avec une petite quantité de sulfure non décomposé. Cette opération s'effectue dans des fours à une seule sole, ou bien dans des fours dits de pelletage composés de

trois ou quatre soles ayant chacune trois mètres de longueur environ, ces fours se chargent par la sole la plus éloignée du foyer et l'on pousse la masse d'une sole à l'autre avec le râble. On ajoute sur la dernière sole une certaine quantité de chaux pour retenir la silice.

Le seconde opération, dite de réduction, se fait dans un four à cuve, avec addition de chaux et de fer.

Le grillage dure six heures sur chaque sole, l'épaisseur du minerai est de 10 centimètres; on le remue toutes les deux heures. On a modifié ces fours en remplaçant le foyer ordinaire par un gazogène, ou en brûlant dans ces fours du gaz de gazogène produit à distance. On coule les matières grillées, soit sur le sol, soit dans des wagonnets montés sur chariots.

La réduction s'opère dans des fours à cuve dans lesquels on charge les matières suivant deux anneaux cylindriques; le combustible au centre, et le lit de fusion à la périphérie, les tuyères étant régulièrement disposées; ou bien on met le combustible d'un côté et on l'entoure partiellement du lit de fusion; la section de ce dernier présente alors la forme d'un croissant et les tuyères sont disposées du côté opposé au combustible et au trou de coulée.

L'appareil le plus employé autrefois était le four de la Pise. C'est une capacité cylindrique en maçonnerie garnie de briques réfractaires et entourée de pièces métalliques, le tout reposant sur des colonnes; puis au-dessous l'ouvrage tronconique arrosé extérieurement d'eau pour diminuer l'effet de corrosion des briques par l'oxyde de plomb;

au-dessous, le creuset muni de son trou de coulée. Les tuyères agissent dans l'ouvrage et au-dessous d'elles se trouve l'orifice de départ des scories.

Ce four est mis en rapport avec des chambres de dépôt et condensation. Il y a un autre départ de gaz par la cheminée munie d'une valve que l'on peut ouvrir ou fermer; on ouvre ce départ au moment du chargement et on ferme celui des chambres de condensation.

## VII. DÉSARGENTATION DU PLOMB

Si la teneur du plomb en argent est supérieure à 400 grammes par 100 kilogr. de plomb, on procède à la *cupellation allemande*; si cette teneur est inférieure à 400 grammes on opère d'abord une concentration de l'argent dans une partie seulement du plomb, et une *cupellation anglaise* que l'on pratique sur les plombs concentrés entre 1 et 2 kilogr. d'argent pour 100 kilogr. de plomb. En troisième lieu, si les plombs sont de basse teneur on pourra procéder à la désargentation par le zinc; cette désargentation fournit un alliage triple, duquel on sépare le zinc, puis on couple le plomb argentifère.

### Cupellation allemande

On place dans un grand four à réverbère, dont la sole est formée avec des marnes pilonnées, le plomb argentifère que l'on fondra et oxydera par l'action directe d'air envoyé par des tuyères. Il se forme d'abord des crasses que l'on écume, puis les oxydes de plomb de plus en plus fusibles fon-

dront sur le bain de métal et se trouveront poussés par le vent de la tuyère; on fera couler ces oxydes par une rainure que l'on creusera dans la sole à une hauteur convenable. Le niveau du plomb au-dessous de l'oxyde, baisse de plus en plus, il faut approfondir la rigole à mesure.

On continue à laisser le plomb s'oxyder jusqu'au moment où il ne reste plus sur l'argent qu'un voile d'oxyde de plomb qui tout d'un coup se déchire, laissant apparaître la surface extraordinairement brillante du lingot d'argent; c'est le phénomène de *l'éclair*, ainsi nommé parce que l'argent surchauffé éclaire un temps très court les parois du four et perd vite son excès de température. On laisse refroidir et on recueille l'argent qui doit être affiné au borax. La sole du four doit être réparée à chaque opération; pour faciliter ce travail, la voûte est mobile et supportée par des chaînes.

#### Traitement des plombs à faible teneur

Pattinson a observé que si l'on fond du plomb dans des chaudières de fonte et qu'on le laisse refroidir lentement, il se forme dans la masse des cristaux de plomb pur entraînant très peu d'argent. Si on écume ces cristaux, il restera dans la chaudière un plomb d'une teneur en argent plus forte.

Avec une série de chaudières et une suite d'opérations on enrichit son plomb de plus en plus jusqu'à une teneur de 1 à 2 0/0 en argent. C'est le pattinsonage. Au lieu d'écumer les cristaux, on a imaginé de soutirer le liquide plus riche, pour diminuer la dépense de main-d'œuvre. Plus tard on a

substitué à ce dernier procédé le pattinsonage mécanique et le pattinsonage à vapeur.

### Coupe de coupellation anglaise (fig. 7 et 8)

Elle diffère de la coupellation allemande par la dimension réduite des soles : au lieu d'opérer sur

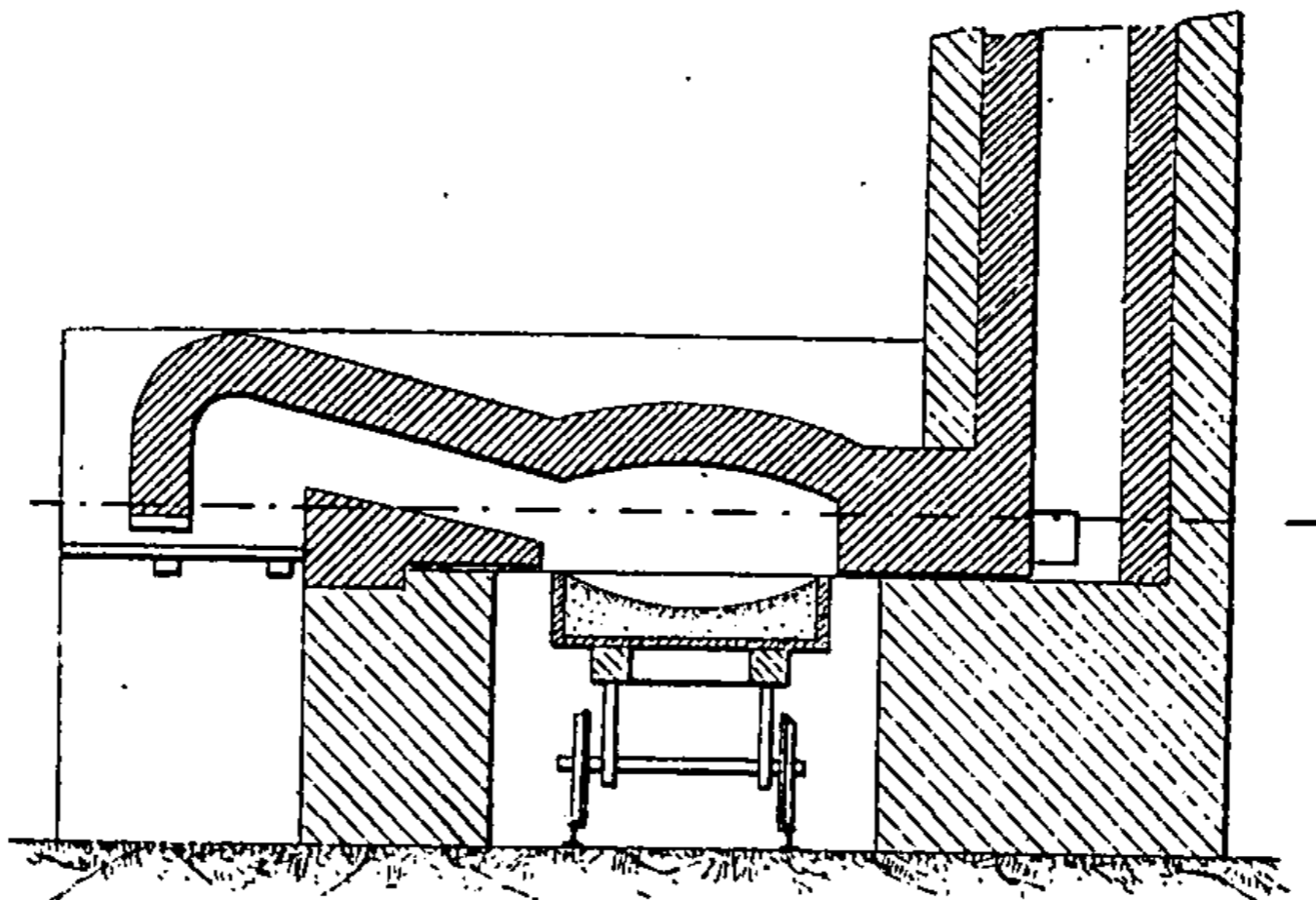


Fig. 7. Four de coupellation anglaise (coupe verticale).

dix tonnes à la fois on opère sur 800 kilogr. à une tonne. Au lieu d'avoir une voûte mobile, on rend mobile la coupelle. Pendant la formation de l'oxyde on rajoute dans la coupelle du plomb fondu dans une chaudière voisine ; de cette façon le niveau du plomb reste constant et on ne détruit pas la sole. Cette opération, dite filage, ne se fait qu'avec des plombs purs capables de fournir ainsi un oxyde ou *litharge* livré au commerce. On peut faire passer sur

la coupelle 4 à 5 tonnes de plomb que l'on réduira au vingtième de son poids, soit à 250 kilogr. riches qu'on lingotera. Une sole pourra supporter sept à huit opérations sans être changée. On reprend sur une coupelle neuve le plomb lingoté à 8 ou 10 0/0 de son poids en argent et on pousse la coupellation jusqu'à l'éclair.

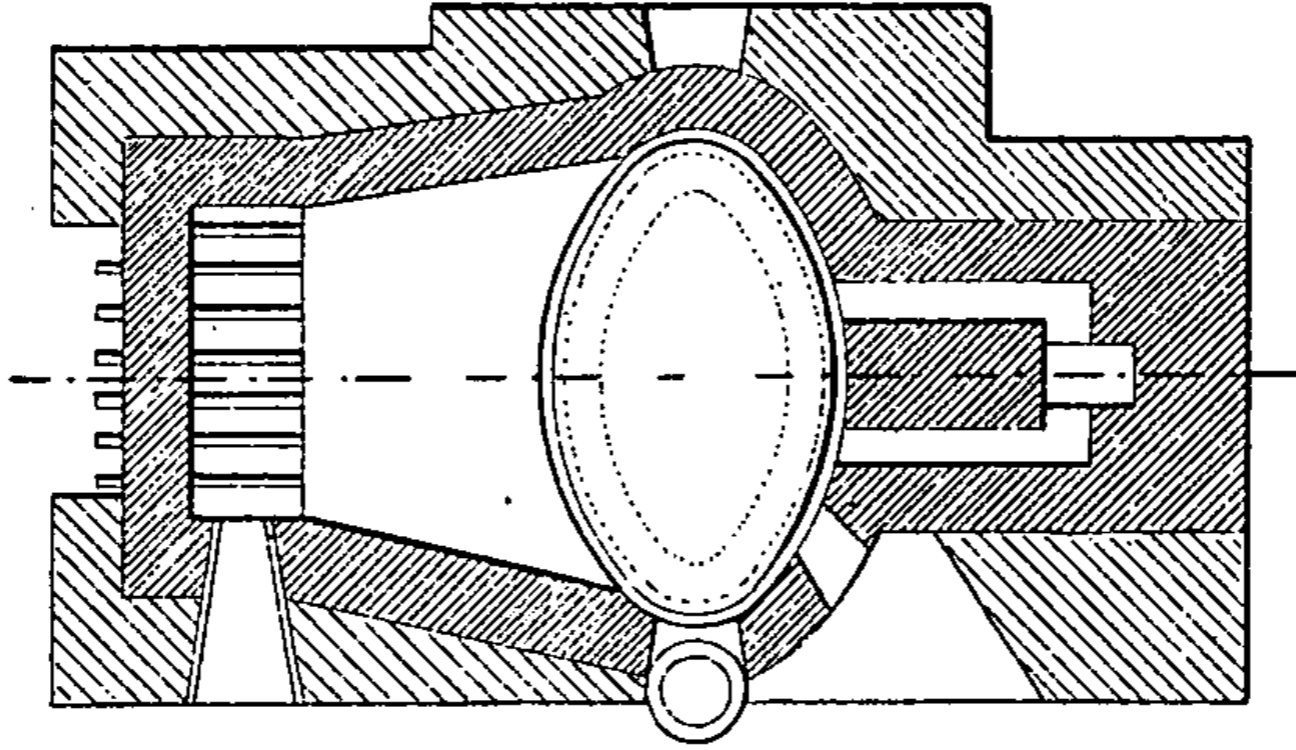


Fig. 8. Four de coupellation anglaise (plan-coupe).

#### Désargentation par le zinc

Karsten a observé que si on remue du zinc dans un bain de plomb argentifère, ce zinc se combine à l'argent et à une partie du plomb pour former un alliage moins fusible qui surnage sous forme de crasses. On peut écumer ces crasses et isoler ainsi l'argent. Ce procédé permet d'obtenir un alliage contenant jusqu'à 12 0/0 d'argent, le plomb ne contenant plus que 0,0005 0/0, tandis que le pattinsonage ne fournit jamais un alliage d'une teneur en

argent supérieure à 2 0/0 avec un appauvrissement du plomb à 0,001 ou 0,002 0/0 en argent.

On emploie le zinc dans la proportion de 1 à 2 0/0 en moyenne, on met une dose de zinc égale à dix fois le poids d'argent contenu dans le plomb; cette dose est employée dans deux ou même trois opérations. On remue avec une cuiller ou par perchage, ou au moyen d'un agitateur mécanique. On laisse refroidir, on écume. On a eu le soin de ne pas mettre le zinc en une seule fois, mais d'abord les deux tiers seulement. On rajoute ensuite le reste en une ou deux fois, après avoir réchauffé le bain. On place les écumes dans de petites chaudières chauffées à température voisine de la fusion, elles laissent ressuer du plomb qui contient 0,03 0/0 d'argent et 1,30 0/0 de zinc. Ce plomb rentre dans le travail par la suite. On débarrasse les écumes riches de leur zinc par distillation dans un creuset de graphite formé de trois parties et chauffé dans un four à vent. Le creuset communique avec un vase de condensation de vapeurs.

L'alliage d'argent passe en dernier lieu à la coupellation.

---



## CHAPITRE III

## Poterie d'étain

SOMMAIRE. — I. Historique. Généralités. — II. Détermination du titre de l'étain. — III. Table des densités d'alliages plomb-étain. — IV. Calcul du titre.

## I. HISTORIQUE. GÉNÉRALITÉS

« La poterie d'étain est une des plus anciennes industries; elle a eu son heure de célébrité alors qu'il n'était fait exclusivement usage que de l'étain pour la confection de la vaisselle de table et des couverts, avant que la verroterie et la porcelaine ne soient devenues accessibles à tous. Aujourd'hui la mode tend à revenir à la vaisselle d'étain, mais au point de vue artistique et décoratif seulement.

« Cependant on fait encore usage de la poterie d'étain dans les hospices et dans les grands établissements ».

Le potier d'étain est l'industriel qui fabrique les objets ou ustensiles en étain. Parmi les potiers d'étain en renom, il convient de citer la maison Anthoine, 39, rue Faidherbe, à Paris, très connue pour ses appareils à glacer, ses sorbélières et moules à glaces, ses robinets en métal blanc de formes diverses, ses entonnoirs et bouchons-verseurs, ses mesures couvertes et non couvertes, ses irrigateurs et ustensiles pour les hôpitaux, ses boules et cylin-

dres à eau chaude, enfin ses bidons pour l'essence et le pétrole (M. Anthoine a obtenu la médaille d'or à l'Exposition de 1900). Cette énumération nous montre déjà combien sont nombreux les objets fabriqués avec l'étain.

Pour donner une idée plus complète de la multiplicité de ces objets, nous indiquerons les principaux : en tête viennent les mesures à liquides, mesures du marchand de vins et mesures à lait, les comptoirs de liquoristes, puis la série des appareils employés dans les hôpitaux, tels que clyso-pompes, seringues, injecteurs, irrigateurs, stérilisateurs, bassins de pansement, biberons, pots à tisane, soupières, gobelets ; la vaisselle et ses accessoires, marmites américaines pour jus de viande, cafetières, théières, entonnoirs, couvercles, bouchons verseurs, siphons, etc. ; enfin une dernière série concurrencée par la ferblanterie, est celle des sorbetières et des moules à glaces, moules pour demi-glaces et pour glaces entières affectant les formes les plus fantaisistes, telles que fleurs et fruits, légumes et animaux de toutes sortes. Il faut encore mentionner les cylindres à eau chaude, les boules rondes, ovales ou forme bahut. Une grande partie de ces objets se fabriquent aujourd'hui en fer-blanc, à meilleur marché, mais au détriment de la durée et de la solidité.

On emploie rarement l'étain pur ; cependant on fabrique pour les pompes à bière et les serpents servant à la distillation de l'alcool des tubes en étain pur, à cause de leur grande souplesse. On se sert aussi d'étain laminé pur pour les compteurs à gaz.

La plupart des objets d'étain s'obtiennent moulés; l'expérience a montré que l'étain pur ne vient pas bien dans les moules; aussi l'allie-t-on à d'autres métaux, principalement au plomb, quelquefois à l'antimoine, rarement au cuivre. L'alliage plomb-étain est plus *coulant*, son retrait se fait d'une façon plus régulière que celui de l'étain pur.

On incorpore à l'étain au moins 10 0/0 de plomb, une proportion de 3 à 4 0/0 permet déjà une bonne coulée, mais donne un alliage trop mou. Pour la construction des mesures légales servant aux liquides, la loi accorde 10 0/0 de plomb, mais les objets usuels se fabriquent à des titres bien inférieurs.

Avant d'aborder la fabrication de la poterie d'étain, nous exposerons les divers moyens de déterminer le titre de l'étain.

## II. DÉTERMINATION DU TITRE DE L'ÉTAIN

Les potiers d'étain n'emploient pas que de l'étain pur et du plomb pur, ils s'en rapportent généralement d'une façon absolue à la qualité de l'étain d'*origine*, c'est-à-dire livré directement par le producteur; mais comme ils se servent souvent d'*étain vieux*, il leur faut en déterminer la teneur en *fin*.

La plupart des fabricants l'obtiennent par un procédé assez grossier, mais qui leur suffit généralement. Ils coulent dans un petit moule spécial un certain nombre de *médailles* à des titres connus, ils en coupent le jet et les pèsent, ils obtiennent ainsi une série de nombres très voisins, chacun de ces nombres correspondant à un titre. Dès lors, ayant

*Potier d'étain.*

un lingot d'étain à un titre inconnu, le potier en prélève un échantillon qu'il fond et coule dans le moule en question ; il pèse la médaille obtenue et cherche dans sa série le nombre qui se rapproche le plus de ce poids ; il en déduit, avec une approximation suffisante, le titre de son lingot.

Le potier d'étain qui connaît bien son art se trompe rarement, à la coulée, sur la valeur d'un étain. Il n'utilise pas, en général, les procédés plus précis et plus sûrs que nous enseignent la physique et la chimie. Au bureau central des poids et mesures (7, rue des Lions-Saint-Paul, à Paris), on vérifie le titre au moyen de la balance hydrostatique, c'est-à-dire par la considération des densités par rapport à l'eau. Le principe est celui d'Archimède, qui s'énonce ainsi en langage simple : lorsqu'un corps solide est plongé dans un liquide, il reçoit de la part de ce liquide une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale en grandeur au poids du liquide déplacé par le corps solide.

Si l'on pèse d'abord un corps dans l'air en le *suspendant au-dessous* d'un des plateaux d'une balance, puis que, l'équilibre étant établi, on place sous ce plateau un récipient plein d'eau dans laquelle on fait plonger le corps, l'équilibre se trouve rompu et il faut pour le rétablir mettre sur le plateau (du côté du corps) des poids qui représentent le poids de l'eau déplacée, c'est-à-dire le poids d'un volume d'eau égal au volume du corps. Le rapport entre le poids du corps et celui de l'eau déplacée est précisément *la densité*. On obtient donc la densité d'un corps solide en effectuant ces deux pesées

successives et en divisant le premier poids obtenu par le second.

La densité de l'étain est 7,305; celle du plomb 11,299. Une masse d'étain renfermant du plomb aura donc une densité intermédiaire, d'autant plus voisine de 7,305 qu'elle renfermera plus d'étain et d'autant plus voisine de 11,299 qu'elle renfermera plus de plomb. On a construit sur ce principe une table à double entrée, qui donne la composition d'un alliage plomb-étain connaissant sa densité, ou la densité d'un tel alliage connaissant sa composition.

III. TABLE DES DENSITÉS D'ALLIAGES PLOMB-ÉTAIN

Densité	Parties	
	d'étain	de plomb
7.305	100	0
7.328	99	1
7.352	98	2
7.375	97	3
7.399	96	4
7.422	95	5
7.447	94	6
7.472	93	7
7.496	92	8
7.521	91	9
7.546	90	10
7.573	89	11
7.597	88	12
7.620	87	13
7.649	86	14
7.678	85	15
7.708	84	16

Densité	Parties	
	d'étain	de plomb
7.734	83	17
7.765	82	18
7.790	81	19
7.817	80	20
7.848	79	21
7.879	78	22
7.910	77	23
7.941	76	24
7.972	75	25
8.003	74	26
8.034	73	27
8.064	72	28
8.095	71	29
8.126	70	30
8.159	69	31
8.192	68	32
8.226	67	33
8.259	66	34
8.292	65	35
8.326	64	36
8.359	63	37
8.393	62	38
8.426	61	39
8.460	60	40
8.494	59	41
8.528	58	42
8.562	57	43
8.596	56	44
8.630	55	45
8.668	54	46
8.706	53	47
8.743	52	48
8.781	51	49
8.819	50	50
8.854	49	51
8.889	48	52
8.925	47	53
8.960	46	54

Densité	Parties	
	d'étain	de plomb
8.995	45	55
9.033	44	56
9.072	43	57
9.110	42	58
9.149	41	59
9.187	40	60
9.227	39	61
9.267	38	62
9.307	37	63
9.347	36	64
9.387	35	65
9.428	34	66
9.469	33	67
9.510	32	68
9.551	31	69
9.592	30	70
9.632	29	71
9.672	28	72
9.713	27	73
9.753	26	74
9.793	25	75
9.838	24	76
9.883	23	77
9.928	22	78
9.973	21	79
10.018	20	80
10.066	19	81
10.113	18	82
10.161	17	83
10.208	16	84
10.256	15	85
10.315	14	86
10.373	13	87
10.432	12	88
10.490	11	89
10.549	10	90
10.607	9	91
10.685	8	92

Densité	Parties	
	d'étain	de plomb
10.754	7	93
10.822	6	94
10.890	5	95
10.972	4	96
11.054	3	97
11.135	2	98
11.217	1	99
11.299	0	100

### Applications

Il est très facile, au moyen de cette table, de trouver le nombre de parties d'étain et de plomb qui se trouvent dans un lingot quelconque; nous allons donner quelques exemples types pour montrer à se servir d'une semblable table.

Supposons que le poids d'un lingot dans l'air soit de 0 kgr. 873; suspendons-le au moyen d'un fil très fin, de soie par exemple, sous le plateau de la balance, faisons-le plonger dans un vase plein d'eau, il faut ajouter du côté du corps pour rétablir l'équilibre, un poids de 100 grammes et un poids de 10 grammes; 0 kgr. 110 représente le poids d'un volume d'eau égal au volume du corps solide, et le quotient  $\frac{0,873}{0,110} = 7,936$  est la densité.

Ce nombre ne se trouve pas dans la table, le nombre qui en approche le plus est 7,941, qui correspond à un lingot contenant 76 d'étain pour 24 de plomb, on dira que le lingot essayé contient 24 0/0



de plomb ; ce n'est évidemment qu'approximatif, et l'on pourrait pousser plus loin par une règle de proportionnalité : la différence entre les deux nombres de la table 7,941 et 7,910 qui comprennent le quotient trouvé 7,936 est de 0,031 ; elle correspond à une différence de titre de 1 0/0 ; la différence entre 7,941 et 7,936 est de 0,005, elle correspondra à  $\frac{5}{31}$  0/0, soit 0,161 0/0 ; le lingot essayé ne contient donc que  $24 - 0,161 = 23,839$  parties de plomb pour cent et 76,161 d'étain.

Il suffira pour être certain de la teneur en étain de prendre dans la table le nombre le plus voisin du quotient calculé et *supérieur* à ce quotient.

#### Procédé chimique

On peut encore déterminer le titre de l'étain par procédé chimique, au moyen de l'acide azotique (eau-forte) :

On pèse très exactement une petite quantité de l'étain à étudier, après l'avoir réduite en petits morceaux ; on la met dans un verre contenant de l'acide azotique concentré ; une vive effervescence se produit, on remue avec un agitateur de verre pour faciliter l'attaque, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucune effervescence. Il reste dans le verre une poudre blanche d'oxyde d'étain, le plomb s'est dissous dans l'acide pour former de l'azotate de plomb. On filtre la liqueur et on recueille toute la poudre blanche, on la lave sur le filtre et on la porte à l'étuve sèche, puis on la pèse exactement. Il ne reste plus qu'à en déduire le poids de l'étain qu'elle

contient, ce qui peut se faire immédiatement d'après la formule chimique de l'oxyde d'étain ; mais il est aussi facile d'attaquer un morceau d'étain pur, de poids connu, par l'acide azotique concentré, et de déterminer le poids de l'oxyde obtenu, on obtiendra ainsi le rapport pondéral qui existe entre l'étain et l'oxyde formé ; on pourra donc déterminer le poids d'étain contenu dans un poids donné d'oxyde par une simple règle de trois.

Il faut maintenant pouvoir se servir de lingots de différents titres pour composer le titre légal ou tout autre titre voulu, c'est ce que nous allons traiter dans les paragraphes suivants.

#### IV. CALCUL DU TITRE

§ 1<sup>er</sup>. — *Premier cas.* — Ayant un lingot d'un poids déterminé et d'un titre trop fort, trouver la quantité de plomb à y ajouter pour obtenir un lingot d'un titre voulu.

*Exemple.* — Soit 130 kilogr. d'alliage à 91 pour 100 d'étain et 9 pour 100 de plomb, combien devra-t-on y ajouter de plomb pour obtenir un alliage à 80 pour 100 d'étain ?

Cherchons : 1<sup>o</sup> la quantité d'étain pur contenu dans le lingot, c'est :

$$\frac{130 \times 91}{100}$$

2<sup>o</sup> Quel poids d'alliage à 80 pour 100 on peut fabriquer avec un tel poids d'étain pur, c'est :

$$\frac{130 \times 91}{100} \times \frac{100}{80}$$

ou en simplifiant :

$$\frac{130 \times 91}{80}$$

La différence entre ce poids et 130 kilogr. donne la quantité de plomb cherchée, soit :

$$130 \times \left( \frac{91}{80} - 1 \right) = \frac{130 \times 11}{80} = 17 \text{ k. } 750$$

D'où la règle *pratique* : on multiplie le poids du lingot par la différence entre les deux titres et on divise par le titre à obtenir, ici le titre le plus faible.

*Deuxième cas.* — Ayant un lingot d'un titre trop faible, trouver la quantité d'étain à y ajouter pour obtenir un lingot d'un titre voulu.

*Exemple.* — Soit 68 kilogr. d'alliage à 82 pour 100 d'étain, quel poids d'étain faut-il y incorporer pour obtenir un alliage à 91 pour 100 ?

Cherchons encore la quantité d'étain pur contenu dans le lingot, c'est :

$$\frac{68 \times 82}{100}$$

Avec un tel poids on peut fabriquer :

$$\frac{68 \times 82}{100} \times \frac{100}{91}$$

d'alliage à 91 pour 100 d'étain.

La différence entre 68 kilogr. et ce poids est la quantité d'étain que l'on doit ajouter au lingot donné.

Cette différence est ;

$$68 \times \left(1 - \frac{82}{91}\right) = 68 \times \frac{91 - 82}{91} = 6 \text{ k. } 725$$

D'où la règle *pratique* : on multiplie le poids du lingot par la différence entre les deux titres et on divise par le titre à obtenir, ici le titre le plus fort.

Cette règle est donc générale lorsqu'on a un lingot d'un titre quelconque et qu'on veut en faire varier le titre en y ajoutant soit de l'étain pur, soit du plomb pur.

§ II. — Ayant différents lingots à des titres quelconques, déterminer le titre obtenu en les mélangeant.

*Premier cas.* — Les lingots ont des poids égaux.

Le titre final sera la moyenne arithmétique des titres primitifs, c'est-à-dire la moitié de leurs sommes, s'il y en a deux, le tiers s'il y en a trois, etc.

*Exemple.* — On a un premier lingot renfermant 90 pour 100 de plomb et un second à 68 pour 100. L'alliage résultant sera au titre :

$$\frac{90 + 68}{2} = 79 \text{ pour } 100.$$

S'il y a  $n$  lingots à des titres  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , le titre final sera :

$$T = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

*Deuxième cas.* — Les poids des divers lingots sont entre eux dans des rapports quelconques.

*Exemple.* — Soit deux lingots, l'un au titre de 90 pour 100 pesant 128 kilogr., l'autre à 60 pour 100 pesant 96 kilogr.

Le premier renferme :

$$\frac{128 \times 90}{100} \text{ d'étain pur.}$$

Le second renferme :

$$\frac{96 \times 60}{100} \text{ d'étain pur.}$$

On en conclut que l'alliage sera au titre :

$$\frac{\left[ \frac{128 \times 90}{100} + \frac{96 \times 60}{100} \right] \times 100}{128 + 96} =$$

$$\frac{128 \times 90 + 96 \times 60}{128 + 96} = 77,4.$$

Nous aurions obtenu le même résultat en partageant la différence entre les deux titres, soit 30, en parties proportionnelles à 128 et à 96.

*Exemple général.* — Soit  $n$  lingots, de poids  $p_1, p_2, \dots, p_n$  et de titres  $t_1, t_2, \dots, t_n$ .

Le titre du lingot résultant sera :

$$T = \frac{p_1 t_1 + p_2 t_2 + \dots + p_n t_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}$$

§ III. — On a un certain nombre de lingots de titres différents, déterminer les proportions à employer pour obtenir un titre voulu.

*Exemple.* — Supposons que l'on ait des lingots à 61 pour 100, du poids total de 220 kilogr., et que l'on veuille porter ce titre à 75 pour 100 au moyen d'alliage à 90 pour 100 de fin, quel poids faudra-t-il ajouter de ce dernier ?

Soit  $x$  ce poids, l'alliage final pèsera donc  $220 + x$ . Si nous égalons les poids d'étain pur ren-

fermés d'une part dans cet alliage à 75 pour 100, d'autre part dans ses composants à 61 pour 100 et 90 pour 100, nous aurons :

$$(220 + x) \times \frac{75}{100} = 220 \times \frac{61}{100} + x \times \frac{90}{100}$$

D'où nous tirerons, en simplifiant :

$$(90 - 75) x = 220 \times (75 - 61)$$

et :

$$x = 220 \times \frac{14}{15}$$

Le poids cherché s'obtient en multipliant le poids du premier lingot par une fraction dont le numérateur est la différence entre le titre voulu et le premier titre, le dénominateur étant la différence entre le titre voulu et le second titre.

*Remarque.* — Il est bien entendu que le titre à obtenir ne saurait être qu'intermédiaire aux titres des lingots à mélanger. De même pour un nombre quelconque de lingots, le problème ne sera possible qu'autant qu'il y aura au moins un lingot de titre supérieur au titre voulu, et au moins un de titre inférieur.

*Cas général.* — On a  $n$  lingots de poids quelconques et de titres connus  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , et l'on veut les mélanger dans des proportions telles que l'on obtienne un lingot de titre  $T$ , quel poids de chacun devra-t-on faire entrer dans le mélange ?

Soit  $p_1, p_2, \dots, p_n$  ces poids inconnus et  $P$  leur somme :  $P = p_1 + p_2 + \dots + p_n$ .

Les  $p$  ne sont déterminés que par l'égalité

$$(1) \quad P T = p_1 t_1 + p_2 t_2 + \dots + p_n t_n$$

ce qui montre que l'on peut choisir  $n - 1$  poids parmi les  $p$ , d'une façon arbitraire et en déduire le dernier.

Choisissons donc par exemple  $p_2, p_3, \dots, p_n$  arbitrairement et calculons  $p_1$  en remplaçant  $P$  par sa valeur :

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$$

On tire de (1) :

$$p_1 (T - t_1) = p_2 (t_2 - T) + p_3 (t_3 - T) + \dots + p_n (t_n - T)$$

D'où :

$$p_1 = \frac{p_2 (t_2 - T) + p_3 (t_3 - T) + \dots + p_n (t_n - T)}{T - t_1} \quad (2)$$

pour que cette solution soit acceptable, il faut et il suffit que les deux termes de cette fraction soient de même signe, ce qui s'exprime par l'inégalité :

$$[p_2 (t_2 - T) + p_3 (t_3 - T) + \dots + p_n (t_n - T)] (T - t_1) > 0$$

ou plus simplement :

$$(T - t_1) \times \Sigma p_i (t_i - T) > 0 \quad (3)$$

$\Sigma$  étant formée en donnant à  $i$  les valeurs 2, 3, ...  $n$ .

Le problème sera donc résolu en donnant à  $n - 1$  des quantités  $p$  des valeurs arbitraires assujetties seulement à la condition (3), la  $n$ ième quantité  $p$  se calculera au moyen de (2). L'inégalité (3) exige pour être satisfaite que  $T$  soit dans l'intervalle que comprennent entre eux le plus petit et le plus grand des titres  $t$ , conformément à la remarque faite précédemment, car s'il en était autrement  $T - t_1$  et  $\Sigma p_i (t_i - T)$  seraient de signes contraires.

On comprendra, par un exemple approprié, l'utilité de cette discussion.

Prenons trois lingots de titres 60, 75 et 82, pour fondre un alliage à 72 pour 100.

Il convient d'abord de remarquer que 72 étant compris entre 60 et 75, on pourra ne pas employer le lingot à 82 pour 100, c'est-à-dire prendre  $p_3 = 0$ . Choisissons maintenant  $p_2$ , par exemple, pour satisfaire à l'inégalité (3) :

$$(72 - 60) p_2 (75 - 72) > 0$$

ou :

$$36 p_2 > 0$$

cette inégalité est toujours satisfaite pour des valeurs quelconques positives de  $p_2$ . Donnons à  $p_2$  la valeur la plus simple, l'unité, on aura alors :

$$p_1 = \frac{1 \times (75 - 72)}{72 - 60} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

comme les valeurs de  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ , ne sont déterminées qu'à un facteur constant près, nous pouvons prendre au lieu de  $\frac{1}{4}$ , 1 et 0, les valeurs 1, 4 et 0 pour avoir des nombres entiers; il suffira donc de prendre 4 fois plus du second lingot que du premier.

On aurait pu tout aussi bien choisir  $p_2 = 0$ , puis  $p_3 = 1$ , valeur qui satisfait à l'inégalité (3).

$p_1$  prendrait alors la valeur  $\frac{10}{12}$  ou  $\frac{5}{6}$ .

Supposons pour plus de généralité que ni  $p_2$  ni  $p_3$  ne soient nuls. Faisons  $p_2 = 1$ , l'inégalité (3) sera



satisfaite pour une valeur quelconque positive de  $p_3$ , soit  $p_3 = 1$ , il en résultera :

$$p_1 = \frac{3 + 10}{12} = \frac{13}{12}$$

Nous pouvons multiplier les valeurs ainsi trouvées par 12 et prendre :

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = 13 \\ p_2 = 12 \\ p_3 = 12 \end{array} \right.$$

ce qui fait pour le poids de l'alliage final :

$$P = 37$$

On vérifie facilement la solution trouvée, au moyen de l'équation (1) :

$$37 \times 72 = 13 \times 60 + 12 \times 75 + 12 \times 82$$

§ IV. — *Du titre légal.* — Le potier d'étain peut, avec les exemples précités, résoudre tous les problèmes de mélanges qui se présenteront à lui; nous avons vu aussi de quelle utilité peut lui être la balance hydrostatique. Il devra avant de faire une série de mesures, en fondre quelques-unes et en vérifier le titre au moyen de ladite balance, ou bien les porter au bureau central des poids et mesures.

Les calculs auxquels donne lieu cette vérification sont évités par la table suivante, qui indique la perte de poids ou la poussée que subit dans l'eau l'étain au titre 90 pour 100 de fin, depuis 1 gramme jusqu'à 1,000 kilogrammes :

Poids dans l'air	Perte dans l'eau	Poids dans l'air	Perte dans l'eau
1	0.132	2 000	265.041
2	0.265	3 000	397.561
3	0.398	4 000	530.082
4	0.530	5 000	662.603
5	0.663	6 000	795.123
6	0.795	7 000	927.644
7	0.928	8 000	1060.164
8	1.060	9 000	1192.685
9	1.193	10 000	1325.20
10	1.325	20 000	2650.41
20	2.650	30 000	3975.61
30	3.976	40 000	5300.82
40	5.301	50 000	6626.03
50	6.626	60 000	7951.23
60	7.951	70 000	9276.44
70	9.276	80 000	10601.64
80	10.602	90 000	11926.85
90	11.927	100 000	13252.00
100	13.252	200 000	26504.1
200	26.504	300 000	39756.1
300	39.756	400 000	53008.2
400	53.008	500 000	66260.3
500	66.260	600 000	79512.3
600	79.512	700 000	92764.4
700	92.764	800 000	106016.4
800	106.016	900 000	119268.5
900	119.268	1 000 000	132520.0
1 000	132.520		

La première colonne à gauche exprime des poids quelconques. On trouve dans la seconde, la quantité que la mesure à éprouver doit perdre dans l'eau pour chacun de ces poids; pour former ainsi cette table, on a fait une suite d'expériences avec beaucoup de précision et de soin, sur de l'étain composé de 90 parties d'étain et de 10 de plomb,

et toutes ces expériences ont démontré qu'une masse d'étain à 90 parties de fin, perdait, étant plongée dans l'eau, 132 millièmes de son poids; donc, le poids d'un gramme de ce mélange pesé dans l'air perdra dans l'eau 132 milligrammes, 2 grammes perdront 265 milligrammes, 3 grammes 398 milligrammes, etc.; 10 grammes perdront 1,325, 100 grammes 13,252, 1 kilogramme ou 1000 grammes 132,520, etc.; comme on voit d'ailleurs sur la table en suivant tous les nombres depuis 1 jusqu'à 1,000,000.

Voici le moyen fort simple de faire usage de cette table.

*Premier exemple.* — Supposons que l'on pèse une mesure dans l'air, et que l'on trouve son poids égal à 585 grammes 50 centigrammes, on prendra dans la table :

Pour 500 grammes. . .	66,260
Pour 80 — . . .	10,602
Pour 5 — . . .	0,663
et pour 0,50 ou 1/2 — . . .	<u>0,066</u>
L'addition faite, on a pour total.	77,591

Ce nombre représente la fraction de son poids que la mesure devra perdre dans l'eau; si elle perd davantage, l'étain contiendra plus de 90 centièmes de fin; si elle perd moins, la mesure ne pourra être admise dans les bureaux de vérification. Il faudra alors augmenter le titre de son alliage, en y mettant de l'étain pur et ne pas la porter au poinçonnage où on la briserait, cette méthode de vérification étant celle employée par les vérificateurs eux-mêmes.

La mesure une fois pesée dans l'air, on l'introduit dans l'eau; ensuite, pour rétablir l'équilibre de la balance, on ajoute le total fourni par l'addition, soit dans l'exemple précité : 77 grammes 591 milligrammes, pratiquement, on force un peu et on met 78 grammes. Si donc les 78 grammes rétablissent l'équilibre, le titre est bon, de même s'il fallait un poids supérieur à 78 grammes; mais s'il ne fallait que 77 grammes ou un poids inférieur, le titre ne vaudrait rien.

*Deuxième exemple.* — Soit encore une autre mesure dont le poids dans l'air est de 986 grammes, on prendra dans la table :

Pour 900 grammes. . . . .	119,268
Pour 80 — . . . . .	10,602
Pour 6 — . . . . .	0,795
Total. . . . .	<u>130,665</u>

Ce nombre exprime en grammes la perte de poids que doit éprouver la mesure lorsqu'on la plonge dans l'eau, si son titre est de 90 centièmes de fin. Si le poids ajouté dans le plateau de la balance pour rétablir l'équilibre dépasse ce nombre 130,665, le titre est acceptable; mais s'il est plus faible, la mesure est à rejeter.

---

## CHAPITRE IV

## Fabrication de la poterie d'étain

SOMMAIRE. — I. Etude fondamentale. — II. Généralités. — III. Des fourneaux. — IV. Des moules. — V. Des outils. — VI. De la coulée. — VII. Epiller et revercher. — VIII. Appréter. — IX. Des tours. — X. Plats d'étain. — XI. Ebaucher. — XII. Souder. — XIII. Tourner. — XIV. Mettre des anses. — XV. Couvertes. — XVI. Mettre un bouton sur un couvercle. — XVII. Des principaux objets que fabrique le potier d'étain.

## I. ÉTUDE FONDAMENTALE

L'industrie de la poterie d'étain, exception faite des étains d'art, est une de celles qui, en ces cinquante dernières années, ont le moins varié. Elle a remplacé, comme à regret, ses vieux tours à main ou à pédale par le tour ordinaire actionné par un moteur à air comprimé, moteur à vapeur ou électrique; il lui faut peu de force, un moteur de deux ou trois chevaux suffit pour un atelier. Elle a lentement perfectionné ses précieux moules et renoncé aux vieux fers à souder toujours trop chauds ou trop froids.

A part cela, l'outillage en est resté sensiblement le même, chaque ouvrier a créé son outil sans que l'ensemble évolue vers un but précis; en un mot, on sent l'effort individuel. Nous sommes en effet en présence d'une petite industrie très fermée dont les représentants se font une concurrence farou-

che. Telle maison prétend avoir des tourneurs hors ligne, telle autre brille par le fini de ses moules qui abrègent la main-d'œuvre ultérieure. A ce propos il convient de remarquer ici le prix élevé des moules, lequel explique la difficulté de leur renou-

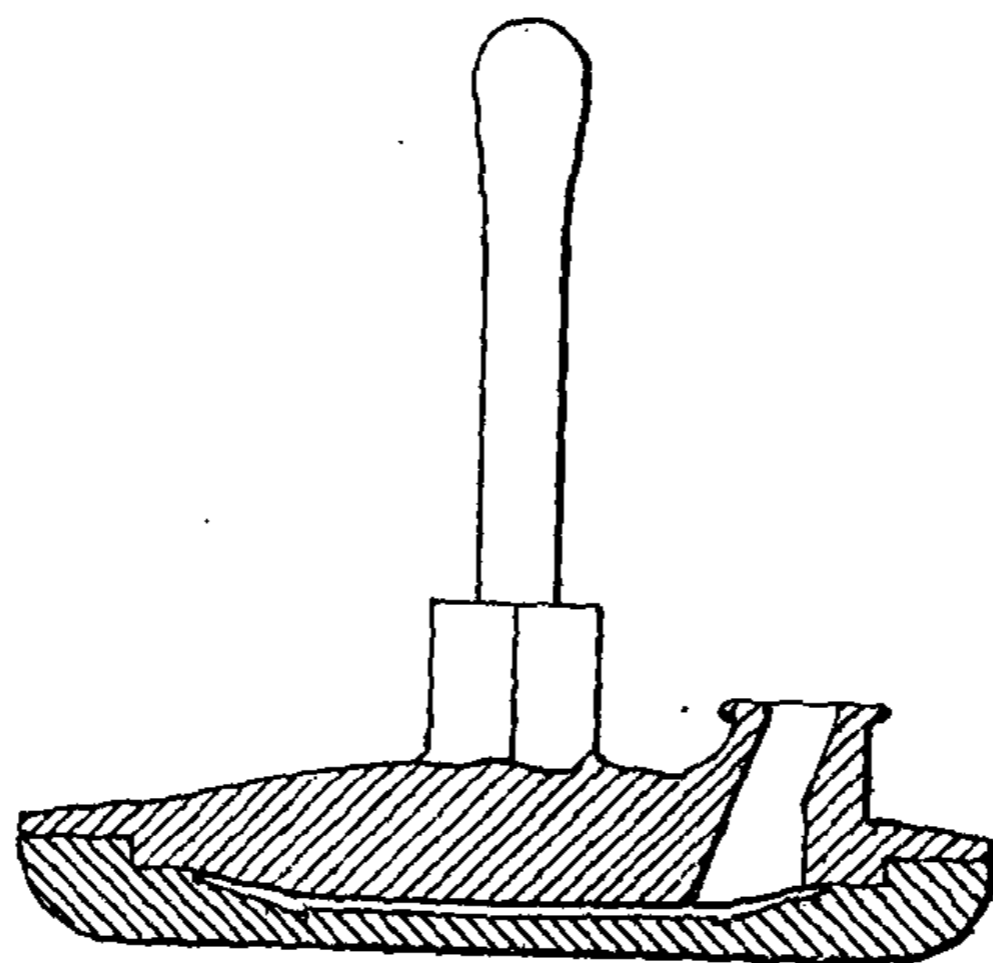


Fig. 9. Moule d'assiettes.

vement fréquent, par exemple un moule de robinet se paie couramment 300 francs, et le robinet est vendu 55 centimes.

Nous avons trouvé à la maison Anthoine, 39, rue Faidherbe, maison placée en toute première ligne de l'industrie de l'étain, des moules d'assiettes datant de 1696 et utilisés encore quelquefois (fig. 9).

## II. GÉNÉRALITÉS

L'étain et le plomb pris en proportions convenables sont fondus dans une chaudière hémisphérique en fonte, pouvant contenir 100 à 800 kilogr. de matière, selon l'importance de la maison qui fabrique. Dans les maisons importantes, pour évi-

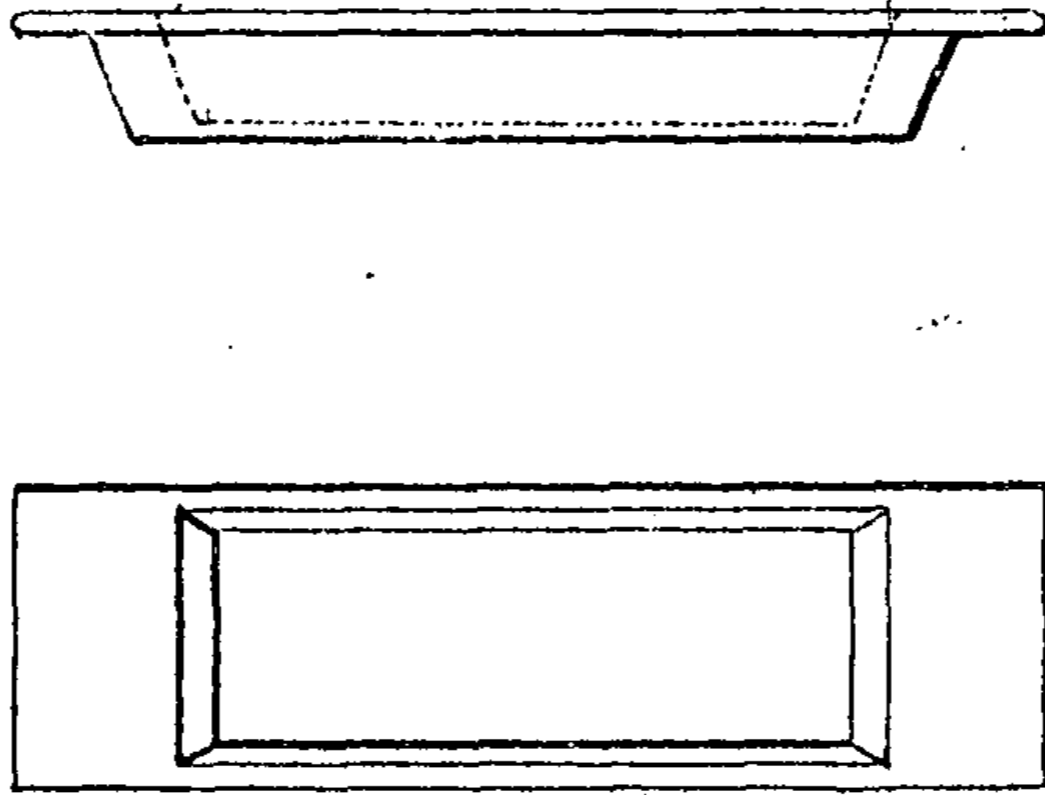


Fig. 10. Lingotière de fonte

ter une série de dosages successifs, le potier d'étain prépare avant de commencer la fabrication une grande quantité de matière au titre voulu, il en opère la fonte dans sa grande chaudière et coule ensuite dans des lingotières de fonte (fig. 10). L'ouvrier a soin de remuer l'alliage en fusion pour éviter que le plomb plus dense ne se rassemble au fond de la chaudière, il évite aussi de faire brûler le métal par une chauffe trop prolongée. Dès que le tout est fondu l'ouvrier saisit sa grande cuiller

et coule rapidement l'étain dans des lingotières en fonte, il marque ensuite à la surface du lingot avant que le métal ne soit complètement figé, le titre, par exemple 90. Les lingotières sont de forme prismatique et peuvent contenir de 12 à 50 kilogr. d'étain.

Cette opération étant terminée, l'ouvrier range ses lingots et les reprend au fur et à mesure de ses besoins.

Pour composer son titre, le potier d'étain doit d'abord s'assurer de la pureté des métaux qu'il emploie, il se servira pour cela de ce que nous avons dit précédemment. Il est à remarquer que les procédés en usage chez beaucoup de potiers d'étain manquent de certitude et conduisent parfois à des erreurs assez graves, en dépit de l'habileté professionnelle de l'ouvrier, qui prétend souvent reconnaître à l'œil le titre d'un étain fondu.

Au contraire les méthodes que nous préconisons s'appliquent très rigoureusement aux alliages de plomb et d'étain, en outre elles exigent peu de connaissances.

La soudure qu'emploie le potier d'étain se compose de parties égales de plomb et d'étain, cet alliage a la propriété de fondre à une température plus basse que l'étain; on l'obtient facilement en chauffant les deux métaux dans un creuset recouvert d'un couvercle et placé dans un fourneau ordinaire. Lorsque le potier d'étain soude entre elles les différentes parties d'un récipient ou d'un vase, il emploie toujours pour soudure de l'étain au même titre que le vase, car autrement la soudure



paraîtrait et ferait sur le vase un trait ou une tache plus sombre.

Pour souder les pièces légères demandant seulement un point de soudure çà et là, on emploie de minces baguettes ayant la composition suivante : 33 parties de bismuth pour 66 parties d'un étain à 60 de fin et 40 de plomb.

Par exemple lorsque l'ouvrier fait le bec d'un petit pot à tisane, il lui arrive de produire une fissure au bord du pot; dans ce cas il prend une petite baguette de soudure et la fait fondre au chalumeau au-dessus du point à réparer.

### III. DES FOURNEAUX

La chaudière en fonte dans laquelle on fond l'étain était autrefois généralement placée sur un massif de maçonnerie construit en briques réfractaires liées au moyen d'un pisé également réfractaire. Ces fourneaux existent encore. Voici comment on les construisait :

« On fait choix d'une bonne terre franche, qu'on  
« délaye bien après l'avoir passée au crible; on y  
« ajoute un peu de bouse et de fiente de cheval,  
« qu'on a soin de bien mêler pour lui donner de  
« la liaison. La terre étant ainsi préparée, on en  
« étend une couche à l'endroit de la cheminée où  
« l'on veut asseoir la fosse (chaudière), et on y  
« élève un massif formé de briques jusqu'à la  
« hauteur nécessaire, pour que l'ensemble terminé  
« ait environ 65 centimètres de hauteur. Sur ce  
« massif on étend un lit de terre plus épais pour y  
« asseoir la chaudière; on élève ensuite les murs

« latéraux autour, en observant de ne mettre de  
« terre que ce qu'il en faut pour lier les briques,  
« et de croiser les joints, je veux dire d'apposer  
« toujours le milieu d'une brique au joint des deux  
« autres; et pour donner plus de solidité au four-  
« neau, on le ceint d'une frette de fer, surtout s'il  
« est construit tout en briques. Quant à la chau-  
« dière, nous avons dit qu'elle était en fer fondu,  
« elle est soutenue sur le fourneau, au moyen d'un  
« cercle de fer passé sur la maçonnerie et quelque-  
« fois aussi par deux barres de fer posées en croix,  
« sur lesquelles on appuie le fond. On ne donne  
« ordinairement à ce brasier que 20 à 25 centimè-  
« tres de hauteur et une largeur égale à celle du  
« fond de la chaudière. Pour la circulation de l'air  
« et l'issue de la fumée, on laisse du côté de la  
« cheminée où se trouve adossé le fourneau, une  
« ouverture à laquelle on adapte quelquefois aussi  
« un tuyau en tôle, soit pour *tirer* davantage, soit  
« pour conduire la fumée jusque dans la chemi-  
« née, quand on n'y peut pas placer la chaudière.  
« On brûle ordinairement sous la chaudière du  
« charbon de terre ».

Souvent la surface supérieure du fourneau en maçonnerie est recouverte entièrement d'une forte plaque de fonte dans laquelle est encastrée la chaudière.

Une hotte recouvre le fourneau, de façon à bien entraîner les vapeurs, cela surtout parce que l'on fait refondre dans la chaudière les déchets de toute nature ramassés dans l'atelier et renfermant des impuretés donnant naissance pendant la fusion du métal à une fumée âcre (fig. 11),

Ce genre de fourneau que nous venons de décrire est remplacé maintenant par de simples four-

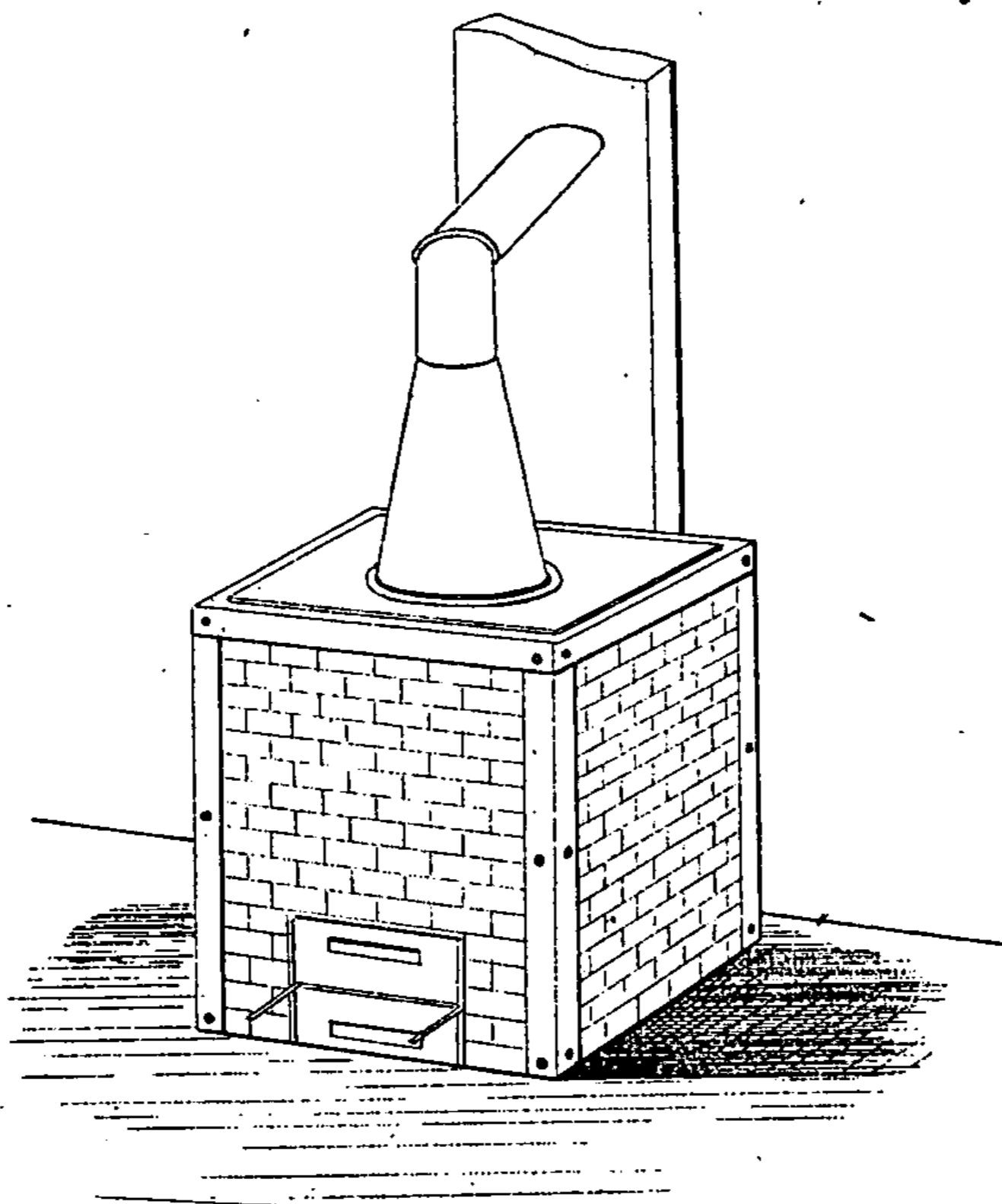


Fig. 11. Fourneau pour la fonte de l'étain.

neaux cylindriques en fonte, analogues à ceux qu'emploient les blanchisseurs, munis de trois pieds et portant la chaudière au-dessus de leur

foyer. Dans un atelier important il y a jusqu'à trois, quatre et cinq de ces fourneaux, avec des marmites de diverses tailles; chacun est muni d'un tuyau en tôle servant à l'échappement des produits de la combustion et aboutissant à une petite galerie horizontale construite en briques, régnant tout le long des fourneaux et aboutissant à la cheminée centrale en face du fourneau principal, muni d'une hotte. C'est dans ce dernier fourneau que l'on fera fondre les matières susceptibles de fournir des vapeurs toxiques. Les autres n'ont pas besoin de hotte, on y fait fondre les lingots que nous avons vu précédemment traiter dans la chaudière de tête.

Autrefois, les chaudières ne portaient pas d'anses; aujourd'hui certains potiers d'étain ont trouvé commode de faire mettre deux anses, pour enlever plus commodément la marmite quand besoin est, soit pour la changer quand elle est brûlée, soit pour réparer le fourneau. Il suffit alors d'amarrer la chaudière avec un palan suspendu à une poutre de l'atelier, un homme peut l'enlever facilement.

#### IV. DES MOULES

Quoique l'étain puisse se travailler aussi bien et mieux que la plupart des autres métaux, l'usage des moules s'impose au point de vue de la rapidité de l'exécution et de la similitude des formes, il supplée au sens artistique de l'ouvrier et permet de fabriquer en grande quantité une foule d'objets usuels vendus bon marché. Les moules se faisaient autrefois presque exclusivement en cuivre jaune, mais aujourd'hui on les fait plus économiquement en

fonte. Le potier d'étain doit attacher une grande importance à ses moules, en étudier longuement les formes et le jeu avant de les faire exécuter par un mécanicien. Il y a ici un double écueil à éviter : ne pas multiplier les moules pour exécuter un même objet, et aussi éviter de compliquer outre mesure un moule, sous prétexte de couler l'objet en une fois.

Dans le premier cas il y a perte d'argent et perte de temps, dans le second on risque d'obtenir des objets mal venus. Un bon moule ne doit pas présenter une partie déliée entre deux parties larges, car au moment du refroidissement du métal, les parties fortes se nourriront au détriment de la partie déliée, et le retrait pourra occasionner une rupture. Enfin il importe beaucoup de bien placer le jet, c'est-à-dire le point par lequel on coule l'étain, même d'en mettre plusieurs, de façon à nourrir suffisamment les parties qui demandent beaucoup de métal. Il faut aussi faciliter le départ de l'air au moyen de petites saignées faites dans le moule aux points les plus éloignés du jet ou les plus nourris d'étain, sinon l'air qui n'est pas évacué se forme en petites bulles qui occasionnent généralement un trou dans l'objet moulé.

Au moyen de moules à noyaux cylindriques ou coniques on obtient l'objet tout entier et d'une seule pièce ; il suffit, dans ce cas, de deux chapes, du noyau et du chapiteau : tels sont ceux des mesures légales, ainsi que ceux des seringues, etc. ; d'autres sont formés de deux chapés seulement, tels sont en général tous les objets d'une seule pièce et sans noyau ; pour les vases qui ont l'ouverture

plus étroite que le milieu du ventre, on les coule ordinairement dans deux moules qui donnent chacun une partie, l'un le bas et l'autre le haut, tels sont les brocs de marchands de vins, les pots à eau. En effet, on conçoit qu'avec deux chapes seulement pour ces sortes de vases, le noyau qui en aurait formé la capacité ne pourrait plus sortir; c'est ce qui oblige à les faire de plusieurs parties qu'on joint ensuite par la soudure. On a essayé d'en faire à deux coquilles, jointes ensemble par une soudure longitudinale des deux côtés opposés, mais on a bientôt abandonné cette méthode comme défectueuse. Les noyaux, avons-nous dit, forment l'intérieur de la pièce, et les chapes l'extérieur et portent les moulures. Dans les moules du haut, les noyaux se réunissent par leurs plans dans la partie la plus étranglée de la gorge; dans le bas, ils ne se touchent point, et il reste entre les deux un espace pareil à celui qui existe entre les chapes et les noyaux, ce qui forme le fond. Les noyaux portent ici les portées, tandis que dans d'autres, c'est la chape.

On a aussi des moules s'adaptant sur les bords de planches en étain et qui se soudent ensemble lorsqu'on les coule; ce qui arrive lorsqu'on fabrique des objets qui ont des faces arrondies et d'autres planes; enfin, on peut faire des moules dans tous les genres et pour toutes sortes d'objets en observant toutefois ce que nous avons dit plus haut. Avant de se servir des moules il faut les enduire intérieurement d'ocre rouge ou jaune bien délayée, ce qui s'appelle *potayer*. Sans cette précaution, le moule refuserait de recevoir l'étain, ou

celui-ci s'attacherait aux parois du moule. Cette ocre peut se délayer dans de l'eau pure, mais il est bon d'y ajouter du vinaigre.

## V. DES OUTILS

Avant de décrire les phases successives de la fabrication, il est intéressant de dire quelques mots de l'outillage.

Laissons en ce moment de côté le tour qui est la machine-outil par excellence du potier d'étain, nous le décrirons un peu plus tard, en même temps que nous indiquerons la manière de tourner.

### Fers à souder

Autrefois on se servait de gros fers en cuivre présentant une arête tranchante ou *carre* et un côté arrondi, ou bien de fers analogues à ceux des plombiers et des ferblantiers. On les chauffait au moyen de charbon de bois dans de petits fourneaux faisant partie du fourneau principal construit en briques.

Ces fers présentaient le grave inconvénient de ne pas demeurer à une température constante. On se sert actuellement de fers chauffés au gaz au moyen d'une sorte de brûleur spécial recevant de l'air soufflé (fig. 12). La flamme du gaz s'échappe du brûleur par un orifice dans lequel est monté le fer proprement dit, qui est tout simplement une petite pièce de cuivre légèrement taillée en biseau. Le gaz et l'air arrivent à l'extrémité du manche de l'outil par deux tuyaux en caoutchouc réunis au

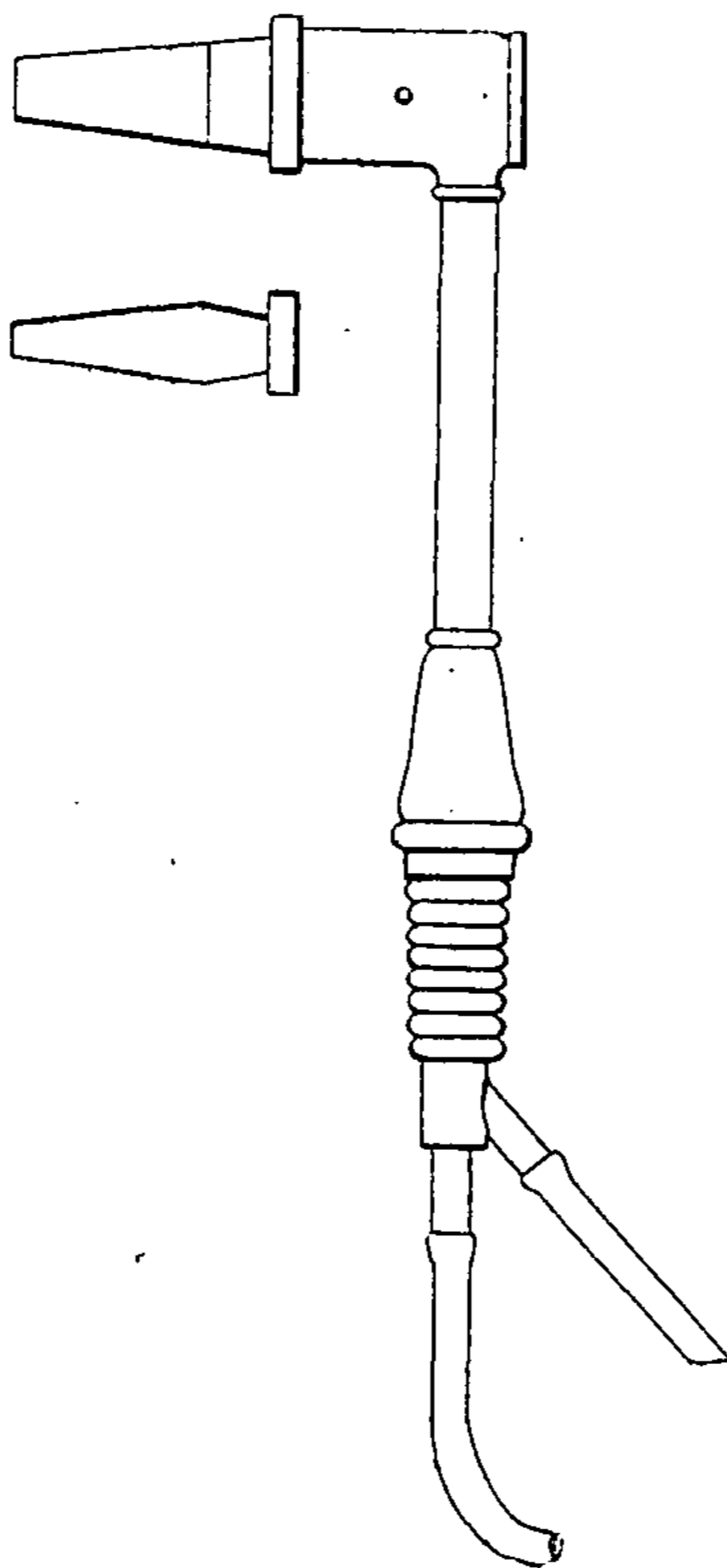


Fig. 12. Fer à souder.

manche par un ajutage en cuivre et munis de robinets. L'ouvrier ouvre d'abord le robinet à gaz,



allume son fer, puis donne l'air ; il règle alors ses deux robinets pour produire une flamme plus ou moins chaude.

Le potier d'étain emploie aussi, pour les pièces légères, le chalumeau à gaz, qu'il appelle la lampe.

### Écouennes et râpes

Les écouennes servent à gratter les saillies ou bavures provenant du moulage et de la soudure. Ce sont des outils plats, en acier trempé, taillés au tiers-point, de manière à présenter une série d'arêtes vives plus ou moins rapprochées. Les râpes rondes ou demi-rondes servent au même usage, mais pour des objets plus petits ou pour terminer le travail commencé à l'écouenne.

### Outils du tour

Les principaux outils du tourneur sont au nombre de quatre : la *gouge plate* (fig. 13 et 14) qui sert à ébaucher, la *plane* (fig. 15) qui sert à planer, le *frisoir* (fig. 16, 17 et 18) qui donne un commencement de poli, et le *brunissoir* (fig. 19 et 20) qui polit l'objet.

Les trois premiers sont en acier trempé, le frisoir est recuit. Le brunissoir est en silex, en agate ou en sanguine (fig. 19). Cette sanguine est une variété noire du minerai de fer, beaucoup plus dure que l'hématite rouge, elle sert aussi à brunir ou polir l'or. Les ouvriers la préfèrent au silex et à l'agate, mais elle a l'inconvénient de se casser facilement. On donne aux brunissoirs diverses formes afin de pouvoir suivre les sinuosités des objets.

On emploie aussi comme brunissoirs des planes épaisses, dont la partie travaillante, au lieu d'être taillée en biseau est, au contraire, parfaitement arrondie et polie (fig. 20).

Les *frisoirs* affectent les formes les plus diverses

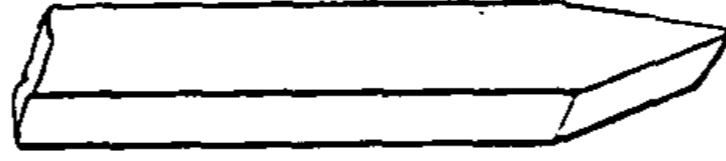


Fig. 13. Gouge plate.

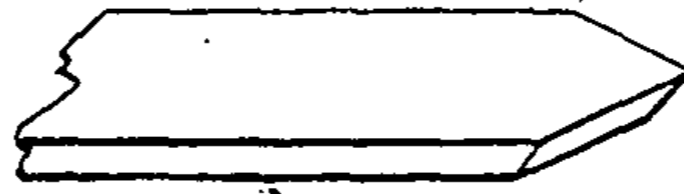


Fig. 14. Gouge plate.



Fig. 15. Plane.

(fig. 16, 17 et 18); ce sont des lames d'acier mince, généralement non emmanchées, et pouvant travailler aussi bien par une extrémité que par l'autre.

En dehors de ces outils principaux; le potier d'étain se sert de *gouges rondes* (fig. 21, 22 et 23) pour faire les gorges et les moulures; il emploie aussi des *outils à moulures* ayant la forme du profil de la moulure. Pour tourner *en l'air*, il se sert de l'*outil plat* (fig. 24). Il enlève les bavures des

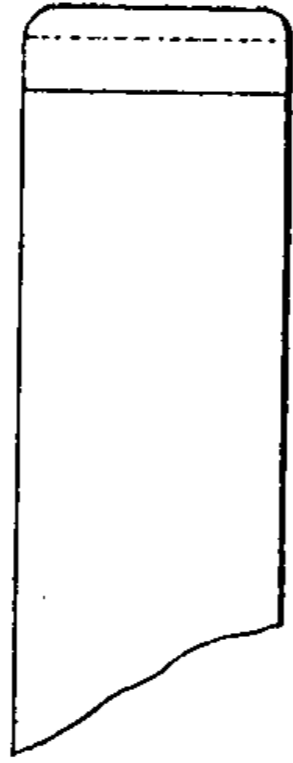


Fig. 16. Frisoir.

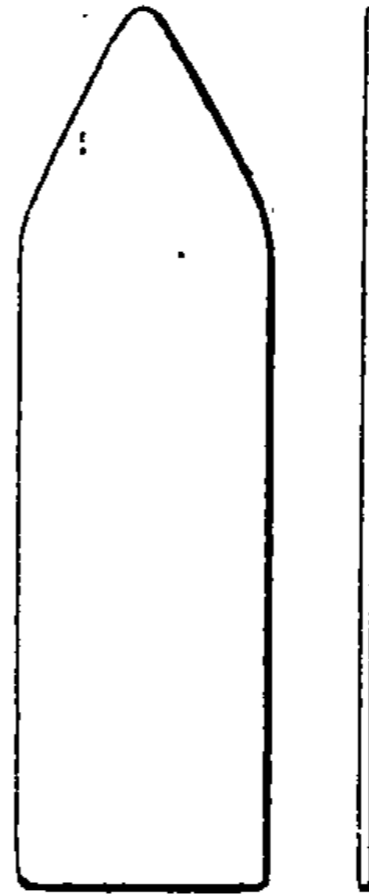


Fig. 17. Frisoir.

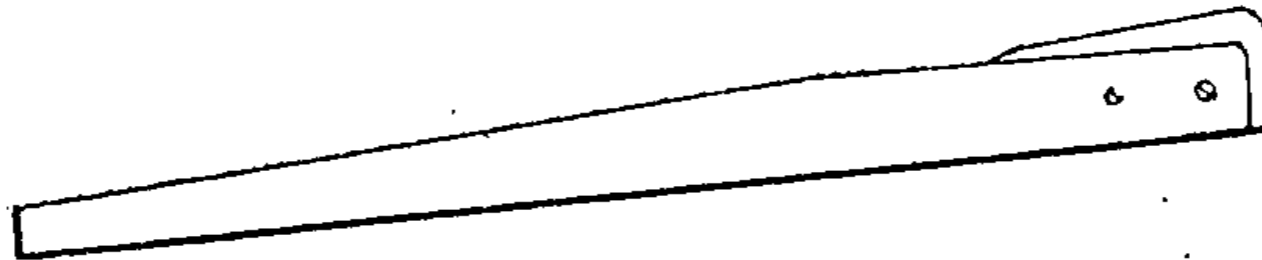


Fig. 18. Frisoir.

filets de vis au moyen du *peigne* pour les petits filets et du *grain d'orge* (fig. 25) pour les grands. Enfin il coupe avec un outil trempé très dur, représenté par la figure 26, et appelé *outil à couper*.

## VI. DE LA COULÉE

Avant de couler, l'ouvrier trempe son moule dans le bain d'ocre rouge, puis le chauffe en le posant

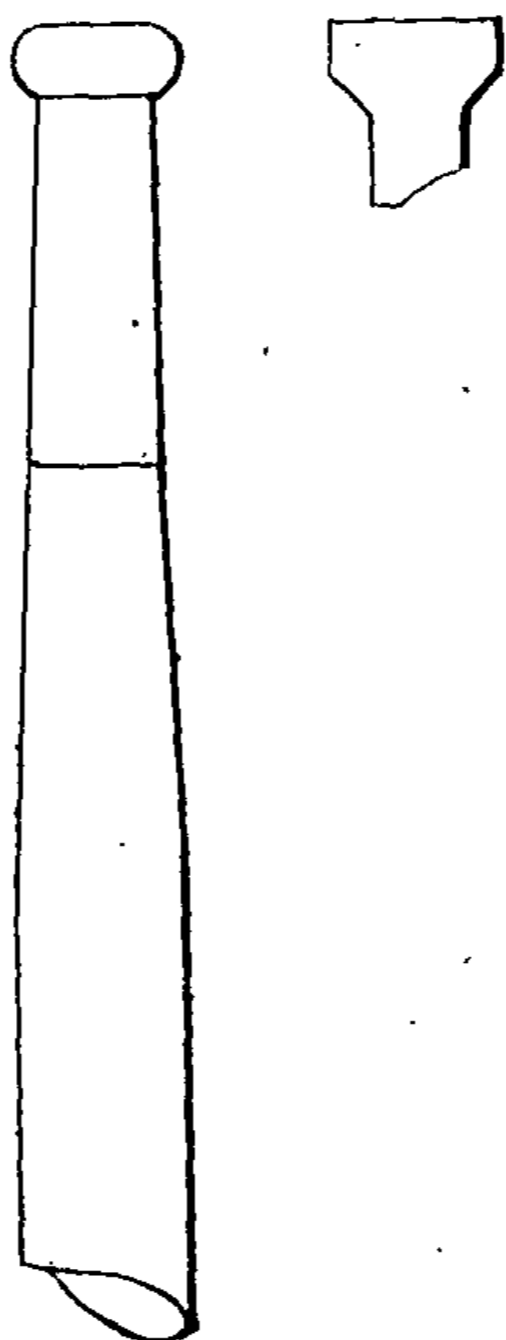


Fig. 19. Brunissoir.

un temps très court à la surface de l'alliage en fusion (chaque partie d'un moule est munie d'un manche en bois assez long pour que les mains de l'ouvrier n'aient pas à souffrir de la chaleur).

Le moule étant prêt, l'ouvrier le pose sur ses genoux garnis de vieux drap ou de feutre. Supposons qu'il s'agisse de couler une mesure ou un récipient analogue : l'ouvrier assis prend de la main gauche le noyau par son pied, et l'appuyant sur ses genoux, il le tient debout ; puis de la main

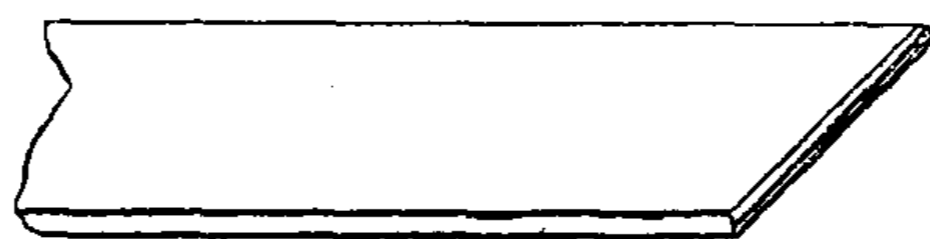


Fig. 20. Brunissoir

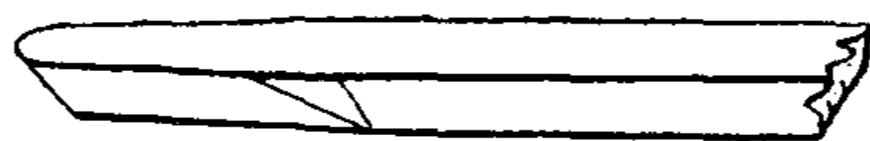


Fig. 21. Gouge ronde.



Fig. 22. Gouge ronde.

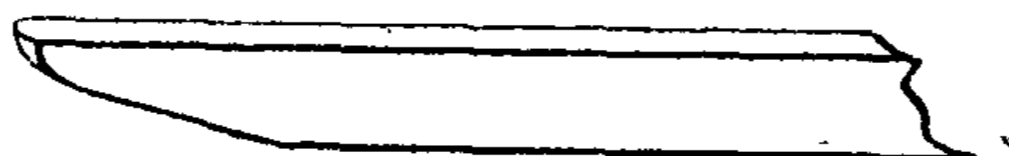


Fig. 23. Gouge ronde.

droite il prend les chapes l'une après l'autre, les met dans la portée du noyau, et enfin couronne le tout avec le chapiteau en faisant entrer également l'autre extrémité des chapes dans sa portée, ce dont il s'assure en le faisant tourner ; puis il met les serres. (Les serres sont des espèces de fourchettes en fer à deux branches ayant entre elles un écartement, juste égal à l'épaisseur du moule monté ; ainsi elles empêchent un démoulage accidentel et prématuré). Lorsque les moules sont neufs

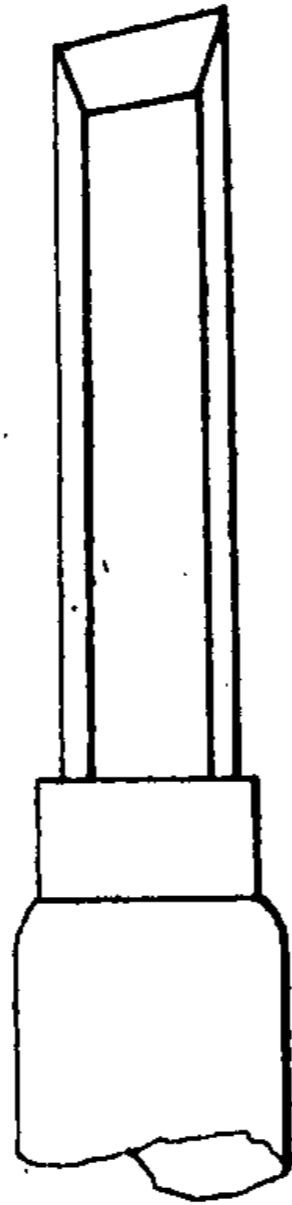


Fig. 24.  
Outil plat.



Fig. 25.  
Grain d'orge.

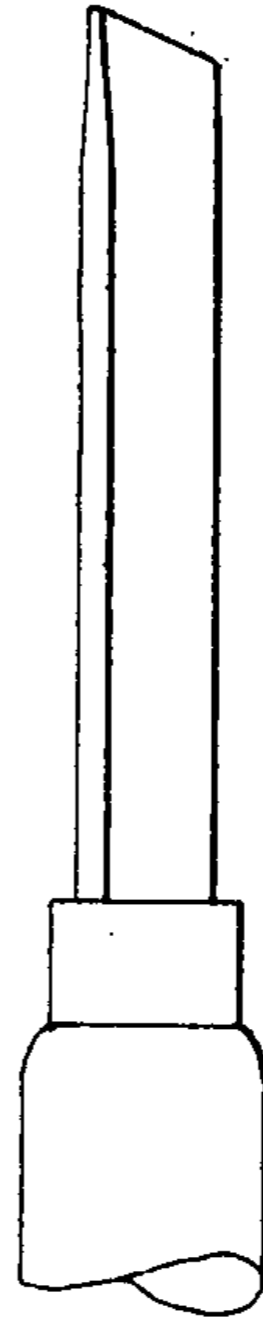


Fig. 26.  
Outil à couper.

on ne met pas de serres, excepté pour les grands moules, tels que brocs, etc.

Alors tenant toujours le moule par le pied du noyau et par la queue du chapiteau, l'ouvrier le renverse sur ses genoux, et le serre entre eux deux. Il puise avec sa cuiller de l'étain dans la chaudière, il en remplit le moule et remet le reste. Aussitôt que le jet se fige, l'ouvrier rabat le moule pour serrer les chapes entre ses genoux, et afin

qu'elles ne s'ouvrent point il appuie sur les serres ; quand l'étain est figé, ce qui arrive très rapidement, l'ouvrier ôte les serres, prend de la main gauche le manche du chapiteau, le tire à lui en donnant en même temps quelques coups de maillet de bois sur sa portée ; le chapiteau se dépouille sous ces chocs, l'ouvrier le place à côté de lui, il saisit le manche ou le pied du noyau, le dépouille de même et le pose à côté de l'autre. Il prend ensuite les deux manches des deux chapes, chacun dans une main, et appuyant le corps des chapes sur un genou, il fait effort sur les manches et fait ouvrir ces chapes. Il pose alors celle qui s'est détachée de la pièce, puis prenant de la main gauche le manche de l'autre chape, il frappe sur elle quelques petits coups de maillet qui font détacher la pièce ; il la reçoit sur ses genoux, la prend enfin avec un feutre pour la poser légèrement à terre. Il renchape promptement son moule et recommence la même opération.

Quelquefois l'étain se colle un peu au moule et s'en détache difficilement, quand la pièce affecte une forme de demi-sphère, par exemple, il faut alors l'enlever en chassant avec précaution entre le moule et l'objet un petit ciseau à froid.

Tout cela prend moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, quand l'ouvrier connaît bien son métier, car l'étain se fige assez rapidement et l'ouvrier doit démouler aussitôt, sans attendre le refroidissement complet de la pièce.

Nous remarquerons à ce propos que le procédé opératoire ne ressemble en rien à celui en usage dans les fonderies de fonte ou de cuivre, où les

fondeurs sont groupés en équipe et coulent rapidement le métal dans une quantité de moules rangés à l'avance. Le potier d'étain ne coule, au contraire, qu'un objet à la fois, il s'assied tout près de son fourneau et manœuvre rapidement son moule; rarement il opère avec deux ou trois moules rangés sur un établi. S'il en prenait davantage, le premier objet coulé serait froid quand l'ouvrier viendrait le déchaper, et le démoulage serait plus difficile; de plus, le moule n'étant plus chaud, les pièces n'y viendraient pas bien. Au contraire, l'ouvrier se servant d'un seul moule, ce moule acquiert une certaine température suffisante pour une bonne coulée.

Un ouvrier soucieux de la bonne utilisation de son étain ne doit pas en fondre un excès, c'est-à-dire laisser chaque jour dans la chaudière un résidu important de métal : un alliage fondu et refondu plusieurs fois perd de son titre, cela pourrait donc donner lieu à des mécomptes; on a beau agiter la masse en fusion, le plomb plus dense que l'étain s'accumule toujours un peu à la partie inférieure; la matière se durcit en outre et coule moins bien dans les moules. Enfin il se forme à la surface du bain liquide une couche d'oxyde d'autant plus considérable que la chauffe dure plus longtemps et que la température est plus élevée. Cette *crasse* ou cendre d'étain, comme on l'appelle, constitue une perte très appréciable. On l'écume et on la met de côté pour la vendre aux affineurs de métaux, qui la traitent dans des fours à réverbère; le potier d'étain en retire environ la moitié du prix de l'étain qu'elle renferme.



On évite, en partie, cette cause de perte en chauffant l'alliage à feu doux dans la chaudière et en plaçant verticalement le lingot prismatique; de cette façon il fond lentement et l'ouvrier n'attend pas la complète fusion du tout avant de couler, il cherche au contraire à n'avoir dans sa chaudière que le minimum d'étain fondu et à effectuer la fonte du lingot au fur et à mesure de ses besoins.

## VII. ÉPILLER ET REVERCHER

Autrefois le potier d'étain se souciait fort de faire à ses moules des jets larges, de façon à charger d'étain la pièce, et aussi à avoir dans ce jet la totalité de la crasse. Il en résultait une certaine difficulté pour détacher le jet, et l'on se servait pour cela du fer à souder, c'est ce qui s'appelle épiller. Aujourd'hui on donne au jet une forme toute différente : on le taille en biseau, de manière à lui donner peu de points de contact avec la pièce moulée. Ainsi le jet peut être détaché facilement à la main, et l'on épille très peu.

Le reverchage est une opération qui consiste à remplir avec de l'étain les trous qui peuvent se trouver dans les pièces. Pour revercher, l'ouvrier ayant devant lui, sur son établi, des déchets d'étain provenant des jets et un morceau de résine pour nettoyer son fer, passe à l'intérieur de la pièce, en face du trou à boucher, un morceau de drap fort ou un mandrin de bois garni d'étoffe, entrant à frottement dur dans la pièce; il maintient le tout de la main gauche, puis de la droite il prend avec son fer un peu d'étain et en fait tomber quelques

gouttes dans le trou pour le remplir; cet étain chaud fond les parties voisines et se soude à elles. Enfin lorsque l'étain commence à se figer, l'ouvrier ajoute une goutte d'étain pour empêcher la formation d'une cavité au centre de la *reverchure*. Le mot *revercher* est tombé en désuétude, on l'emploie encore dans certains ateliers, mais on dit aussi tout simplement souder.

#### VIII. APPRÊTER

Avant de tourner les pièces brutes de fonderie, l'ouvrier en enlève les bavures au moyen de l'écouenne et de la râpe. Pour cela il maintient la pièce entre son genou gauche et l'établi, puis il frotte vigoureusement avec l'écouenne d'arrière en avant sur toutes les aspérités qu'il remarque à la surface de la pièce. Il croise ses traits pour obtenir une surface sensiblement lisse, et se sert de la râpe ronde ou demi-ronde pour apprêter les parties concaves ou étranglées. Il passe très peu de temps à cette opération, qui a simplement pour but d'éviter des à-coups sur l'outil du tourneur.

#### IX. DES TOURS

L'atelier du potier d'étain doit comporter un certain nombre de tours, suivant l'importance et le genre de la fabrication. Autrefois on employait les tours à bras et à pédale; il va sans dire que les tours actuels sont commandés par un moteur mécanique quelconque : moteur à vapeur, à air comprimé, à explosion ou moteur électrique. Le potier d'étain peut emprunter l'énergie dont il a besoin à

une industrie voisine exigeant une force motrice considérable. Au moyen de cônes de changements de vitesse, on règle convenablement la vitesse circulaire de la pièce qui tourne, étant donné l'outil qui travaille. Le tour sert non seulement à donner leurs dimensions exactes aux objets moulés, mais aussi à faire les outils mêmes de l'ouvrier tourneur, ses modèles aussi, et parfois ses moules. Beaucoup de potiers confient cependant à des mécaniciens spécialistes l'exécution de leurs moules.

#### Description d'un tour (1)

Le tour est une machine-outil qui permet d'obtenir avec une exactitude quasi-mathématique les formes dites *de révolution*, c'est-à-dire celles engendrées par la révolution (ou la rotation) d'un profil ou génératrice quelconque autour d'un axe rectiligne. Il faut pour cela produire la rotation rapide de l'objet à travailler, autour d'un axe fixe qui sera *l'axe du tour*.

Le tour est une des premières machines employées dans l'industrie, pour travailler le bois et les métaux. Pendant la première moitié du siècle dernier, il fut très rudimentaire ; les vieux tours à bois et à ivoire permettaient cependant de faire des objets compliqués ; entre 1720 et 1760, le tour subit des perfectionnements sensibles, dus à ce que les seigneurs voulaient eux-mêmes apprendre un métier.

Le principe primitif consistait à placer la pièce entre deux pointes portées par un banc ; l'outil

---

(1) On peut consulter aussi à ce sujet le *Manuel complet du Tourneur* (Encyclopédie-Roret).

était porté par une barre. Le tour eut d'abord un mouvement intermittent, puis à l'aide d'une pédale, un mouvement continu : on transmettait le mouvement d'un volant actionné par la pédale au moyen d'un *bidet* composé de l'arbre, d'une poulie à gorge et du bâti correspondant. Sur l'une des pointes, dite *nez du tour*, on vissait un plateau percé d'un trou dans lequel passait une broche servant à relier la pièce au plateau par l'intermédiaire d'un *toc*. Les figures 27, 28, 29 représentent cette liaison. Suivant le diamètre de la pièce à tourner, la vitesse du tour doit varier pour que la vitesse relative entre la pièce et l'outil reste dans des limites acceptables ; on employait pour cela des poulies doubles ou triples : la transmission se faisait au moyen d'une cordelette en boyau que l'on tendait plus ou moins en déplaçant convenablement le volant : à cet effet, son axe était monté sur un levier articulé à une extrémité fixe et portant manette à l'autre extrémité ; l'axe du volant était monté vers le milieu de ce levier. En outre, il importait que l'ouvrier pût se déplacer sur toute la longueur du tour : au lieu d'une simple pédale (planchette) pour mettre le pied, on mit un grand cadre.

Pour loger les pointes du tour, on donne un coup de pointeau à chaque bout de la pièce, suivant son axe. L'une des pointes du tour est fixe ; l'autre est montée sur un bâti qui peut se déplacer tout entier sur le banc de tour. L'outil est maintenu sur une barre ou une pièce d'appui. La pointe fixe, dite *bidet* pour un tour simple, est appelée *poupée fixe* dans les autres ; la pointe mobile ou contrepointe se nomme *poupée mobile*.

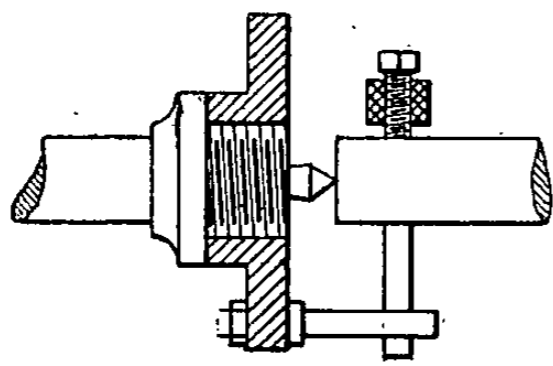


Fig. 27.

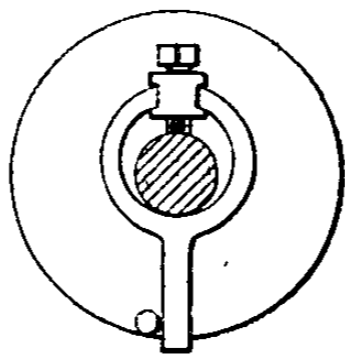


Fig. 28.

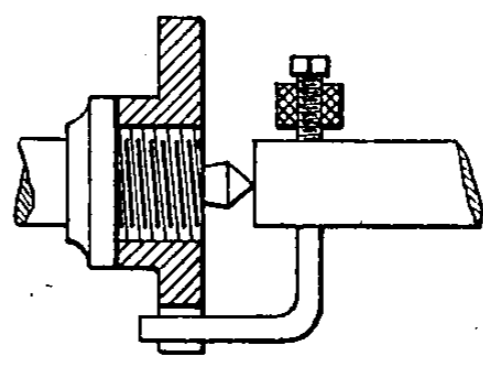


Fig. 29.

Fig. 27, 28 et 29. Tocs de tours.

Lorsque la vitesse doit être comprise entre des limites très étendues, le tour simple ne suffit plus, on emploie le tour à engrenages. La poupée fixe peut porter deux ou trois trains d'engrenages ou poulies de diamètres différents (fig. 30).

Pour la poterie d'étain, les pièces à tourner étant

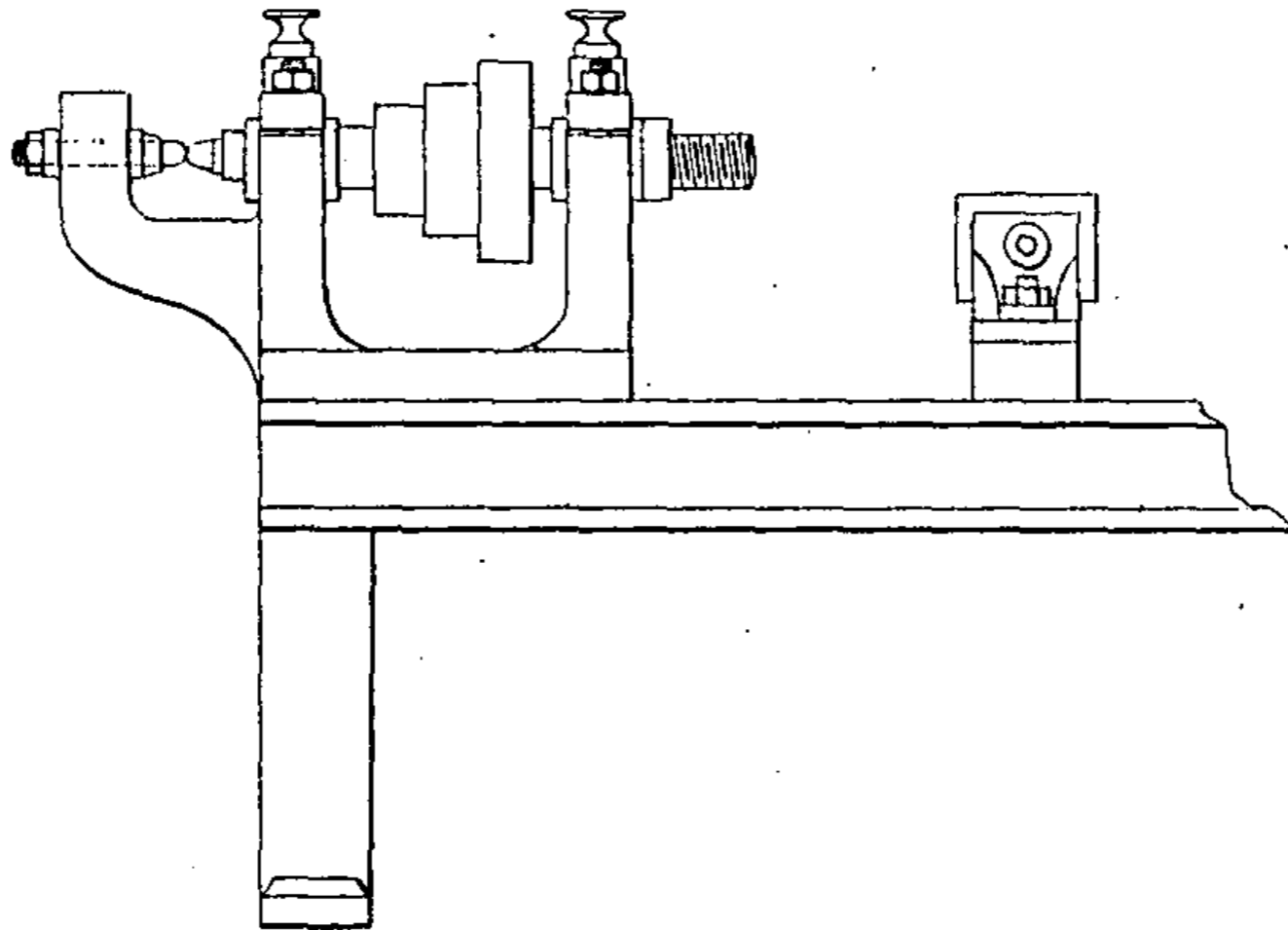


Fig. 30. Tour à poulies.

généralement de faible longueur, on n'utilise pas la poupée mobile; on fixe la pièce à un plateau monté sur le nez du tour, ou bien on la monte sur un mandrin vissé lui-même à l'extrémité de l'arbre; c'est ce qu'on appelle tourner en l'air (nous en verrons des exemples plus loin). On peut employer des boulons pour relier la pièce au plateau, ou un toc (fig. 27, 28, 29), ou encore des griffes faisant saillie sur le plateau et munies de surfaces

striées de manière à pouvoir bien serrer. Il va sans dire que dans ces derniers tours la pédale a été remplacée par un moteur mécanique quelconque et la transmission faite par courroie en général.

Les bancs des tours de précision sont en fonte, massifs ; ils sont portés sur des pieds en fonte solidement boulonnés ou appuyés sur une maçonnerie.

Pour le travail du potier d'étain, les outils sont tenus à la main ; leur support se compose d'une semelle pouvant être fixée au banc par un boulon et une plaque ; la semelle porte une équerre qui peut s'orienter autour d'un axe vertical constitué par un simple boulon. L'ouvrier peut orienter son outil sur cette semelle, il l'avance, le recule et le déplace longitudinalement à volonté.

### Manière de tourner

Supposons qu'il s'agisse de tourner une assiette ; l'ouvrier peut procéder de deux façons : ou bien il soude l'assiette extérieurement à un mandrin d'étain pour en tourner l'intérieur, ou bien il l'applique sur un calibre en bois présentant le profil de l'assiette ; ce calibre, un peu plus petit que l'assiette, est fendu suivant son axe, de manière à ce que l'on puisse, à l'aide d'une frette de fer, produire un serrage sur la pièce (fig. 31). L'ouvrier choisit une gouge à ébaucher appelée aussi *crochet*, ou *gouge*, ou *ébauchoir* (fig. 13) ; c'est un outil fortement trempé, affûté à la meule, dont un angle est arrondi, il est solidement encastré dans un long

manche. L'ouvrier, légèrement penché devant son tour, met ce manche sous son bras gauche et le maintient de la main du même bras qui repose sur la barre d'appui ; de la main droite, il guide l'outil en le serrant suffisamment pour obtenir une coupe

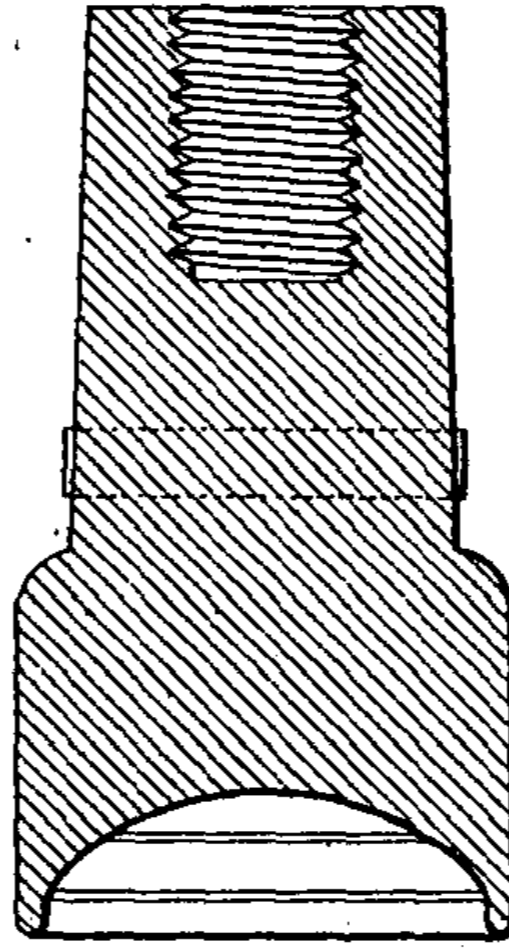


Fig. 31. Calibre en bois (coupe).

franche. Il présente alors à la pièce le biseau de la partie arrondie de sa gouge, en allant de la circonférence extérieure à celle du fond, puis de la circonférence du fond à la circonférence extérieure ; il travaille ensuite le fond en tirant deux autres traits de la circonférence du fond au centre et du centre à la circonférence du fond. Un bon ouvrier prend soin, en revenant sur une partie déjà travaillée, de manœuvrer son outil avec moins de



vitesse, de manière à effacer les cercles faits pendant la première partie du travail ; en particulier au centre de l'assiette, ces cercles se remarquent très bien lorsque l'ouvrier manque d'habileté, ils forment une ridure d'un vilain effet. On évite plus sûrement ce défaut en faisant revenir l'outil suivant une autre ligne que celle suivie en premier lieu. Il importe en outre de bien amener son outil au centre de l'assiette et de tirer des traits bien droits.

L'ouvrier ayant ainsi ébauché l'assiette, change d'outil, il prend une plane ; c'est le même genre d'outil, mais plus mince, et dont le tranchant a été adouci sur la pierre à l'huile et poli sur un cuir enduit de potée d'étain (fig. 14). Il passe cette plane sur toute la surface de la pièce, et une fois seulement ; puis il prend un *frisoir* (fig. 16), qui est une lame d'acier souple et flexible, avec lequel il tire un trait qui donne à la pièce un commencement de poli. Il ne reste plus qu'à donner à la pièce son fini au moyen du *brunissoir* (fig. 19). Pour s'en servir, l'ouvrier change de position : il se met plus en face de la pièce, et saisissant de la main gauche le manche du brunissoir avec la barre d'appui, il le prend plus haut avec sa main droite, en fait passer le bout sous son bras droit et le tient serré contre son côté. (Il humecte au préalable la pièce avec de l'eau de savon, à l'aide d'un patouillet qui trempe dans un vase suspendu au coin du support). L'ouvrier, étant ainsi placé, appuie son brunissoir sur le bord de l'assiette, et, inclinant le corps, il fait monter le brunissoir jusqu'à la vive arête du bouge et brunit ainsi la marli (On appelle

*bouge* la partie bombée comprise entre la circonférence du fond et la circonférence extérieure ; la *marli* est le filet en talus qui borde, en dedans, la moulure d'un plat ou d'une assiette). Il humecte encore d'eau de savon le bouge et le fond de l'assiette et y passe le brunissoir. Il retourne son brunissoir pour le ramener du centre à la circonférence, en humectant la pièce autant de fois qu'il le jugera nécessaire. Après avoir bruni son assiette, l'ouvrier prend un linge pour l'essuyer pendant qu'il tourne toujours ; ensuite il pose le linge, et avec le majeur de la main droite, il ôte une légère trace bleue qui reste sur la pièce, après l'avoir essuyée ; pour cela il fait suivre à son doigt un rayon complet, du centre à la circonférence extérieure. Pour tourner les filets ou moulures du bord, l'ouvrier prend une gouge ronde et fine et lui fait suivre convenablement les sinuosités du profil.

Nous avons donné la description détaillée du travail d'une assiette d'étain, parce qu'il exige de la part de l'ouvrier une habileté plus grande que pour la plupart des autres pièces.

#### X. PLATS D'ÉTAIN

Certains potiers d'étain fabriquent des plats, dits artistiques, de la manière suivante : ils les coulent dans des moules spécialement travaillés de façon à produire des dessins en saillie à l'intérieur du plat, puis ils les retouchent au grattoir et les polissent au moyen de rondelles de drap montées sur un axe animé d'un mouvement de rotation ; ces rondelles de drap sont maintenues en place par deux

flasques de moindre diamètre, en sorte que la tranche des rondelles reste libre et constitue la partie travaillante.

On imite aussi de cette façon les vieux étains, en donnant aux plats une légère patine.

D'une manière générale, les pièces se montent sur le tour au moyen de calibres ou mandrins en étain coulés à la demande, de manière à pouvoir pénétrer à frottement dans la pièce à tourner. Le mandrin se visse sur l'extrémité de l'arbre du tour.

Le potier d'étain coule ce mandrin dans un moule grossier dont le noyau présente une partie filetée de mêmes dimensions que l'extrémité de l'arbre du tour (fig. 32). Il retouche ensuite le mandrin de manière à le calibrer exactement à la forme intérieure de la pièce qu'il devra porter.

On emploie aussi des mandrins en bois fendus en croix sur une partie de leur longueur, du côté où l'on entrera la pièce. On serre la pièce au moyen d'une sorte de frette d'étain que l'on a coulée autour du mandrin en garnissant ce dernier de deux cordons de terre glaise pour maintenir le métal fondu. On a en outre ménagé au centre du mandrin une cavité suffisante pour y couler de l'étain suivant le profil de la vis du tour, de manière à pouvoir fixer le mandrin au tour. On empêche le mandrin de se fendre complètement en le consolidant au moyen d'une frette fixe.

Ce n'est que lorsqu'on a affaire à une pièce d'assez grandes dimensions et plate que l'on soude à cette pièce le mandrin destiné à être vissé sur le tour. Lorsqu'on veut garnir un plateau de verre

d'un cercle d'étain, on passe le mandrin dans l'orifice central que présente le plateau de verre.

Dans le travail au tour, on ne se sert plus de barre d'appui que pour tourner des fonds d'assez

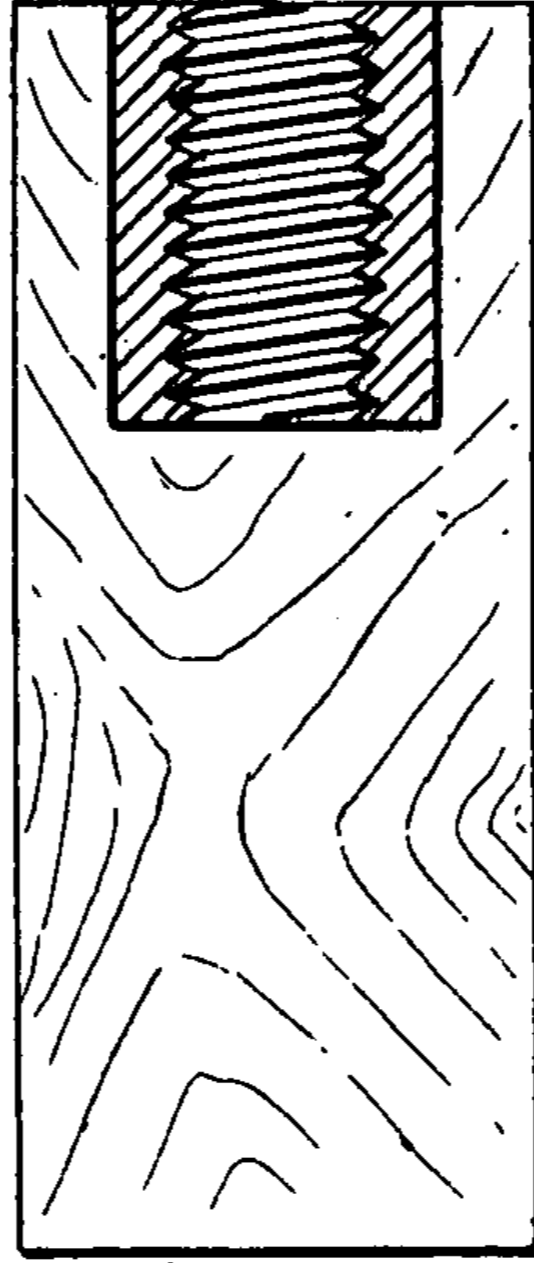


Fig. 32. Mandrin.

grandes dimensions, des assiettes et des plats; on emploie de préférence le support décrit plus haut, et sur lequel l'ouvrier n'appuie que son outil ou ses mains.

Il est des pièces à tourner, telles que les bassins et les jattes, qui sont trop creuses pour que la

gouge puisse atteindre le fond ; alors, après avoir tourné à la gouge toute la partie possible à atteindre, on tourne le reste avec un outil dont l'extrémité est recourbée. De même pour le dessous de certains boutons.

On gratte et on polit les plats longs. Il peut arriver que le potier d'étain ait à exécuter un petit nombre de pièces particulières pour lesquelles il ne peut faire les frais d'un moule. Dans ce cas, il opère de la façon qu'il juge la plus rapide et la plus conforme à ses intérêts : parfois il trace sur une feuille d'étain le développement de la pièce, coupe, enroule sur un mandrin et soude les bords, puis finit au tour ; tantôt il fabrique rapidement un moule en étain ; tantôt il coule son métal dans une simple enveloppe cylindrique de tôle, en plaçant au milieu un noyau en bois chargé d'une façon quelconque pour l'empêcher de flotter. Le travail au tour est alors plus long et les déchets beaucoup plus considérables. Quand le noyau de bois se détériore, on en bouche les trous avec de la glaise que l'on recouvre de blanc d'Espagne pour éviter le contact entre le métal et la glaise humide.

## XI. ÉBAUCHER

Ébaucher, pour les pièces rondes telles que brocs de marchands de vins, pots à eau, etc., c'est tourner en dedans les hauts et les bas avant de les souder. Les hauts se montent des deux côtés, de manière qu'ils entrent dans la pièce le moins avant possible afin qu'ils ne soient pas un obstacle au parcours de l'outil. Pour monter ces pièces sur les

calibres avec autant d'exactitude que de facilité, l'ouvrier met son tour en marche, et tandis que le calibre tourne, il y assujettit la pièce en la frappant avec un morceau de bois plat.

Il prend alors son outil et commence par abattre la bavure qui se trouve ordinairement en dedans, à l'endroit le plus étroit de la gorge, où les deux noyaux se joignent, et ôte une rature ou deux sur le reste en revenant au bord, puis du bord au point de départ primitif. Dans cette manœuvre, il tient sa gouge des deux mains, la paume placée en dessus, la main gauche et l'outil appuyés sur le support, tandis que la main droite, placée plus en arrière, dirige le mouvement, l'index droit étant allongé le long du manche de l'outil. La partie supérieure des hauts ne se brunit pas en ébauchant, on finit au contraire par là. C'est pourquoi on retire ce haut de broc pour en monter un autre, et lorsque toutes les gorges des hauts sont ébauchées, on les remonte sur un autre calibre pour en tourner le ventre ; on peut brunir cette partie. Les bas se montent sur le tour de différentes manières, suivant leur forme particulière. Si la patte en est haute et qu'elle porte, au nombre de ses moulures, une partie cylindrique, et par conséquent de difficile dépouille, on fait un calibre qui entre un peu à force dans cette partie de la patte ; tel est par exemple le socle quelquefois à pans en dessus, mais toujours rond par dessous, du pot à eau. Si la patte a partout trop d'évasement, il faudra faire une boîte, dans laquelle on montera les bas comme on fait des écuelles ; encore faudrait-il que cette patte fût moins large que le reste.

## XII. SOUDER

Après avoir ébauché les hauts et les bas des pièces de poterie, il faut les souder. Rappelons que la soudure du potier d'étain n'est autre chose que de l'étain au même titre que l'objet à souder ; si cette soudure contenait davantage de plomb, elle paraîtrait sur l'objet suivant une trace plus noire.

On commence par rapprocher les deux parties à souder et à les relier en quelques points en dissolvant au moyen du fer une partie du cordon de métal que l'on a fait venir avec les pièces dans le moulage. On remplit la capacité intérieure du récipient de sciure de bois humectée d'eau et légèrement tassée. Alors l'ouvrier étant assis couche la pièce sur ses genoux de manière à placer verticalement le plan du cercle à souder, il prend son fer de la main droite, le frotte sur la résine et le passe sur le cordon d'étain préalablement frotté avec un morceau de bougie ; il déplace son fer à droite et à gauche sur une longueur de 1 centimètre à peine, en même temps qu'avec la main gauche il fait tourner le vase en faisant venir sous son fer d'avant en arrière les parties à souder, à mesure que les parties antérieures sont dissoutes. On doit voir derrière le fer l'étain se figer peu à peu, et toujours quatre à cinq centimètres en fusion. L'ouvrier continue ainsi et parcourt d'un trait toute la circonférence à souder ; dans cette opération, non seulement le cordon d'étain se trouve fondu, mais aussi les bords des deux parties à réunir, chacune sur une largeur de 4 millimètres environ. L'ou-

vrier a eu soin avant de commencer son travail d'allumer et de régler convenablement son fer, de manière à l'avoir à une température voisine du rouge.

Un autre procédé employé surtout autrefois consiste à couper une bande de feutre de 3 centimètres environ de largeur et d'une longueur égale à celle de la circonférence intérieure du vase, en sorte qu'en plaçant cette bande dans la pièce les deux extrémités se rejoignent et que la bande se tienne appliquée d'elle-même contre le métal. On fait entrer ce cercle dans l'une des parties, jusqu'à moitié de sa largeur, et l'on met en place l'autre partie. On soude ensuite en quelques points, on lisse bien le feutre et on opère comme il a été dit plus haut. On se sert de cette bande de feutre successivement pour un assez grand nombre de pièces, mais la chaleur la fait raccourcir et l'on doit rajouter une petite languette, dite *alaise*, pour rattraper cette perte de longueur.

### XIII. TOURNER

Après avoir soudé la poterie, on la répare, c'est-à-dire que l'on enlève les bavures et polit les surfaces. On opère au tour quand la forme des pièces le permet, ou bien on se sert de grattoirs et de brunissoirs. Mais s'il n'y a que quelques parties excentriques, comme le bec d'un pot à eau, d'un broc, une oreille d'assiette, on répare ces parties à la main, ou même on les soude à la lampe après le travail du tour, le principal se fait au tour. Nous avons vu comment on monte la poterie sur le tour



par l'intermédiaire des calibres. Lorsque la pièce est ainsi montée, l'ouvrier abat à la gouge le cercle que laisse la soudure, puis parcourt le reste de la surface de la pièce, même les moulures, en présentant toujours le biseau d'un des côtés avec le sommet de l'angle ; ensuite avec la plane — dont les angles sont droits et le tranchant adouci — l'ouvrier ôte une légère rature sur toute la surface de la pièce, il affine les moulures et les gorges au moyen d'une gouge pointue ou d'un petit frisoir. On passe en dernier lieu le brunissoir partout. Cet outil a pour la poterie la forme d'une dent de loup (fig. 19) ; on en fait en silex et en agate, les premières sont meilleures parce que l'étain s'y attache moins ; on les mastique dans une douille légèrement conique fixée à un manche de bois plus ou moins long.

#### XIV. METTRE DES ANSES

Il y a plusieurs manières de mettre des anses, suivant que l'on se propose de couvrir les vases ou de les laisser sans couvercle ; elles diffèrent en ce que dans le premier cas il faut que l'anse porte une charnière. Pour obtenir l'anse, on a un *moule d'anse*, formé de deux chapes, qui s'applique exactement sur la surface de la pièce ; en y versant de l'étain chaud, l'anse se forme et s'attache en même temps sur le vase.

Les ouvriers appellent ces moules d'anses : *moules d'anses à jeter sur la pièce* ; chaque espèce d'objet a le sien propre. Si l'anse doit porter une charnière, le moule se composera de quatre pièces ; il

faudra en effet, outre les deux chapes, un goujon pour laisser dans la charnière de l'anse un vide destiné à recevoir les charnons du couvercle, et une broche ou cheville pour ménager un trou dans l'axe des charnons. Quelquefois le moule comprend une cinquième pièce, qui forme le dessus de l'anse et porte en creux les ornements en relief du dessus de l'anse,

Si le vase ne doit pas être couvert, deux chapes suffisent. Pour mettre une anse, on commence par remplir la pièce de sciure de bois humectée d'eau ou de son, ou encore de sablon jusqu'aux deux tiers, on l'y foule bien et on ferme le vase au moyen d'un bouchon de papier. L'ouvrier étant assis, pose la pièce sur ses genoux, prend son moule chaud, l'enchape et le garnit d'une serre pour bien maintenir les chapes ; il le place sur la partie voulue du vase et le maintient au moyen d'une étoffe grossière ou d'un feutre. Les chapes doivent épouser exactement la forme du vase, de manière à faire joint sur lui. L'ouvrier prend une cuillerée d'étain bien chaud et en remplit le moule ; ce métal chaud arrivant sur la pièce à l'intérieur du moule, en dissout une petite partie, en sorte que l'anse fait corps avec le vase après refroidissement. Quand l'étain est figé, on déchape le moule, on verse la sciure ou le sablon dans une autre pièce et on recommence.

On peut aussi couler les anses séparément et les souder ensuite sur la poterie ; ce procédé est plus long, mais il présente l'avantage de fournir des anses pour des vases de profils différents. Le moule d'anse pour les mesures et autres vases munis de

couvercle, ne se compose plus alors que des deux chapes et de la cheville. On comprend facilement la différence qui existe entre le procédé de tout à l'heure, où l'on coulait l'anse directement sur le vase, et celui-ci : tout à l'heure les deux chapes étaient identiques et se joignaient suivant le plan de symétrie de l'anse ; tandis que maintenant les chapes se joignent sur la charnière suivant un plan perpendiculaire à celui de l'anse. On y coule les anses en tenant le moule muni de deux manches, serré entre les genoux, puis l'étain étant figé, on chasse la goupille, on ouvre le moule et on retire la pièce. Il ne reste plus qu'à en enlever les bavures et à dégrossir à la râpe. On peut alors les souder aux vases, l'ouvrier leur donne à la main une forme convenable, suivant la hauteur des pièces auxquelles ils doivent être soudés ; ensuite il les attache de manière que l'axe de la charnière se trouve perpendiculaire à celui du vase, pour que le couvercle tombe bien à plat. Il suffit pour cela de monter un couvercle sur l'anse, de mettre ce couvercle en place et l'anse dans la position qu'elle doit conserver. On maintient le tout et avec le fer on met un grain de soudure à la tête de l'anse et on en coupe la queue si elle est trop longue. On remplit la pièce de sciure humide et on soude en versant un peu d'étain fondu sur les parties à réunir ; on a pour cela entouré ces points précis d'un petit cordon de glaise ou de terre à pot bien corroyée. On rejette l'étain superflu dans une bassine.

Lorsqu'on a affaire à de très petites pièces, on soude les anses à la lampe au moyen de petites

baguettes de soudure au bismuth dont il a été dit quelques mots plus haut. Il suffit pour cela de bien mettre l'anse en position et de faire tomber goutte à goutte la soudure aux points à réunir.

Après avoir coupé les jets des anses ou même le plus souvent les avoir cassés à la main, l'ouvrier assis devant son établi, s'occupe à les réparer. Pour cela, appuyant la pièce contre le talon de l'établi et la serrant entre ce talon et son genou, il commence par donner un coup de râpe sur le jet ; puis avec un grattoir il travaille l'anse sur toute la surface ; enfin il y passe un brunissoir à deux mains. C'est aussitôt après cette opération que l'on fait, s'il y a lieu, les becs, ainsi pour les brocs, pots à eau, etc. Pour cela il suffit de frapper sur le côté de ce bord avec la planche d'un ciseau à bois, pour le faire rentrer et former un bec qui avance à l'extérieur. On en régularise la forme en frappant de part et d'autre.

#### XV. COUVERCLES

On les coule à la manière ordinaire, puis on les répare soit au tour, soit à la main. Généralement ces couvercles sont montés à charnières sur les anses. Autrefois leurs moules se faisaient en quatre parties, y compris la goupille, absolument comme certains moules d'anses, mais aujourd'hui on les compose simplement de deux chapes et de la goupille.

On les répare à la main avec des grattoirs.

La charnière sortant du moule porte toujours quelques bavures ; l'ouvrier les râpe et les répare ; puis ayant trempé le charnon dans un mélange de

cire et de suif fondus, il monte le charnon du couvercle dans ceux de l'anse préalablement limés et grattés. Cela fait, pour bien centrer la charnière, on enfonce dans le trou une goupille de fer qu'on retire aussitôt après pour la remplacer par un clou d'étain coulé : on bouche le trou d'un côté par une carte que l'on tient appliquée avec le doigt et l'on verse un peu d'étain, le métal remplit la petite cavité et forme au-dessus une petite tête ronde. On obtient le même résultat de l'autre côté de la charnière, en plaçant non pas une carte, mais une petite pierre bien plane, dans laquelle on a creusé une petite cavité.

Certains ouvriers préfèrent couler séparément les goupilles d'étain dans un moule fait pour plusieurs, les enfonce dans les trous des charnières, puis les river de chaque côté sur un petit tas fixé à l'établi ; mais la première méthode est plus rapide.

Pour terminer, on râpe, on gratte et on brunit la charnière en dedans comme en dehors. Enfin, on ferme le vase, puis le tenant renversé, on égalise le couvercle au fer en le laissant partout dépasser le bord du vase d'environ quatre millimètres, on passe un coup de râpe et de brunissoir.

#### XVI. METTRE UN BOUTON SUR UN COUVERCLE

(fig. 32 bis)

La plupart des couvercles en étain sont surmontés d'un bouton plein, pour les saisir. Ce bouton ne vient généralement pas en même temps que le couvercle. On le coule sur ce dernier au moyen d'un petit moule spécial, dont la base s'ap-

plique exactement sur le couvercle. Ce petit moule est simplement formé de deux chapes, on a eu soin de le munir d'un jet d'assez grande hauteur ; le métal du bouton se refroidit ainsi plus lentement

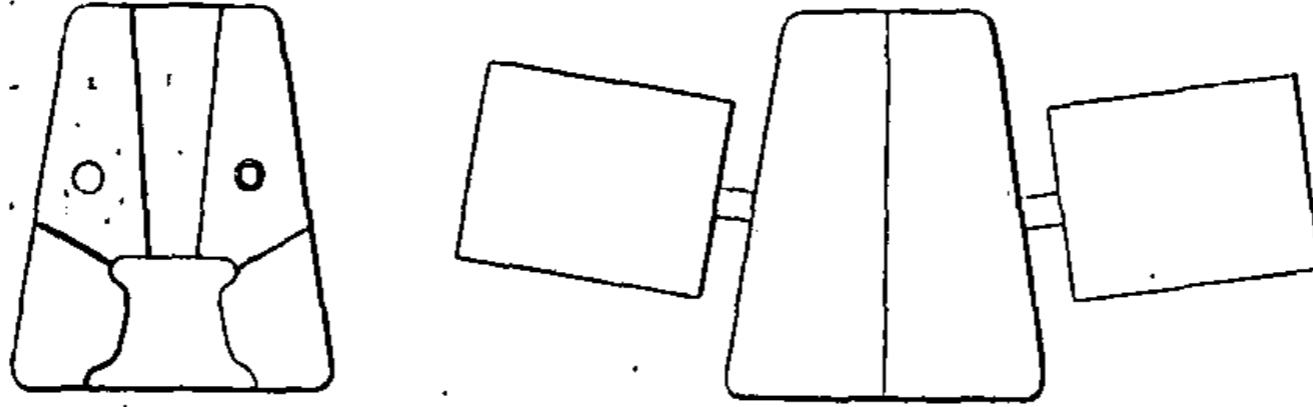


Fig. 32 bis. Moule de bouton.

et fond suffisamment le couvercle pour qu'il y ait soudure. On passe ensuite au tour.

#### XVII. DES PRINCIPAUX OBJETS QUE FABRIQUE LE POTIER D'ÉTAIN

L'étude fondamentale précédente renferme dans leurs grandes lignes les procédés opératoires du potier d'étain ; nous allons maintenant étudier plus en détail la fabrication des principaux objets en étain, en commençant par les mesures *légales* qui constituent, au point de vue du métier qui nous occupe, la partie la plus importante et celle qui réclame le plus de précision.

##### § 1. — MESURES A LIQUIDES (fig. 33 et 34)

Nous ne nous occuperons pas ici, sauf pour le titre et les dimensions des mesures, de la réglementation par l'Etat de la construction des mesures.

Formes et dimensions des Mesures en étain pour liquides

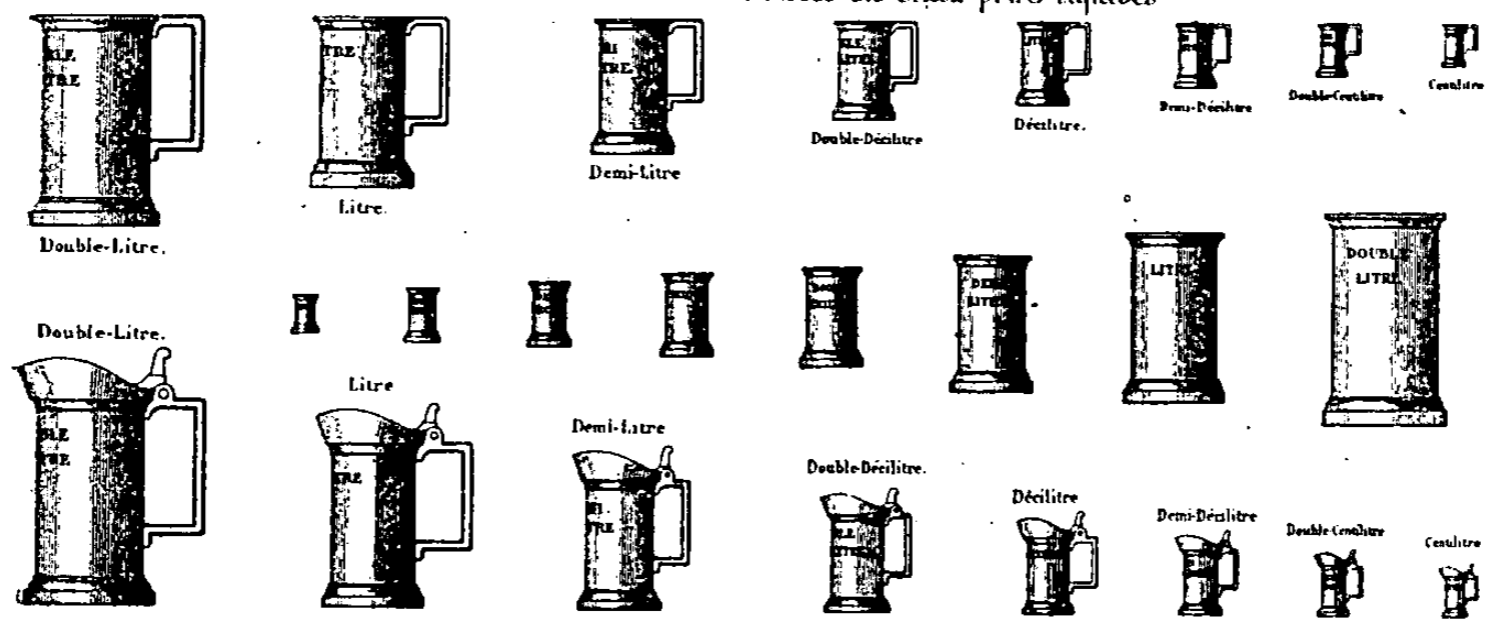


Fig. 33. Mesures à liquides.

Nous donnons plus loin, dans un chapitre spécial, les extraits des circulaires ministérielles intéressant les fabricants de mesures à liquides. Toutefois, il est indispensable de dire tout d'abord que pour construire des mesures en étain, à Paris, il faut se présenter, muni de sa patente, au bureau central des poids et mesures pour choisir la lettre de son poinçon et la faire insculper ; dans les dé-

*Construction des Mesures en étain*

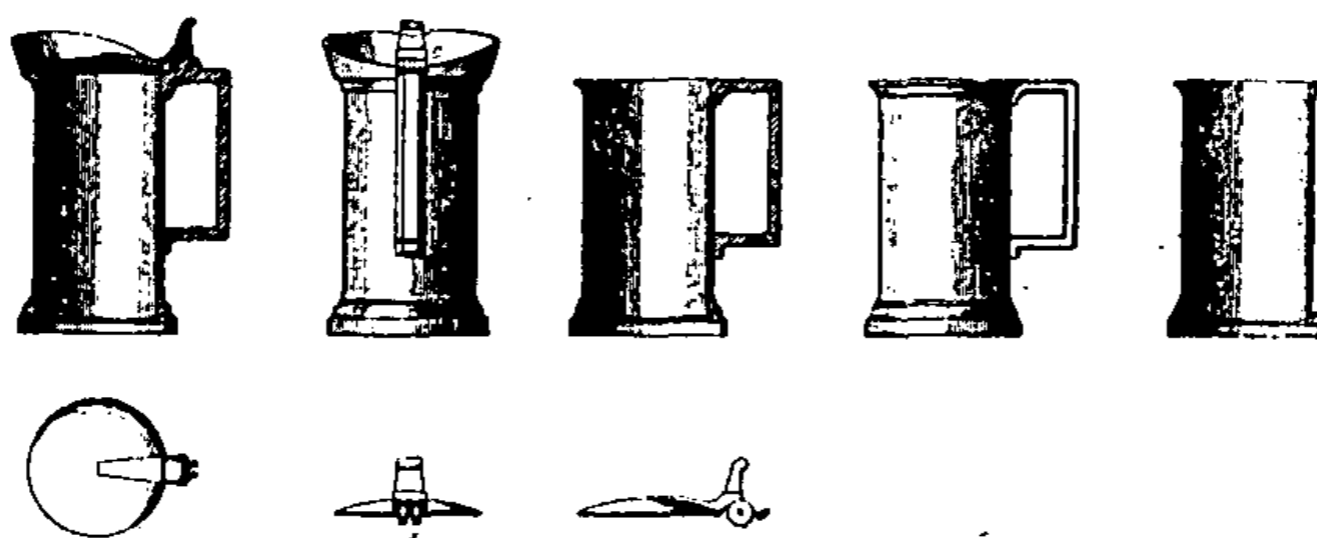


Fig. 34. Mesures à liquides.

partements, c'est à la préfecture ou à la sous-préfecture que les fabricants doivent se présenter.

Une des conditions essentielles de réussite dans la fabrication des mesures en étain, est de posséder des moules très bien exécutés ; le tableau représenté page suivante permet d'en vérifier l'exactitude.

Les erreurs de contenance sont exprimées en grammes et décigrammes, parce que l'on évalue la contenance au moyen de l'eau ; on sait qu'un centimètre cube d'eau distillée, prise à la température de 4° centigrades, pèse un gramme, c'est la base du système métrique. Ces erreurs ne sont tolérées



NOMS des mesures	DIMENSIONS INTÉRIEURES				ERREURS TOLÉRABLES dans la contenance	
	Hauteur		Diamètre		grammes	décigrammes
	millimètres	dixièmes	millimètres	dixièmes		
Double-litre . . . . .	216	7	108	4	3	0
Litre. . . . .	172	0	86	0	2	0
Demi-litre . . . . .	136	6	68	3	1	5
Double-décilitre. . . . .	100	6	50	3	1	0
Décilitre. . . . .	79	9	39	9	0	6
Demi-décilitre . . . . .	63	4	31	7	0	4
Double-centilitre. . . . .	46	7	23	4	0	3
Centilitre . . . . .	37	1	18	5	0	2

qu'en plus, toute mesure trop petite est refusée par les vérificateurs. Les fabricants devront donc prendre soin de tenir leurs mesures un peu plus fortes que le minimum fixé, sans dépasser le maximum indiqué dans le tableau ci-dessus.

Chaque mesure doit avoir un minimum de poids, au-dessous duquel elle serait refusée. Le tableau suivant fixe les poids respectifs des diverses mesures :

NOMS des mesures	POIDS DES MESURES (en grammes)		
	Sans anses ni couvercles	Avec anses sans couvercles	Avec anses et couvercles
Double-litre.	1350	1700	2200
Litre . . . .	900	1100	1350
Demi-litre. .	525	650	820
Double-déci- litre . . . .	280	335	420
Décilitre . .	145	180	240
Demi - déci- litre . . . .	85	110	140
Double-cen- tilitre. . . .	45	60	85
Centilitre. .	25	35	50

Le titre de l'étain employé pour la fabrication des mesures est de 90 centièmes, autrefois il n'était que de 82 0/0.

Ces mesures devront être intérieurement brutes de fonderie, c'est-à-dire n'être pas travaillées après leur sortie du moule, de même sur la partie supérieure du bord ; de cette façon, leur contenance ne pourra être modifiée sans que l'on s'en aperçoive

immédiatement ; en outre, elles ne devront présenter ni soufflures ni autres imperfections.

Le nom propre à chaque mesure devra être inscrit sur le corps de la mesure ; le nom ou la marque du fabricant s'appose sur le fond.

Il est permis de mettre le poinçon primitif sur les mesures, quoiqu'elles soient sans anses.

Celles qui n'ont pas le titre voulu sont brisées dans les bureaux de vérification. Celles auxquelles il manque seulement quelques grammes sont rendues au fabricant qui les recharge et les rapporte au poinçonnage ; mais celles que le vérificateur estime trop légères sont également brisées.

### Moules

On les faisait autrefois en cuivre, aujourd'hui on préfère pour raison d'économie employer la fonte. Ces moules doivent être tels que le corps de la mesure s'obtienne d'un seul coup, qu'elle en sorte nette, ses dimensions intérieures étant bien définies et le bord parfaitement propre. Quand le potier aura fait construire un moule il s'assurera par plusieurs essais que les mesures qui en sortent sont d'une rigoureuse exactitude ; pour cela il coulera quelques mesures et les portera au vérificateur pour déterminer avec ce dernier les corrections à faire, en plus ou en moins. Il importe naturellement d'étudier surtout le noyau ; pour le litre et le demi-litre la base A B de ce noyau est prolongée par un petit mandrin O D, destiné à laisser une ouverture au fond de la mesure ; cette ouverture permet la rentrée de l'air dans la mesure lorsqu'on retire le noyau, sans cette précaution le noyau s'en-

lèverait d'abord très difficilement, ensuite le fond subirait une déformation plus ou moins importante due à la pression de l'air extérieur. Le moule est simplement constitué par le noyau et les deux chapes qui l'enveloppent, le tout surmonté du chapiteau C (fig. 35 et 36). Ce chapiteau ferme hermétiquement la capacité constituée par les deux chapes, de plus il est percé d'un orifice destiné à rece-

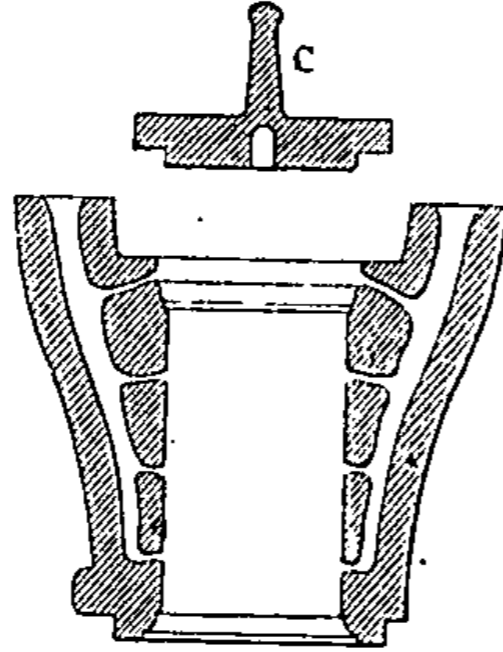


Fig. 35. Chape et chapiteau.

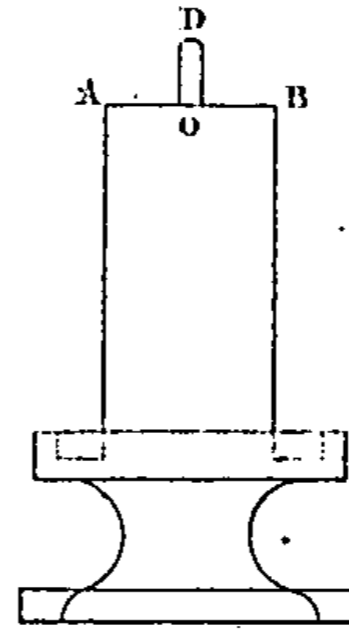


Fig. 36. Noyau.

voir l'extrémité du mandrin encastré dans le noyau, en sorte que ce dernier se trouve centré. Le tout réuni présente l'aspect de la figure 37.

Pour procéder au moulage on trempe le noyau dans une dissolution de savon contenant en suspension du blanc d'Espagne, afin de le retirer plus facilement au moment du démoulage et d'obtenir une mesure bien venue, c'est-à-dire sans trous ni gouttes froides. On enduit aussi l'intérieur des chapes et du chapiteau d'ocre jaune pour empêcher l'étain d'y adhérer. On assemble toutes ces

pièces et on chauffe le moule avant de procéder à la coulée.

On puise alors avec une cuiller en fer munie d'un bec le métal en fusion dans le fourneau pour le verser par les ouvertures O; il faut avoir soin de maintenir l'étain toujours à la même température, afin d'éviter les soufflures et autres accidents de ce genre qu'occasionneraient des variations trop

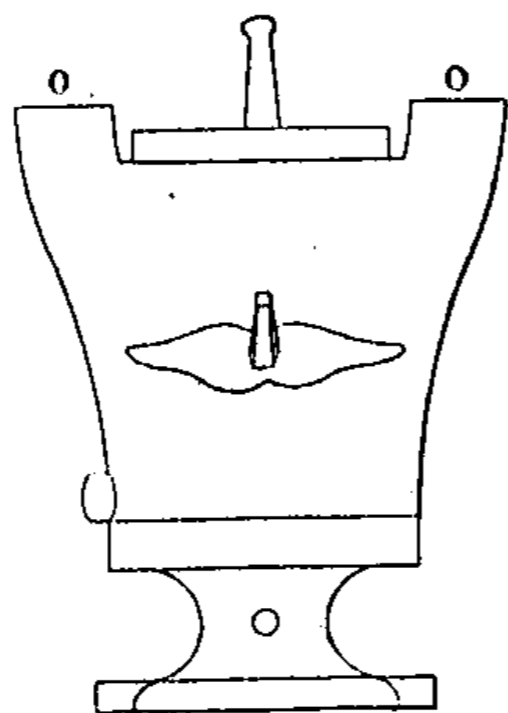


Fig. 37. Moule monté.

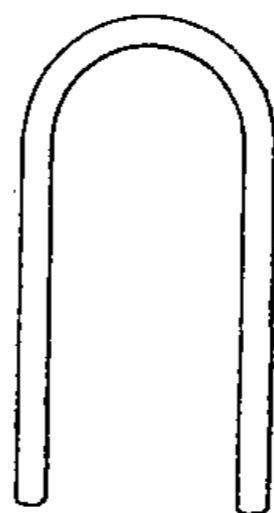


Fig. 38. Serre.

sensibles. Dès que le métal est bien figé, et avant le refroidissement, on procède au démoulage en enlevant d'abord le chapiteau. On retire ensuite le noyau au moyen du *banc à tirer* : cet appareil se compose d'un banc horizontal portant à l'une de ses extrémités un bâti formant écrou dans lequel se déplace, par l'intermédiaire d'un volant à main, une forte vis sans fin, dont l'extrémité libre est munie d'une chape à deux crochets ; le moule étant maintenu sur le banc par un crochet, on passe dans

un trou du noyau une broche en fer que l'on amarre aux deux crochets, puis un effort sur le volant produit l'arrachement du noyau.

### Travail des pièces

La mesure étant retirée du moule, on casse les jets ou on les scie. Puis avec le fer on prend de l'étain sur un lingot au titre de la mesure et bouche les trous qui peuvent se trouver latéralement; pour cela on prend un morceau de drap grossier on en forme un tampon et on l'introduit dans la mesure en face des trous à fermer. On opère de même pour le trou du fond. Il faut avoir soin de frotter son fer sur la résine avant de s'en servir, de façon à faire adhérer l'étain; l'ouvrier a toujours à sa portée une planchette garnie de résine qui dure très longtemps.

On passe de même le fer sur les aspérités de la mesure avant de la travailler au tour, et lui donne un coup de râpe.

Pour monter la mesure sur le tour, on prend un mandrin en bois garni d'étoffe, du diamètre de la mesure et un peu plus long qu'elle; on l'enfonce à force en frappant sur les bords du fond de la mesure avec un maillet de bois. L'étoffe fait serrage. Le mandrin se visse sur le tour, il est percé pour cela d'un orifice dans lequel on coule de l'étain autour d'un noyau fileté (fig. 32).

Dans le travail du tour, il importe de ne pas trop enlever de métal, de manière à ne pas descendre au-dessous du poids minimum que l'on a vu dans le tableau ci-avant.

Il faut aussi éviter de toucher avec la gouge le

bord de la mesure, puisque l'on doit voir sur ce bord, aussi bien qu'à l'intérieur, la venue du moule (ces parties ne sont pas polies et brillantes comme les surfaces travaillées au tour, elles sont au contraire ternes et mates).

On ébauche les mesures au moyen de la gouge plate, ensuite on les travaille à la plane et à la gouge ronde — cette dernière pour les gorges — on termine au frisoir et au brunissoir qui donne un beau poli. On marque les mesures terminées de leurs noms respectifs au moyen d'une molette ronde portant les caractères en relief. On appose au fond la marque du fabricant.

Comme on peut ne poser les anses qu'après la vérification légale des mesures, certains fabricants les mettent à un titre inférieur à celui du corps, mais c'est là une pratique défectueuse.

On met l'anse quand le corps de la mesure est entièrement terminé et poli, on a pour cela un moule formé uniquement de deux chapes, qui s'applique exactement sur la mesure, il est parfaitement poli sur celle-ci. On le place à l'opposé de l'inscription : l'ouvrier bourre d'abord la mesure de sciure de bois humide, ou de filasse, ou se sert simplement d'un tampon de feutre ; il assujettit la mesure sur ses genoux avec le moule d'anse chauffé préalablement. Il coule alors de l'étain bien chaud de manière à ce qu'il fonde les parties qu'il touche, ainsi le tout paraît être venu du même jet. Après quoi on démoule et gratte l'anse.

Pour les mesures à anses et couvercles, on forme le bec avant de poser l'anse ; les moules sont les mêmes que ceux des mesures ordinaires, mais au

lieu de couper le haut au niveau du bord on l'échancre seulement du côté de l'anse avec le fer, on pratique le bec dans ce prolongement de la mesure en le posant sur une encoche pratiquée dans une pièce de bois quelconque et en frappant intérieurement sur un coin de bois appliqué sur le bord de la mesure, juste en regard de l'encoche ; ainsi l'étain cède et prend la forme d'un bec de pot à eau. Le moule d'anse est le même que celui des mesures ordinaires, à part qu'il doit former une charnière pour le couvercle ; on constitue cette charnière par trois tenons arrondis entre lesquels s'encastrent les deux charnons du couvercle. Une cheville en bois placée avant le moulage ménage un orifice dans l'axe de cette charnière, on place ensuite dans cet axe un clou d'étain que l'on rive à chaud de chaque côté. Le couvercle se coule dans un moule séparé ; on le gratte ensuite pour le polir.

*Nota.* — Nous avons dit que le noyau forme la capacité intérieure de la mesure, il faut donc que l'enveloppe constituée par les chapes ait des dimensions suffisantes pour donner à la mesure une épaisseur convenable, c'est-à-dire en rapport avec sa grandeur.

Cette épaisseur ne doit pas être égale partout, il est évident, par exemple, que les bords et le fond doivent être plus épais que le corps, car ce sont eux surtout qui reçoivent les chocs et doivent donner de la force aux mesures.

Pour fixer les idées, prenons comme terme de comparaison le litre : le corps de cette mesure ne doit pas avoir moins de 3 millimètres d'épaisseur et les bords 4, car pour peu que l'on y touche avec



la gouge à ébaucher, on enlève vite un demi-millimètre d'épaisseur. Comme les mesures doivent avoir un poids déterminé, l'ouvrier qui a trop enlevé de métal sur le corps est obligé d'en laisser davantage sur le fond ; on conçoit facilement qu'une telle pratique n'est pas rationnelle, car généralement la mesure se bosselle sur le corps et non pas sur le fond et fait, dans ce cas, un médiocre usage.

## § 2. — GÉNÉRALITÉS

Le potier d'étain fabrique les seringues, couverts en métal, comptoirs de marchands de vins, robinets de fontaines, brocs de marchands de vins, pots à eau et cuvettes, gobelets et assiettes, entonnoirs, sorbetières, bassins de lits, ainsi que différents récipients servant à mettre de l'eau chaude pour tenir les pieds chauds (tels que moines, boules, coffrets et bahuts) ; mais celui qui est capable de bien construire les mesures se tirera facilement d'affaire dans la construction de ces différents objets.

Ainsi par exemple, soit à fabriquer une *seringue* (fig. 39, 40, 41, 42). On la fait en trois pièces : 1° le corps (fig. 39 et 40), qui se fonde dans un moule constitué par les deux chapes, le noyau et le chapeau comme pour une mesure, la forme seule en diffère ; de plus les chapes ont en haut et en bas une partie filetée, la première pour visser le canon ou la platine, la seconde pour visser la boîte. On obtient la boîte avec un moule portant un pas de vis (fig. 39), et le moule du canon a de plus une broche qui réserve le trou destiné au départ du

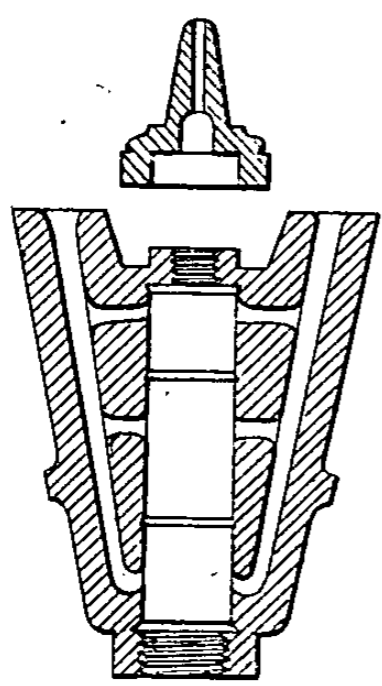


Fig. 39.

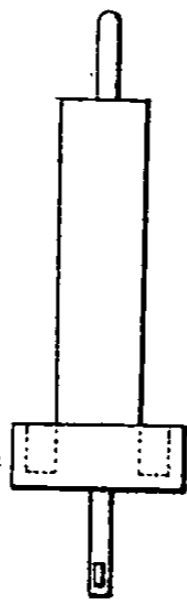


Fig. 40.

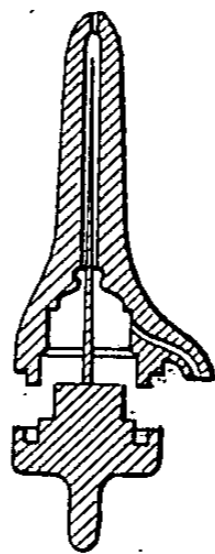


Fig. 41.

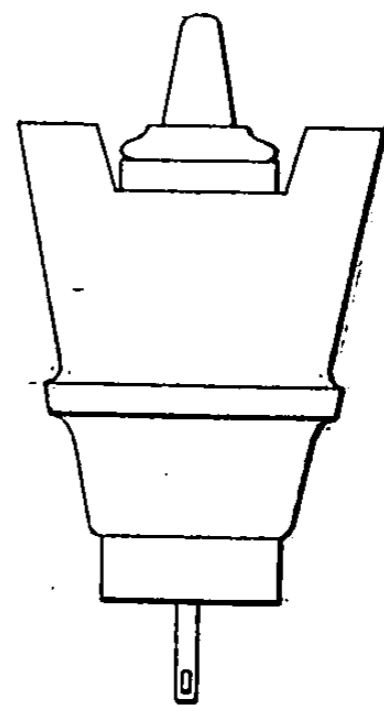


Fig. 42.

Fig. 39, 40, 41 et 42. Fabrication d'une seringue.

liquide (fig. 41). On visse l'ensemble : boîte, corps et canon, pour le travailler au tour, absolument comme une mesure. Quant au titre, on le fait descendre bien au-dessous du titre légal afférent aux mesures, et on utilise l'étain vieux.

Les *comptoirs* (fig. 43 et 44) se coulent par

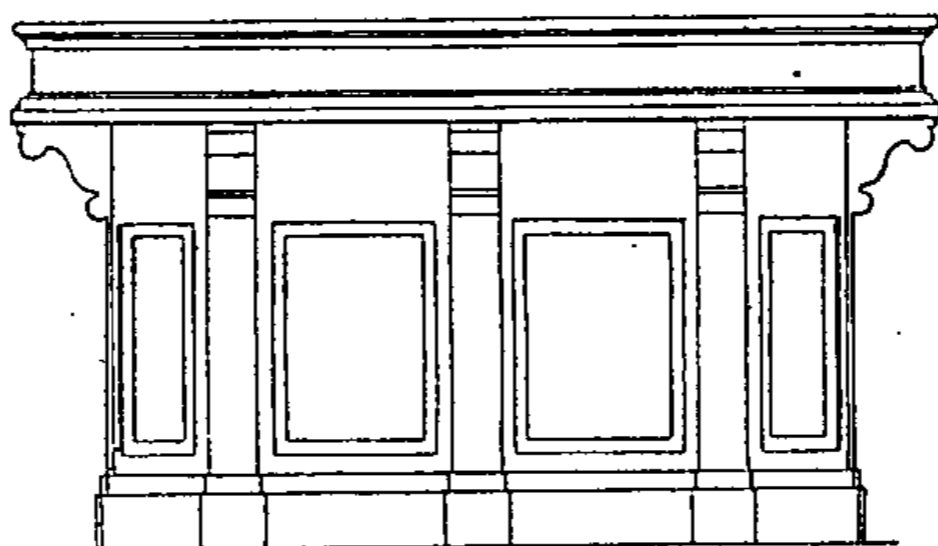


Fig. 43. Comptoir.

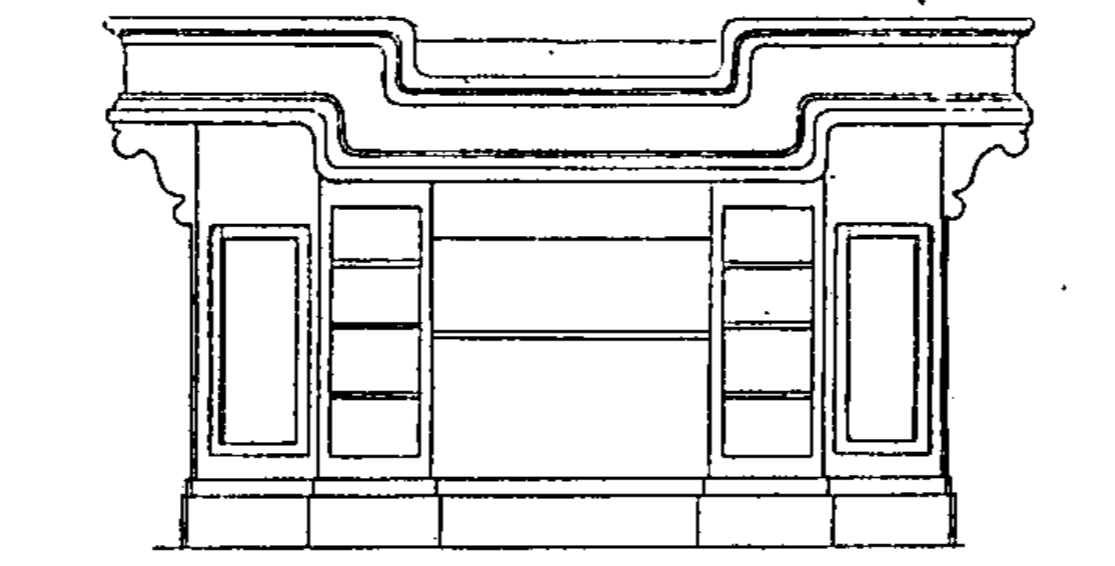


Fig. 44. Comptoir.

planches que l'on soude ensuite en les plaçant sur un plan parfaitement dressé et horizontal recouvert de fort papier ; les feuilles d'étain sortant des moules sont mises bord à bord, on les soude au

*Potier d'étain.*

fer en passant celui-ci sur la résine, puis sur un lingot d'étain, on détache ainsi de l'étain que l'on fait couler dans les jointures pour les fermer.

Quand tous les morceaux composant le comptoir sont bien soudés, on enlève au fer les aspérités ; puis on râpe le comptoir, on le gratte et on le polit.

Ces comptoirs en étain se font au titre demandé par l'acheteur, ils renferment souvent une proportion notable de plomb qui varie de 10 à 50 0/0 ; l'alliage riche en étain est beaucoup plus blanc et dure davantage ; en outre, il permettrait à la rigueur d'utiliser les liquides qui tombent sur le comptoir.

Les *brocs en étain* (fig. 45), qui servent aux marchands de vins, sont d'un usage de moins en moins courant à cause de leur poids considérable — un broc de cinq litres pèse cinq kilog. ; — on préfère souvent les faire en bois cerclé de cuivre. Quoi qu'il en soit, les brocs en étain se fondent en deux parties que l'on soude ensuite ; on les râpe et on les gratte pour les polir après avoir reverché les soufflures produites par l'emprisonnement de l'air dans les moules. Ces récipients ne sont soumis, de par la loi, à aucun titre, mais pour en avoir de bons il faut les faire au titre des mesures.

Les *pots à eau* se fondent aussi en deux pièces, que l'on soude et travaille comme les brocs ; on donne à ces pots, ainsi qu'à leurs cuvettes, des formes variées, souvent voisines de celles des poteries de faïence.

Les récipients à eau chaude, servant à bassiner les lits ou à d'autres usages courants, ont des formes appropriées à leur destination, et présentent

tous une partie commune : l'orifice fileté dans lequel on visse une boîte ou bouchon garni d'une rondelle imperméable pour obtenir la fermeture hermétique.

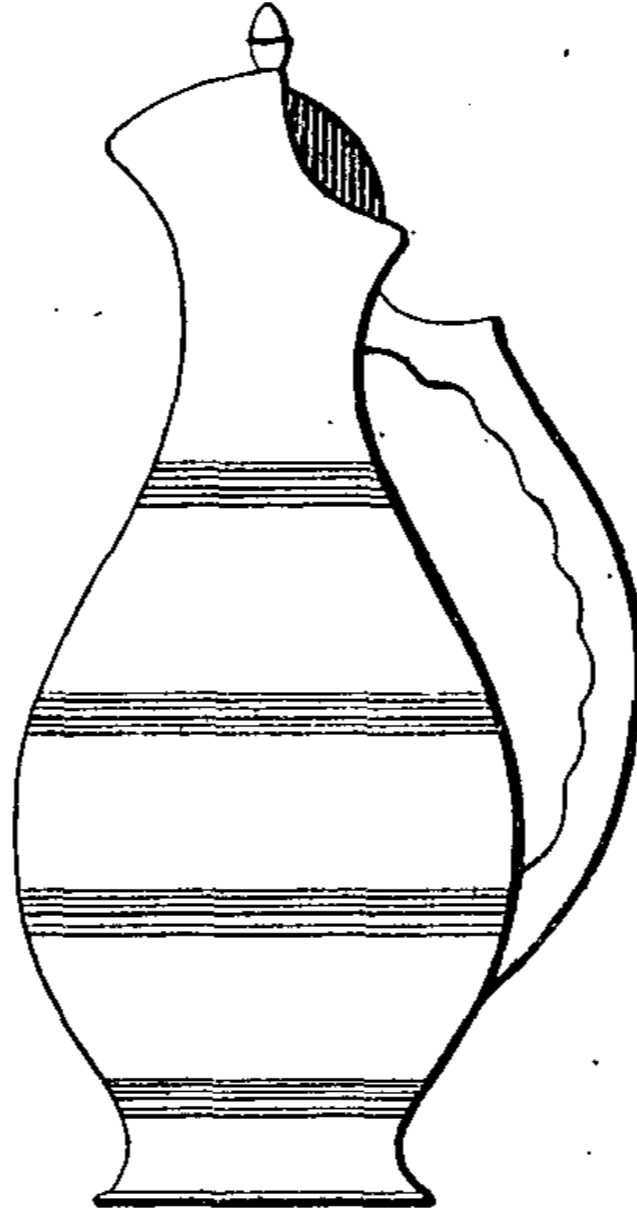


Fig. 45. Broc de marchand de vins.

Les *couverts* (fig. 46 et 47) en étain se moulent d'une seule pièce au moyen de deux chapes, ils doivent se faire au titre. Primitivement, on les faisait en coulant dans les moules l'alliage étain et plomb seul ; mais on obtenait toujours des ustensiles relativement fragiles, tout au moins très faciles à déformer. Pour leur donner plus de rigi-

dité, on a imaginé de placer à l'intérieur de la fourchette ou de la cuiller une *âme* en fer battu, on obtient ainsi des couverts plus durables.

Cette fabrication est très courante en Allemagne.

L'étain entre dans la composition de différents alliages servant à la fabrication des couverts : par

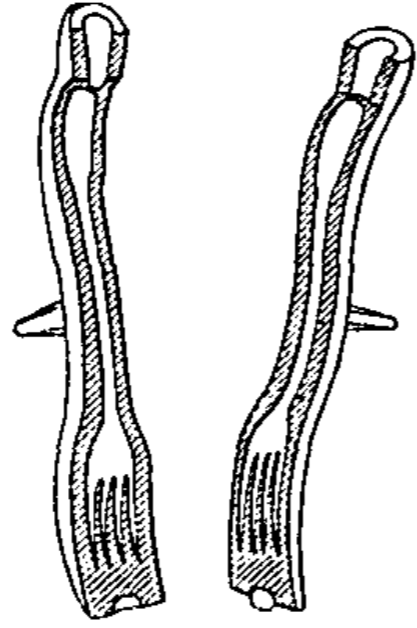


Fig. 46.

Moule de fourchette.

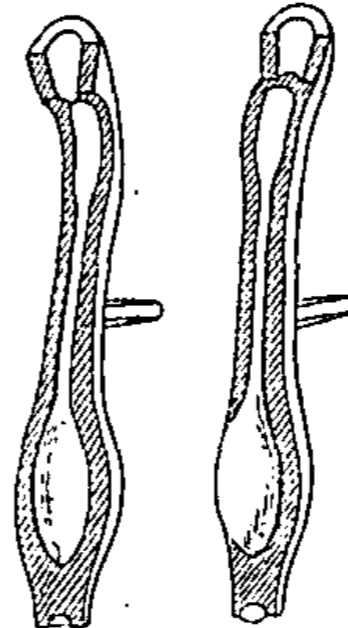


Fig. 47.

Moule de cuiller.

exemple 80 parties d'étain avec 20 d'antimoine (métal d'Alger) ; les ustensiles obtenus avec cet alliage sont d'un beau blanc mais ils n'offrent aucune résistance, ils cassent facilement et se ternissent à l'air. Le *melchior* est encore un alliage renfermant de l'étain, mais en très faible quantité, il contient surtout du cuivre, du zinc et du nickel ; les proportions suivantes donnent un produit qui présente l'aspect de l'argent :

Cuivre. . . . .	55
Nickel. . . . .	23
Zinc. . . . .	17
Fer . . . . .	3
Etain . . . . .	2

On gratte et on polit les couverts.

Quelle que soit l'habileté de l'ouvrier, le grattage laisse des traits qu'il faut adoucir avant de polir le métal.

Pour cela on employait autrefois la prêle : c'est une espèce de jonc hérissé de petites pointes dures qui le rendent très rude et propre au polissage de toutes sortes d'objets, en particulier les ouvrages en bois des îles. Pour s'en servir on casse la prêle aux nœuds, en petits brins qu'on laisse tremper quelque temps dans l'eau, de façon à pouvoir l'aplatir avec les doigts sans la casser ; on en prend alors plusieurs brins et on les passe en long sur la pièce, c'est-à-dire dans le sens des traits du grattoir. On ne s'en sert plus guère maintenant, sauf pour le bois et certaines matières délicates.

Pour les couverts on emploie la pierre ponce avant de polir. La meilleure ponce est celle qui contient le moins de sable et qui est la plus poreuse et la plus légère. Pour l'utiliser, on la pile dans un mortier, on la passe au tamis de crin et on la délaye dans un peu d'huile en agitant avec une spatule de bois. L'ouvrier prend avec cette spatule de la ponce ainsi préparée et l'étend sur le couvert, puis avec un vieux morceau de laine grossière ou d'étoffe rude quelconque ayant séjourné dans la ponce, on frotte en long l'objet à poncer jusqu'à ce que la ponce ait séché ; on recommence ainsi quelques fois jusqu'à ce que les traits aient disparu. L'ouvrier essuie la pièce avec un chiffon bien sec, il essuie de même son établi et ses doigts pour chasser le moindre grain de ponce, et commence seulement alors le polissage.

Il prend pour cela des chiffons de laine douce et du tripoli — autre espèce de pierre qu'on réduit en poudre impalpable, passée au tamis de soie et délayée dans de l'huile d'olive — il étend cette pâte sur le couvert et le frotte en long avec son tampon de laine jusqu'à ce que le *vif* du métal paraisse. On appelle *passer à l'huile* frotter le couvert avec un chiffon de laine garni d'un peu de tripoli, assez longtemps pour que l'objet devienne brûlant : c'est alors qu'il prend le vif, c'est-à-dire qu'il brille comme un miroir. Il reste ensuite à *passer à la soie*, ce qui consiste à essuyer le couvert avec une étoffe de soie pour enlever le tripoli resté adhérent. On donne au poli tout son éclat en essuyant l'objet avec des linges doux et secs et en dernier lieu avec un linge très fin imprégné d'un peu de blanc d'Espagne, ce qui achève de sécher le couvert et lui donne le dernier lustre. Les ouvriers appellent la première opération le *ressui* et la seconde *passer au blanc*.

Il peut arriver que l'on ait de la difficulté à enlever la crasse qui s'introduit dans les filets ou les moulures, alors on les *pane*, c'est-à-dire qu'on passe en ces endroits une croûte de pain à laquelle on a laissé un peu de mie ; cette mie s'introduit dans les angles rentrants et enlève ce que le linge y avait laissé.

### Seringues

La seringue se coule dans des moules analogues à ceux des mesures, mais plus complexes : les deux chapes du corps sont filetées intérieurement en haut et en bas de façon à faire venir les pas de vis



extérieurs de la seringue. On travaille ensuite la pièce au fer en introduisant à l'intérieur un *boudin* qui n'est autre chose qu'un sachet en linge fin rempli de son ou de sciure de bois bien foulé et traversé dans son axe par un bâton, ce boudin doit entrer à force dans la seringue ; il permet ainsi d'éviter toute coulée de soudure à l'intérieur de la pièce, ce qui occasionnerait un défaut de justesse de la capacité. On emploie encore, au lieu de ce boudin, une bande de feutre que l'on applique bien contre la surface interne du tube au moyen d'une règle de bois taillée en biseau.

Après avoir reverché et apprêté la seringue, on la porte sur le tour pour la terminer. Ce travail de finissage ne se fait que si la seringue porte son bout de fond ; certains moules ne le portent pas, il faut le souder et cette opération s'exécute après un simple ébauchage au tour. On finit la pièce ensuite.

La boîte de seringue se jette dans un moule de quatre pièces comme la poterie ; le noyau est fileté pour donner naissance à l'écrou de la boîte. Pour sortir le noyau, l'ouvrier se sert d'un tourne-à-gauche appliqué sur la queue du noyau, ou bien il fait entrer cette queue dans une entaille de section carrée pratiquée dans le banc et tourne les chapes en les empoignant par leurs manches. La boîte est ensuite reverchée, apprêtée et portée au tour. Lorsqu'il se trouve un trou sur la vis on le bouche au fer en vissant à l'intérieur une virole de cuivre ou d'étain du même pas que la boîte. On obtient facilement cette virole de cuivre en la travaillant avec le peigne qui a servi au noyau. Pour l'avoir

en étain, il suffit de couler de l'étain dans une boîte à seringue venue sans défauts sur la vis, en potayant au préalable à l'acide nitrique étendu (eau-forte). On se sert ensuite de ce faux noyau en le potayant de même.

On apprête les gouttes de soudure, puis on tourne les boîtes en les montant sur le tour par leurs vis à l'aide d'un faux noyau coulé dans une pièce de bois.

Le *repoussoir* ou *piston* se forme dans un moule composé de quatre pièces : les deux chapes, le noyau et le chapiteau. Ce repoussoir se fait ou non à vis, le noyau est donc fileté ou lisse. Il n'est pas nécessaire d'employer le tourne-à-gauche pour dépouiller le noyau fileté : l'ouvrier enlève d'abord le chapiteau, puis saisit fortement d'une main le manche du noyau, tandis que de l'autre, garnie de drap, il dévisse les chapes.

On répare le piston, l'apprête et l'ébauche au tour, on ne le brunit pas ordinairement. Les repoussoirs à vis se travaillent comme les boîtes.

Le *bâton* de la seringue se fait en bois ou en étain, dans ce cas on le visse sur le piston, et on soude à son autre extrémité la pomme qui se tient à la main.

La *canule* vient d'une seule pièce dans un moule composé de deux chapes et d'un chapiteau ou noyau à vis surmonté d'une broche en fer destinée à former le conduit de la canule. On continue ensuite comme pour un objet quelconque. Après le polissage on courbe la canule à la main, si on le désire.

Il y a aussi des *canules à platine* pour les bidets,

Une telle canule se jette dans un moule formé de six parties (fig. 48, 49, 50), une *plaque de fonte* munie de portées pour recevoir les chapes, *deux*

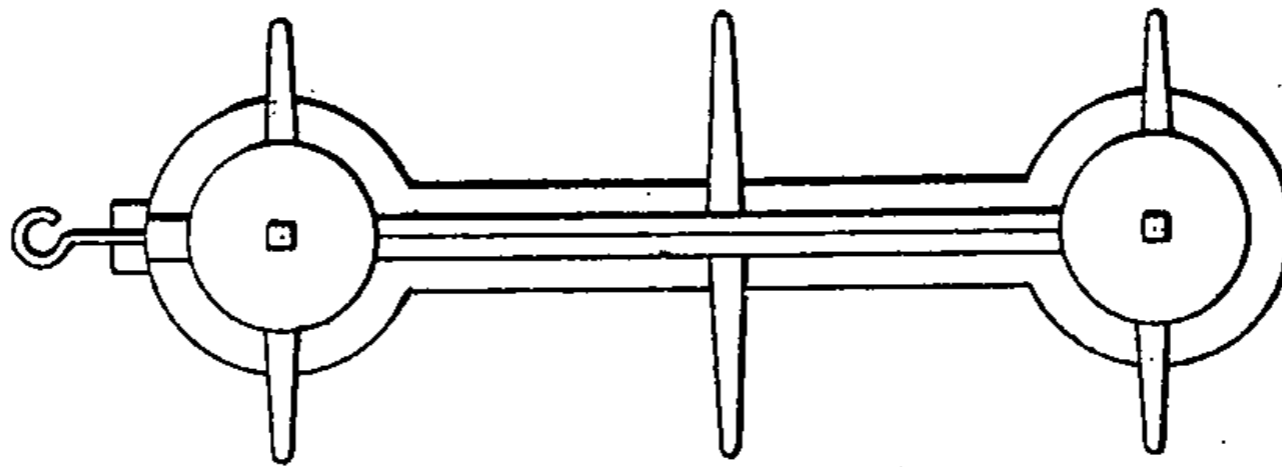


Fig. 48. Moule à canules (plan).

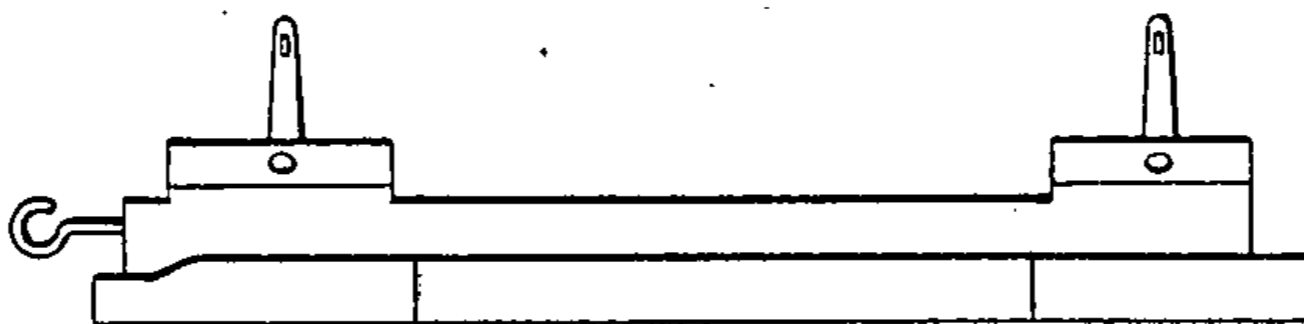


Fig. 49. Moule à canules (élévation).

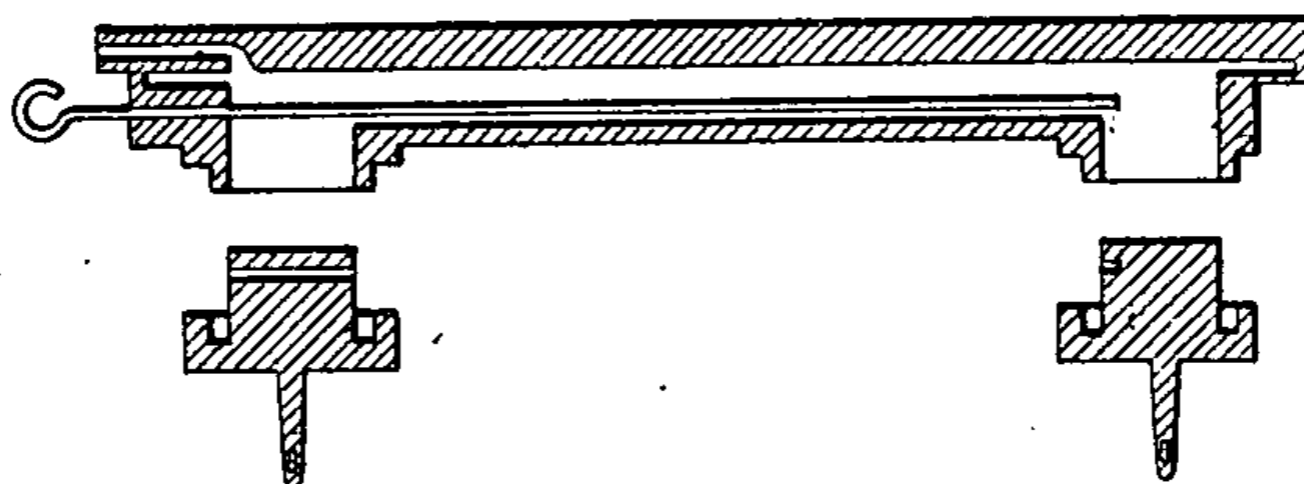


Fig. 50. Moule à canules (coupe).

*chapes* que l'on assoit sur la dite plaque, *deux noyaux* à vis qui se montent dans les ouvertures cylindriques que l'on forme aux extrémités du

moule en réunissant les deux chapes, ces noyaux sont munis de portées dans lesquelles s'enclavent les chapes, enfin une broche K, en fer, destinée à ménager le creux du canal. Un des noyaux est percé complètement pour livrer passage à la broche, l'autre l'est partiellement pour recevoir l'extrémité de la broche et en déterminer ainsi la position. Il faut que la broche passe dans ces orifices, à frottement doux, sans qu'il y ait de jeu, pour éviter que le métal fondu ne vienne couler dans le canal et souder la broche aux noyaux ; de plus, il est nécessaire que la broche soit parfaitement polie. C'est la plaque de fonte appelée aussi platine qui porte le jet.

Pour jeter dans ce moule les canons à platine l'ouvrier, assis près de son fourneau, prend les chapes et la platine préalablement potayées, les noyaux et la broche savonnés, et monte son moule. Pour cela il garnit d'un manche de bois la queue de la platine et la pose à plat sur ses genoux, il met ensuite les chapes et y enclave les noyaux à vis, celui qui est percé de part en part dans la boîte supérieure des chapes, l'autre dans la boîte inférieure, en ayant soin de mettre les petits canaux dans le prolongement l'un de l'autre. Il enfonce alors la broche à fond et maintient le tout au moyen de serres en fer. L'ouvrier prend le moule ainsi monté, le place verticalement sur l'établi, et, le maintenant d'une main par l'un des manches de chapes, il verse de l'autre main le métal fondu dans le moule. Lorsque ce dernier se trouve rempli, l'ouvrier le couche sur ses genoux, fait tourner la broche et la tire bien droit, puis il

verse un peu d'étain dans le trou laissé par la broche et dévisse promptement les noyaux à la main seulement à l'aide des manches que portent ces noyaux. On dépouille la pièce, on savonne à nouveau les noyaux, on les réchauffe et recommence. Pour revercher sur le canal, on passe dans celui-ci un gros cordon ; et pour les trous qui

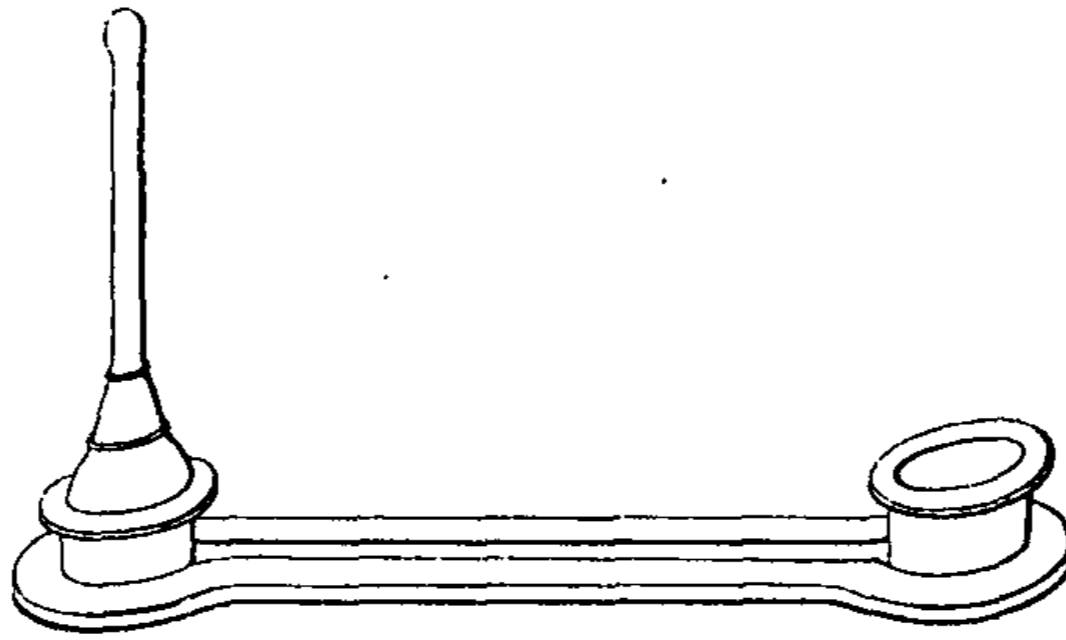


Fig. 50 bis. Canon à platine et pirouette.

peuvent se trouver sur les boîtes, on remet en place les noyaux préalablement chauffés. On apprête et répare à la main. Il ne reste plus qu'à garnir le canon à platine de sa *pirouette*, qui n'est autre chose que la canule à plaque qui se visse sur le canon à platine (fig. 50 bis).

### Robinets

Les robinets ou cannelles (fig. 51) se coulent en trois pièces séparées : la queue, le boisseau avec le bec, et la clef. Autrefois, le boisseau et le bec se coulaient séparément, puis on les soudait l'un à

l'autre. Aujourd'hui, on les obtient en une seule opération au moyen d'un moule à revider, composé de quatre pièces : deux chapes, un premier noyau réservant dans le boisseau la place de la clef et un.

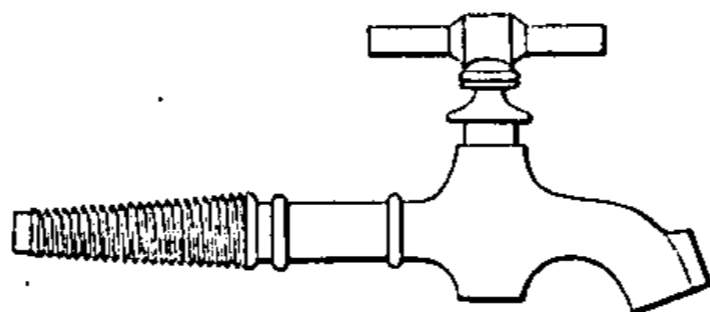


Fig. 51. Robinet.

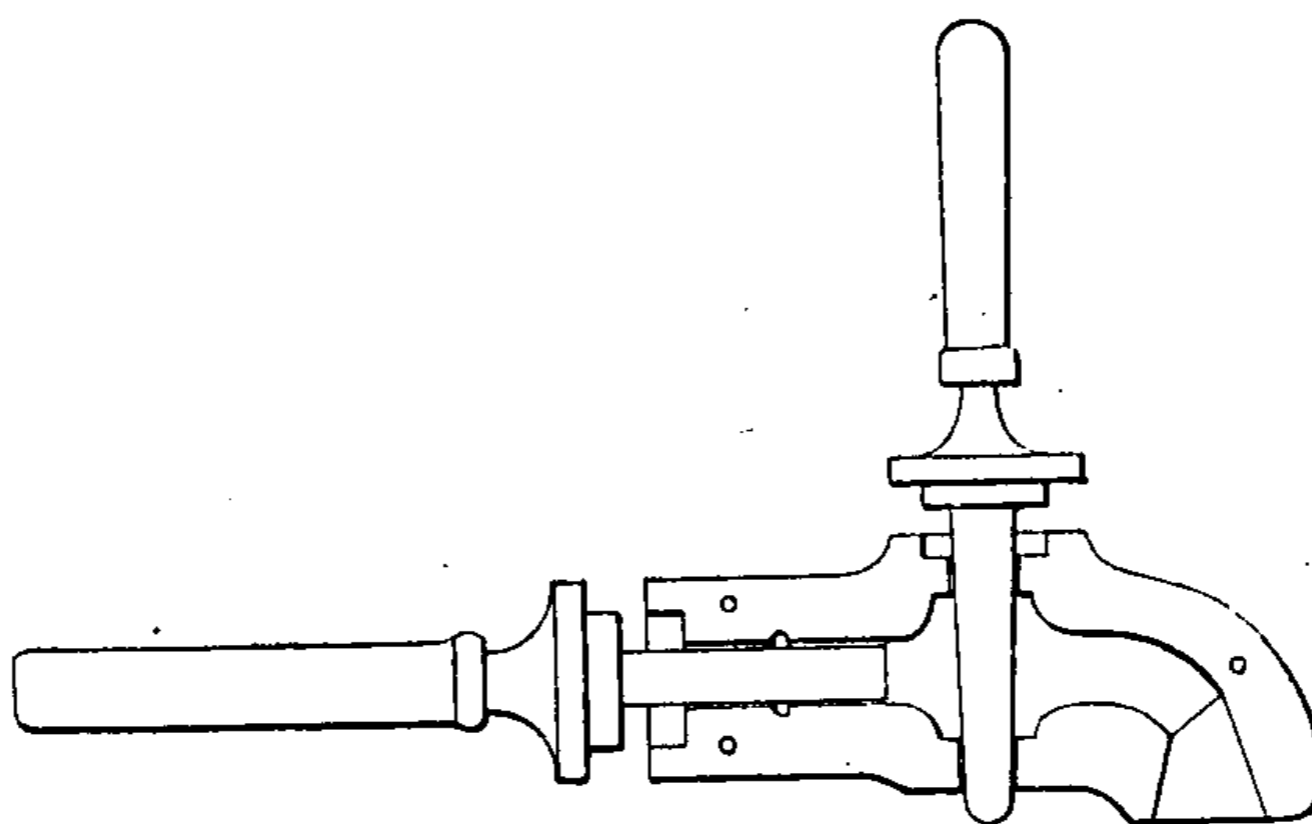


Fig. 52. Moule à revider.

second réservant le vide intérieur entre le boisseau et la queue (fig. 52 et 53). L'ouvrier ayant potayé son moule, assemblé les chapes et monté les noyaux, retourne l'ensemble sur ses genoux, de manière que l'orifice du bec se présente pour rece-

voir l'étain fondu; il verse alors le métal et, aussitôt le jet rempli, il retourne rapidement le moule de façon à verser dans sa cuiller l'étain non encore figé. On comprend qu'en opérant ainsi le bec se vide d'étain; on obtient donc le même résultat que si on avait pu mettre un noyau.

La queue ne se fond pas avec le boisseau, parce qu'on la fait habituellement d'un alliage plus dur,

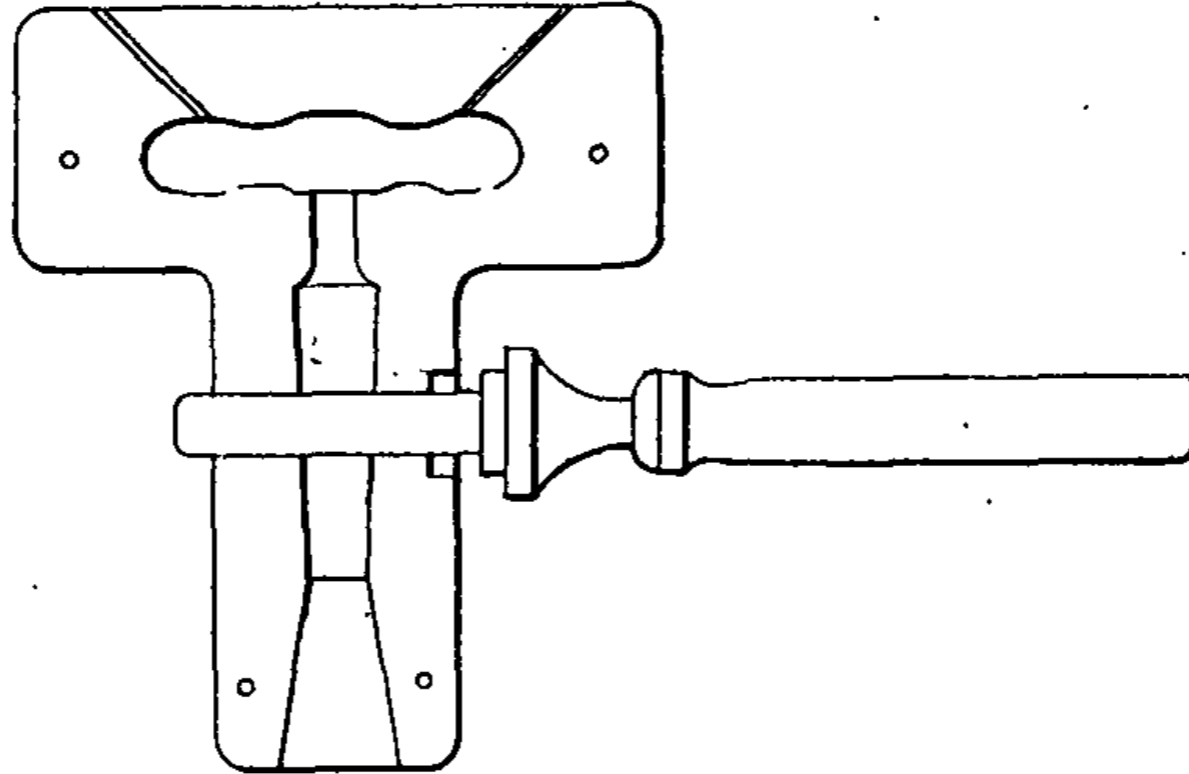


Fig. 53. Moule à revider.

renfermant de l'antimoine ou *régule*, comme on l'appelle en terme de métier. On coule donc la queue à part dans un moule formé de trois parties.

La clef enfin s'obtient au moyen d'un moule formé de deux chapes et d'une cheville pour l'orifice.

Les trois parties du robinet étant ainsi obtenues séparément, il s'agit maintenant de souder la queue et d'ajuster la clef sur le boisseau. Il faut

commencer par déboucher le boisseau, car il s'est formé au moment de la coulée une cloison entre l'extrémité du noyau, côté queue, et le corps de l'autre noyau, réservant le passage de la clef. On perce cette cloison au tour au moyen d'une mèche. Ensuite on ajuste au tour la partie qui doit entrer dans la queue au moyen de deux fraises, dont l'une la coupe de longueur et en biseau, tandis que l'autre tourne la pièce et ajuste l'épaulement. La queue porte généralement un pas de vis extérieur venu de fonderie que l'on renforce au peigne. On soude ensuite la queue au boisseau.

L'intérieur du boisseau n'a pas besoin d'être tourné, le noyau du moule est suffisamment poli pour que l'on obtienne une surface propre. De même la clef ne porte que deux fines bavures longitudinales, provenant des jointures diamétralement opposées des chapes.

On abat simplement ces bavures au grattoir sans se servir du tour.

Pour ajuster la clef, il faut tenir compte du peu de dureté du métal, il ne suffit pas comme pour les robinets de cuivre de mouiller la clef et de la saupoudrer de sable fin pour la tourner dans le boisseau, en usant les deux pièces l'une contre l'autre ; le sable s'incrusterait dans l'une, rayerait l'autre et enlèverait de petites ratures qui viendraient s'attacher ensemble sur différentes parties des deux pièces et feraient manquer l'opération. Pour remédier à cet inconvénient on savonne la clef avant de la mouiller et d'y saupoudrer le sablon ; si malgré ces précautions il s'attachait encore de ces petits grains d'étain aux parois de la clef ou du boisseau,



il faudrait les enlever à la lime et remettre du savon. Une fois la clef montée dans le boisseau on fraise en même temps, sur le tour, la base du boisseau et l'extrémité de la clef.

#### Entonnoirs (fig. 54)

Les entonnoirs se fondent en une seule fois dans des moules composés de cinq parties : deux chapes présentant intérieurement le profil extérieur de l'entonnoir, un noyau pour ménager la capacité intérieure, un fond sur lequel on fait reposer les chapes et le noyau, enfin un petit chapeau destiné à centrer le noyau ; à cet effet ce chapeau présente une cavité dans laquelle pénètre l'extrémité du noyau, en outre il se place entre les parties des chapes qui forment les jets, dans une position bien définie. Il y a deux jets symétriques l'un par rapport à l'autre.

Pour opérer la coulée l'ouvrier assemble les parties du moule, place la queue carrée du fond dans un trou ménagé à cet effet dans l'établi, et verse le métal fondu en même temps par les deux jets, il prend pour cela une cuiller dans chaque main. Quand les moules sont neufs il n'est pas besoin de serres, mais au bout d'un certain temps la fermeture devient moins sûre, on met alors deux serres. Si le métal fondu s'échappe un peu par les joints au moment de la coulée, on passe à ces endroits un chiffon mouillé placé au bout d'un petit bâton, on solidifie ainsi le métal instantanément et arrête la fuite.

Ces entonnoirs se fabriquent au moyen d'alliages, plomb et étain, dans des proportions variées ;

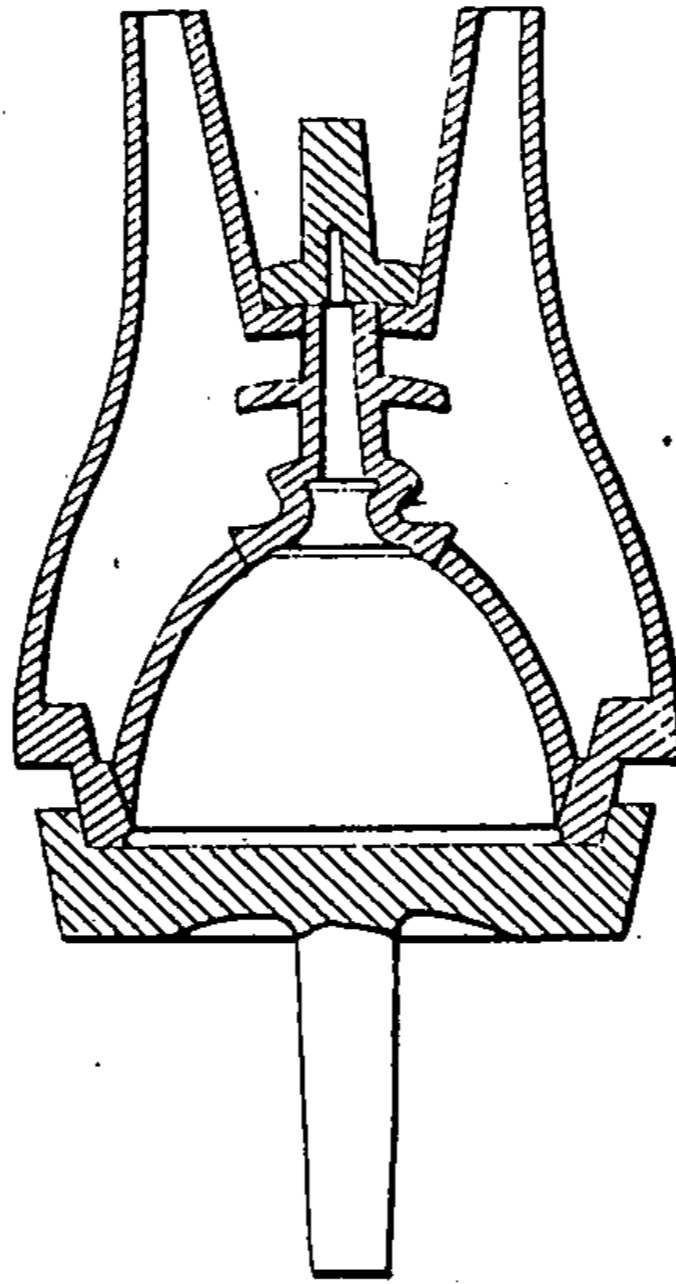


Fig. 54. Moule à entonnoir.

on en fait aussi de plus beaux, plus résistants et incomparablement plus sonores en alliant 90 parties d'étain avec 8,5 parties d'antimoine et 1,5 partie de cuivre.

Après la coulée, on casse les jets, on répare au fer et on travaille au tour comme toujours, on brunit et on polit.

### Sorbetières

Le potier d'étain fabrique des sorbetières en assez grande quantité et lutte avantageusement

contre les ferblantiers, parce que les confiseurs se rendent généralement compte de la différence de durée entre les ustensiles en étain et ceux en fer-blanc.

La sorbetière (fig. 55) est composée d'un cylindre d'étain auquel on a soudé un fond concave d'une forme sensiblement hémisphérique, et dont on a renforcé le bord ; on la munit d'un couvercle plat surmonté d'une poignée creuse demi-circulaire.

Ces sortes d'ustensiles n'ont pas de grandeur déterminée *a priori*, on les fabrique sur commande d'après des mesures données. Les potiers d'étain en ont cependant des séries de contenances usuelles depuis un litre jusqu'à dix et même vingt litres.

L'ouvrier prend une plaque d'étain d'épaisseur convenable, trace dessus le rectangle qui représente le développement du cylindre demandé et le coupe au moyen de cisailles, d'un crochet pointu, ou le plus souvent au fer. Il râpe les inégalités de façon à obtenir des bords propres et enroule ensuite cette plaque sur un rouleau de bois de diamètre correspondant, en la frappant avec un maillet, de façon que les deux petits côtés du rectangle se rejoignent. Il attache alors ces bords par quelques gouttes de soudure en interposant un drap grossier ou un feutre entre le bois

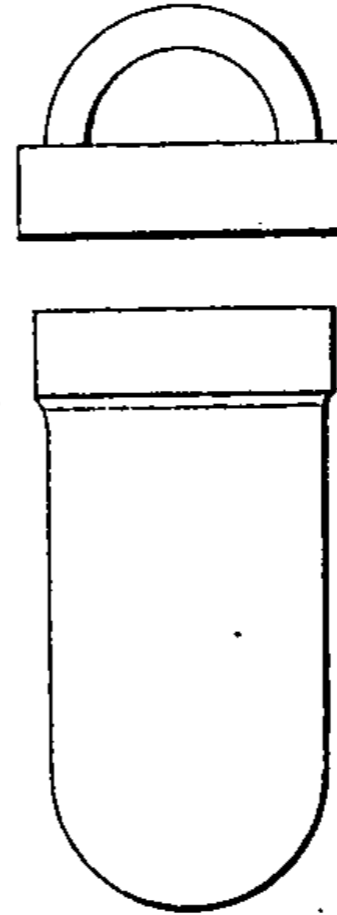


Fig. 55.  
Sorbetière.

et l'étain, puis il coule avec sa cuiller un peu d'étain dans la jointure pour effectuer la soudure et passe le fer à souder tout du long. Pour obtenir un cylindre aussi parfait que possible, il passe cette pièce à la presse : c'est une simple vis à filets

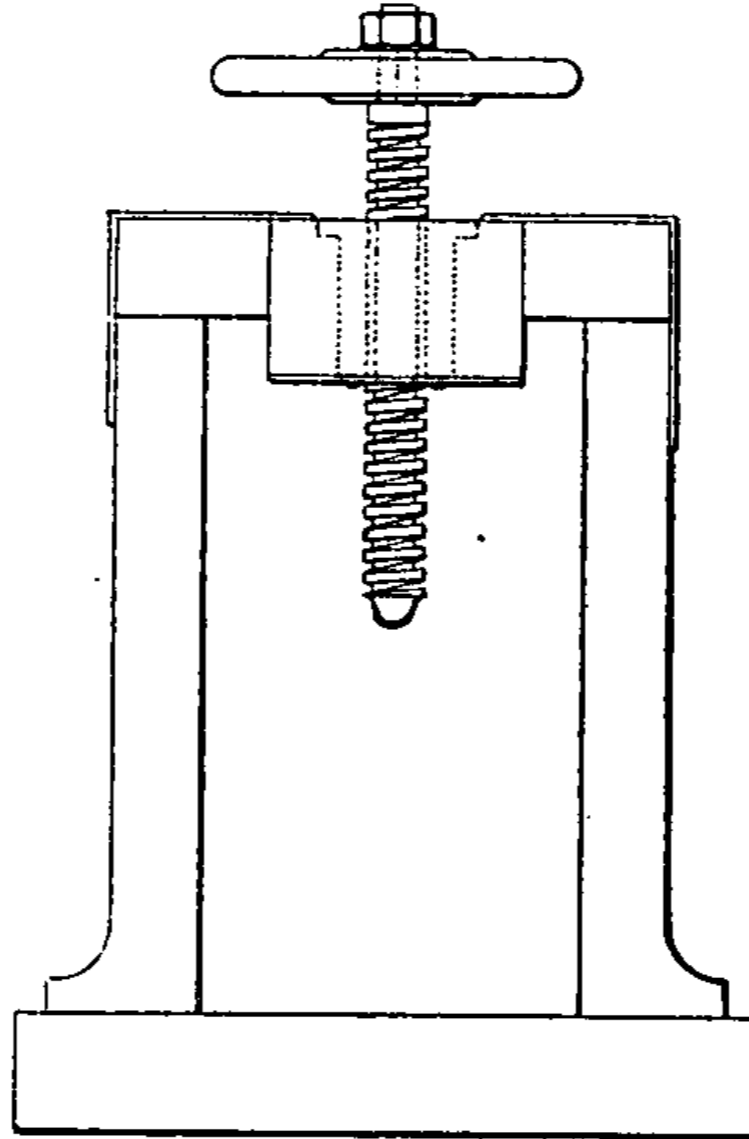


Fig. 56. Presse.

carrés qui traverse un bâti grossier muni de deux coussinets formant écrou ; une des extrémités de la vis porte un petit volant de manœuvre (fig. 56). On place le cylindre debout et on introduit à sa partie supérieure un disque de bois dur du diamètre voulu pour le cylindre ; on interpose entre la vis de la presse et le disque, une forte rondelle de bois

pour répartir la pression et on fait descendre à force le disque dans le cylindre. On soude ensuite sur l'un des bords du cylindre et extérieurement un cercle d'étain destiné à renforcer la pièce.

C'est afin de pouvoir travailler dans de bonnes conditions ces ustensiles au tour que l'on se donne la peine de bien les arrondir. On les monte sur le tour sur un calibre, pour ébaucher aussi bien intérieurement qu'extérieurement.

Cette opération terminée, on fait le fond : l'ouvrier coupe dans une plaque d'étain de même épaisseur que le cylindre, un cercle de diamètre nettement supérieur à celui du cylindre, puisque le fond doit être concave ; la pratique indique pour chaque grandeur de sorbetière le diamètre convenable. On emboutit cette rondelle sur le tas à forger de manière à obtenir un fond du diamètre du cylindre, les bords s'aplatissent dans cette opération et prennent une forme irrégulière, ils servent de soudure : on attache en effet les deux pièces à réunir, au moyen du fer, on garnit le joint de feutre et on soude.

Le couvercle se compose d'une rondelle plate sur laquelle on soude une bande d'étain enroulée préalablement en cercle. On le travaille au tour pour le finir, ainsi que la sorbetière, puis on met la poignée du couvercle. Celle-ci se fait de forme rectangulaire ou demi-circulaire. Dans le premier cas elle se compose de trois petits tubes coupés à 45 degrés et soudés entre eux ; dans le second elle se coule dans un moule à revider formé de deux chapes se joignant dans le plan de symétrie de la poignée (fig. 57) ; dès que l'étain commence à se

figer, on retourne le moule de façon à rejeter l'étain encore liquide et à obtenir une poignée creuse, plus légère et moins coûteuse. Pour souder cette poignée sur le couvercle, on opère de la manière suivante : on garnit intérieurement d'une petite bande de feutre ou de carton les deux bouts de la poignée ; on la pose sur le couvercle dans la

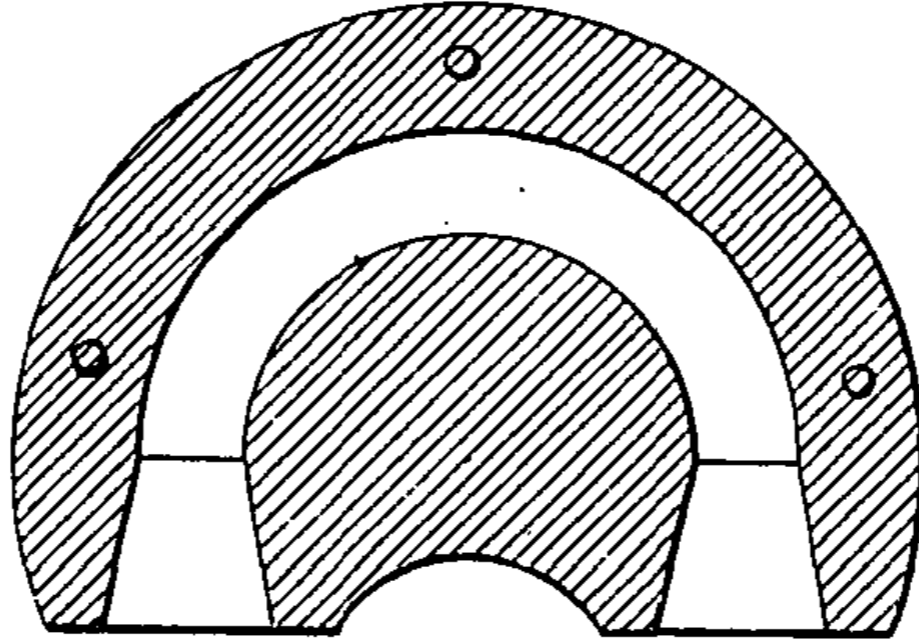


Fig. 57. Moule à revider.

situation qu'elle doit y garder et on l'y attache par quelques gouttes d'étain ; ensuite on l'entoure en dehors de terre à pot bien battue que l'on pose sur le couvercle à quelque distance de la poignée ; on pratique un petit canal dans ce cercle de terre et on le prolonge au moyen d'une carte pliée que l'on enfonce dans la terre. L'ouvrier applique alors à l'intérieur du couvercle, vis-à-vis de la poignée, un fort tampon de drap grossier, et verse de l'étain fondu et bien chaud, dans l'espace qu'entoure le cercle de terre, en quantité suffisante pour faire fondre les parties de la poignée et du couvercle

qui se trouvent en contact. L'étain superflu coule pendant ce temps par le canal dans une bassine que l'ouvrier tient sur ses genoux. On recommence pour le second pied de la poignée, ce que l'on a fait pour le premier, il ne reste plus qu'à râper la soudure et gratter les parties défectueuses.

Il faut que cette opération soit bien faite, car la poignée est soumise à un certain effort de torsion lorsqu'on imprime à la sorbetière un mouvement circulaire dans la glace. De plus, le couvercle doit bien serrer la sorbetière afin qu'il ne s'en sépare pas dans ce mouvement.

#### Appareil à glacer (fig. 58)

Actuellement on fabrique beaucoup de sorbetières destinées à être mues mécaniquement, par l'intermédiaire de trains d'engrenage : à cet effet, on soude au fond de la sorbetière et intérieurement une tige pleine en étain placée dans l'axe de l'ustensile, et sur laquelle on cale extérieurement au récipient une petite roue d'engrenage. On complète le tout par un couvercle conique échancré. On groupe ces sorbetières par deux ou par quatre dans un grand récipient renfermant de la glace pilée ou grossièrement concassée.

Les sorbetières de très petite capacité se coulent directement comme les mesures.

#### Plaques d'étain

Les plaques dont nous avons vu un usage tout à l'heure, s'obtiennent très facilement au moyen de moules constitués de la façon suivante : deux

plaques de fonte ou châssis plans sont placés verticalement l'un contre l'autre, le long d'un mur ; on laisse entre ces deux châssis une distance déterminée au moyen d'un cadre en fer à trois côtés seulement, qui limitera la course de l'étain et don-

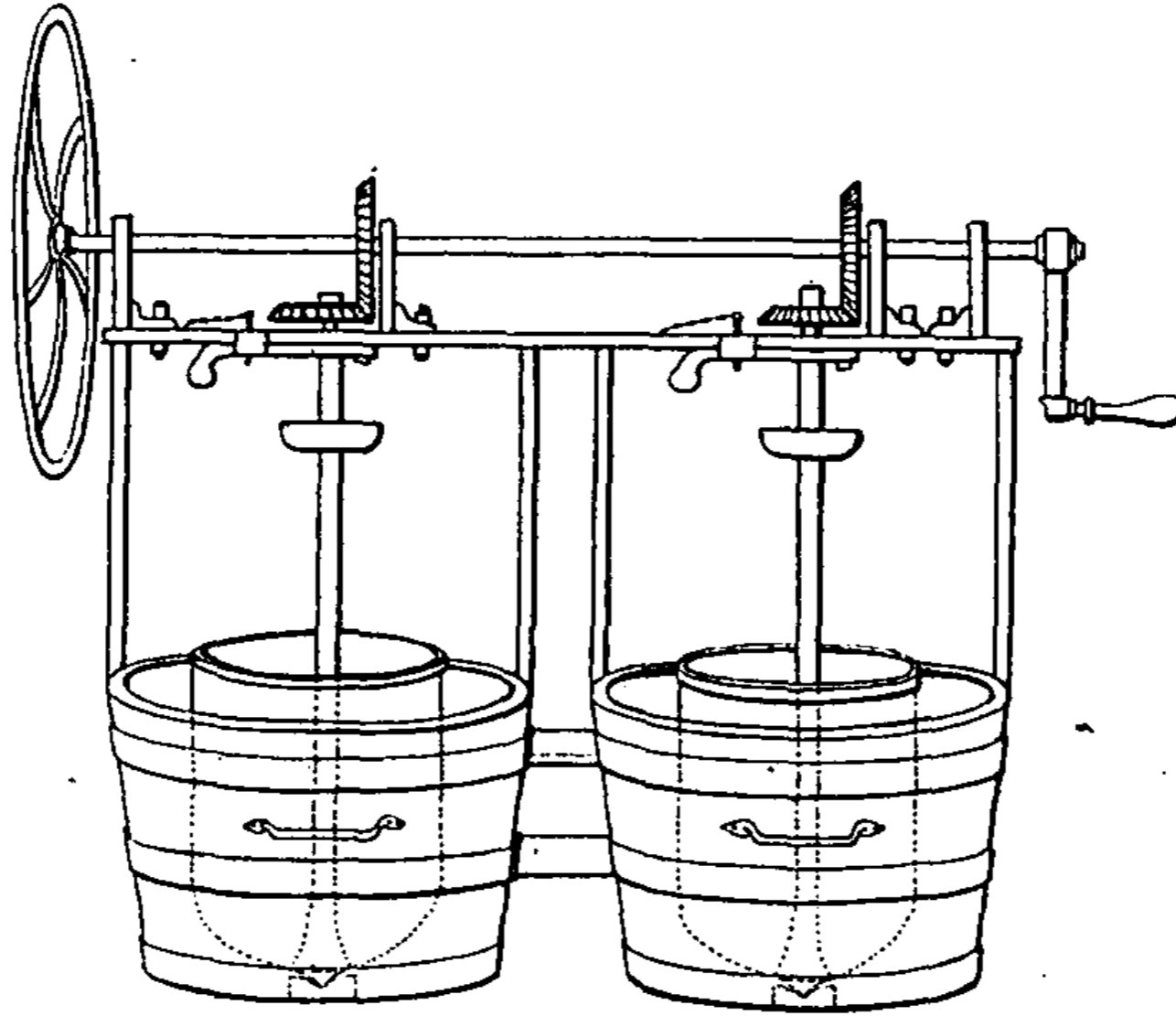


Fig. 58. Appareil à glacer.

nera à la plaque l'épaisseur voulue ; ce cadre est muni de deux poignées.

On commence par garnir chacun des châssis d'une feuille de papier mince pour empêcher la formation de trous dans la plaque d'étain, on met le cadre et on maintient l'ensemble au moyen d'une forte traverse en bois traversée par deux vis et serrée par deux gros écrous à oreilles, exté-



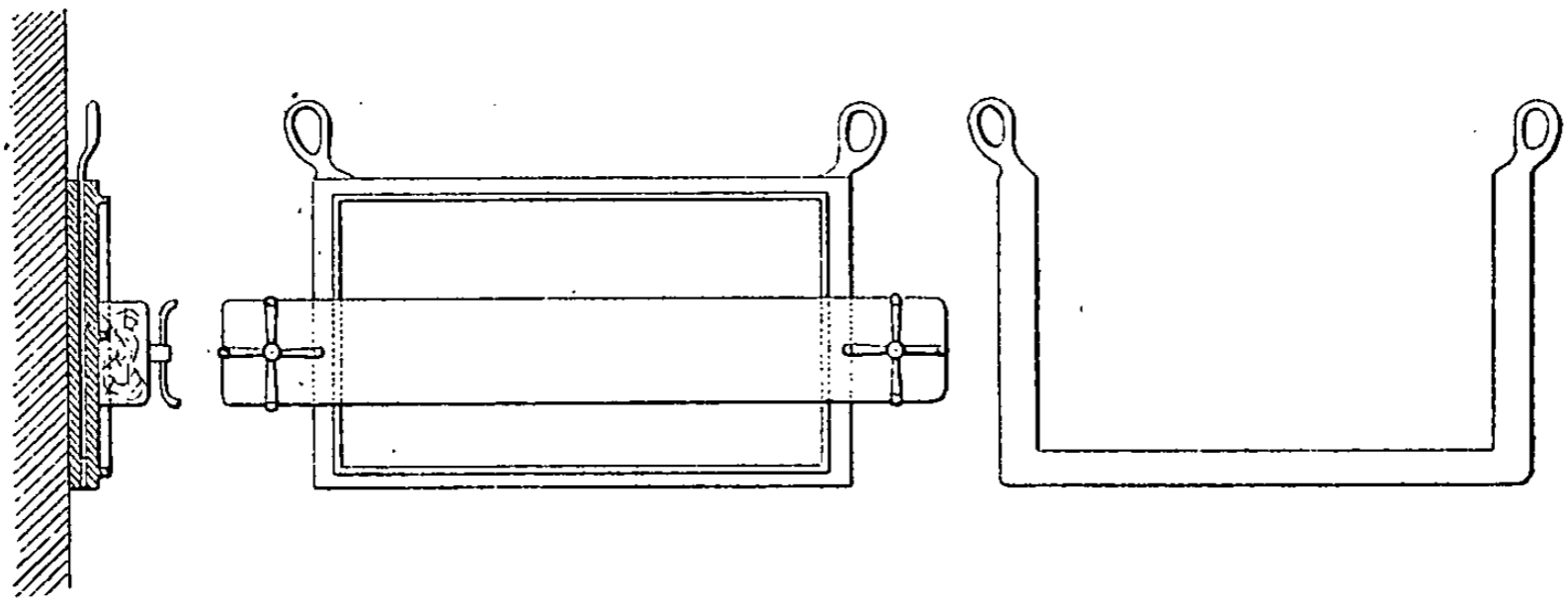


Fig. 59.

Fig. 60.

Fig. 59 et 60. Moule pour fabriquer les plaques d'étain.

rieurs aux châssis. On coule le métal à la partie supérieure, dans le vide laissé entre les plaques de fonte par l'épaisseur du cadre (fig. 59 et 60).

#### Théières (fig. 61 et 62)

Les théières présentent diverses formes : on en fait des rondes qui peuvent se travailler au tour, on en fait aussi à pans ou à côtes qui se réparent à la main après soudure, l'intérieur étant tourné auparavant avec des frisoirs. On les soude soit au chalumeau, pour les petits ustensiles, quand on ne

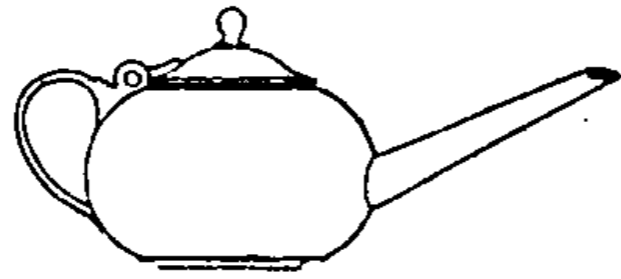


Fig. 61.  
Cuiller à malade.

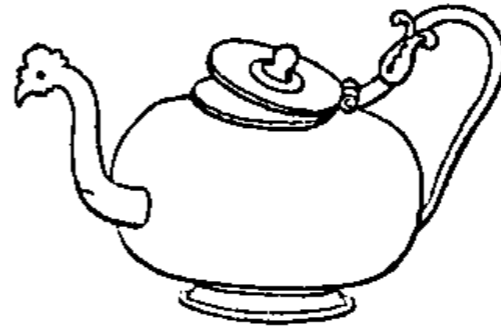


Fig. 62.  
Théière ronde.

peut y introduire la main, soit au fer en appliquant à l'intérieur un tampon de drap, ou en remplissant la théière de sciure humide et tassée après avoir attaché les parties à réunir par quelques points de soudure.

Une bonne méthode pour que la soudure ne se voie pas en dedans, consiste à faire fondre du suif dans le joint après avoir attaché les pièces par quelques points de soudure, puis à verser intérieurement un brouet de terre franche sur une largeur de quelques centimètres tout du long du joint. On laisse sécher et l'on soude au fer sans rien mettre de plus à l'intérieur.

Après soudure, on lave pour dissoudre la terre.

Les cordons et filets qui terminent la théière et son couvercle se polissent avec un morceau de bois blanc et de la ponce pilée et délayée dans de l'huile. On les essuie bien ensuite, on les enduit, au moyen d'une spatule, de tripoli délayé dans l'huile et on les frotte fortement avec un chiffon de laine. On termine en essuyant la pièce avec un linge fin et du blanc d'Espagne. On peut polir de cette manière la pièce entière.

Le *brasseron*, ou col de cygne, se soude à la théière au chalumeau. On met une anse en bois ou bien en étain, mais dans ce cas on garnit l'anse d'osier pour ne pas se brûler. Ces anses d'étain se jettent en particulier et se soudent au chalumeau ou bien comme a vu dans l'étude fondamentale.

Pour les anses en bois, on les fixe au moyen de goupilles en étain à chacune de leurs extrémités dans une douille coulée sur le ventre et sur le haut de la gorge de la théière. La douille supérieure porte une charnière pour recevoir le couvercle, ou bien la charnière fait partie du corps de la théière ; il arrive aussi que le couvercle est indépendant de la théière.

#### Moines (fig. 63)

Les *moines* sont des vases longs et cylindriques que l'on emplit d'eau bouillante et que l'on place dans les lits pendant l'hiver. Ces ustensiles se composent simplement d'un cylindre portant à une extrémité un fond et à l'autre un petit col dans lequel se visse un bouchon muni d'un anneau. On en fait d'ailleurs de diverses formes, le modèle ordi-

naire se rapproche de celle d'une bouteille, c'est-à-dire présente à la partie supérieure entre le bouchon et le cylindre une partie emboutie.

Le cylindre peut se couler dans un moule de grosse seringue, ou bien on le construit comme les sorbetières au moyen de plaques roulées. On soude

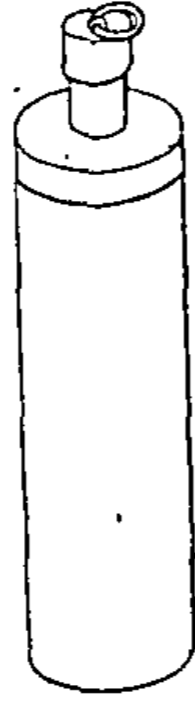


Fig. 63. Moine modèle ordinaire.

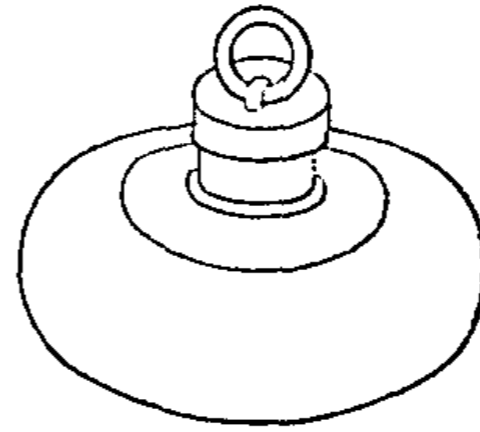


Fig. 64. Boule de lit ronde.

ensuite les fonds, le fond supérieur portant un collet à vis pour recevoir le bouchon. Le modèle « Corlieu » a les deux fonds plats.

Les *boules de lit* (fig. 64 et 65), rondes ou ovales, servent au même usage ; elles affectent la forme d'une sphère ou d'un ellipsoïde écrasé et se font en deux parties que l'on soude vers le milieu.

Le moule de la partie inférieure comprend deux pièces, celui de la calotte supérieure en comprend quatre à cause du petit col à vis. Après avoir soudé les deux parties on les tourne.

Le bouchon fileté qui ferme la boule est sur-

monté d'une petite boule dans laquelle on passe un anneau.

On fait encore des *boules à eau chaude*, forme ba-

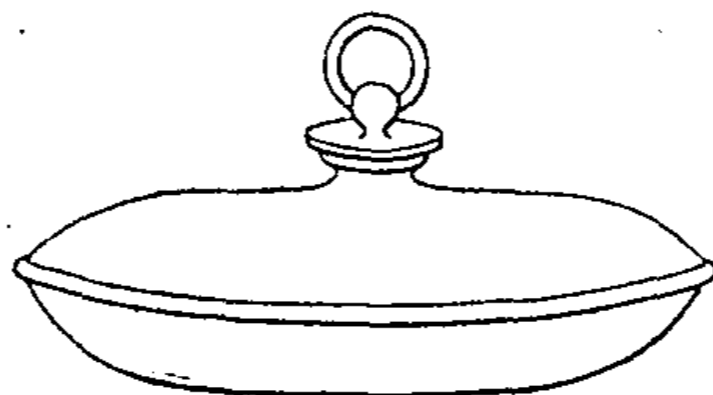


Fig. 65. Boule de lit ovale.

*hut* (fig. 66), elles présentent une face plane de forme rectangulaire, servant de base.

On soude une plaque d'étain à une autre que l'on

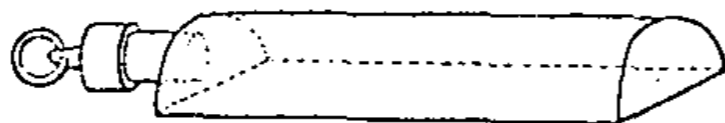


Fig. 66. Bahut.



Fig. 67. Coffret.

apréalablement emboutie convenablement. On complète l'ustensile par deux autres petites plaques latérales également soudées. Enfin on soude à la partie supérieure du cintre un collet à vis pour le bouchon fileté. On peut également placer ce collet à vis sur l'une des petites faces latérales.

**Coffret (fig. 67)**

C'est encore un instrument servant au même usage que les précédents, il affecte une forme presque cubique, la face qui porte le collet à vis est seulement légèrement cintrée. Ces objets servant à bassiner les lits peuvent présenter toutes les formes intermédiaires aux formes types que nous venons d'indiquer ; on fait par exemple des bahuts à base carrée, des boules plus ou moins aplaties, etc. ; l'ouvrier travaille selon son goût et son habileté, il peut faire avec son étain tout ce que le menuisier fait avec ses planches, tout ce que le faïencier fait avec sa pâte.

**Réchaud**

Les réchauds à eau chaude ne sont autre chose qu'un cylindre très aplati surmonté d'un couvercle également peu élevé ; on l'emplit d'eau bouillante par un orifice pratiqué dans le couvercle, et au moyen de deux petites poignées latérales on le transporte sur la table pour y recevoir les plats et les garder chauds. Ce genre d'ustensile ne se fabrique plus aujourd'hui, même chez les vieux potiers d'étain.

**Bassins de lit (fig. 68 et 69)**

On fait des bassins de lit, à l'usage des malades, avec un bord rond ou un bord plat ; dans ce dernier cas le bassin peut ne porter qu'un rebord intérieur ou bien au contraire il porte un bord plus large dépassant le bassin à l'extérieur. Les bassins à bord rond s'emploient sans bourrelets, ceux à

bords plats nécessitent l'emploi d'un bourrelet de maroquin bourré de crin.

Le bassin à bord plat, qui est le plus usité, se compose de trois parties coulées chacune dans un

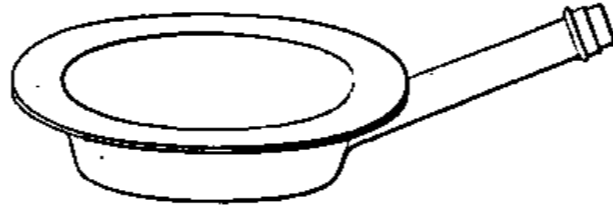


Fig. 68. Bassin de lit à bord plat.

moule spécial et soudées ensuite entre elles, et d'une boîte à vis qui ferme la douille ou poignée de l'ustensile. Les trois parties sont : le fond, le bord et la douille. Le moule du fond est analogue

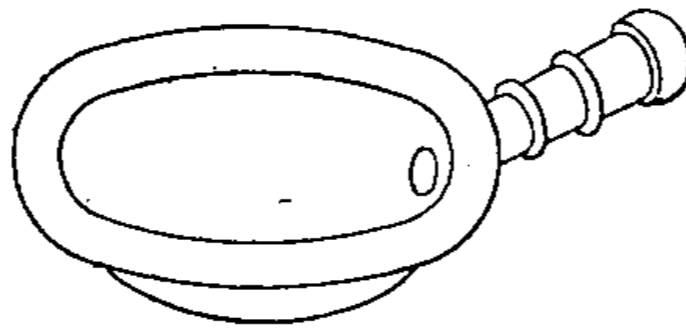


Fig. 69. Bassin de lit à bord rond.

à celui d'une assiette, c'est-à-dire en deux parties, celui du bord aussi. Lorsque ces deux pièces sont coulées, on les apprête, on les tourne en dedans comme en dehors, puis on les soude. On monte l'ensemble sur un calibre creux pour tourner la soudure en dedans.

La douille se prend ordinairement d'une petite seringue à moins d'avoir un moule exprès ; l'ouvrier la tourne avant de la souder au bassin, il échancre avec le fer à souder le bout non fileté de

façon à former un bec ; avec la râpe demi-ronde il achève de l'ajuster au profil du bassin sur lequel il l'applique, tandis qu'avec une pointe à tracer il suit sur le bassin le pourtour du bec de la douille. Il enlève ensuite avec le fer la partie comprise à l'intérieur du trait et égalise à la râpe les bords de l'ouverture obtenue. Il soude alors la douille au bassin : pour cela il commence à l'attacher au bassin avec trois ou quatre gouttes d'étain réparties sur le joint, il applique intérieurement un morceau de drap fort tenu par une réglette de bois qui s'appuie par son autre extrémité en un point diamétralement opposé du bassin et il soude au chalumeau avec une baguette d'étain les parties situées dans l'angle aigu ; il passe le fer sur le reste, et pour donner plus de solidité à l'ensemble, il attache encore la douille au bord du bassin par une forte goutte d'étain. On répare ensuite à la main, au moyen de la râpe et du grattoir, la soudure et la goutte. Il ne reste plus qu'à garnir la douille de sa boîte à vis ; cette boîte se jette dans un moule de deux pièces et se travaille comme les boîtes de seringues.

Parmi les ustensiles d'hôpitaux que l'on fabrique avec l'étain, citons encore les urinoirs, les vases de nuit, les crachoirs avec ou sans couvercles. Ces objets s'obtiennent facilement lorsqu'on sait faire ceux que nous avons décrits.

---



## CHAPITRE V

Réglementation relative aux mesures  
à liquides

Les mesures, depuis le double-litre jusqu'au centilitre, devront être construites exclusivement en étain et auront la forme d'un cylindre dont la hauteur intérieure sera double du diamètre. On pourra les établir avec ou sans anses et les terminer par un rebord formant un bec allongé et par un couvercle fixé au moyen d'une charnière à la partie supérieure de l'anse.

Les mesures, à partir du demi-décalitre jusqu'au double-hectolitre, devront présenter la forme d'un cylindre de diamètre égal à la hauteur intérieure, conformément aux dimensions indiquées dans le tableau annexé au règlement relatif aux mesures pour matières sèches.

Elles pourront être fabriquées en cuivre, tôle, fonte ou fer battu, mais sous la réserve expresse de prévenir par l'étamage ou par un autre procédé, toute altération de nature à présenter des dangers au point de vue de l'alimentation.

Voici les dimensions que doivent avoir les mesures à liquides au-dessus du double-litre :

Noms des mesures	Hauteur et diamètre.		
Demi-décalitre. . . . .	125	millimètres,	3 dixièmes.
Décalitre. . . . .	233	—	5 —
Double-décalitre. . . . .	294	—	2 —
Demi-hectolitre. . . . .	399	—	3 —
Hectolitre. . . . .	503	—	1 —
Double-hectolitre . . . . .	634	—	—

Ces mesures devront porter le nom qui leur est propre, inscrit en caractères lisibles, ainsi que la marque du fabricant. En outre, elles devront porter deux gouttes d'étain pour faciliter l'application des poinçons de vérification.

Les autres mesures, celles en étain garnies ou non de couvercles et d'anses, doivent également porter leurs noms inscrits lisiblement à 1/10 environ de la hauteur totale, à partir du bord supérieur.

*Décision ministérielle du 5 août 1854 (Heurtier).*

— Les anses et crochets n'étant que des accessoires qui ne modifient ni n'altèrent en rien la forme et les dimensions des mesures, il n'y a nul inconvénient à permettre que les doubles-litres et les litres en fer-blanc, destinés à la vente du lait, soient, comme les mesures plus petites, garnis indistinctement d'anses ou de crochets. Ceux qui rempliront l'une ou l'autre de ces conditions devront donc être admis dorénavant à la vérification.

*25 mai 1856.* — Les mesures en fer-blanc destinées au mesurage des liquides en général et notamment des huiles et de l'alcool peuvent être reçues à la vérification même au-dessus du double-litre et par conséquent pour les contenances moindres, lorsqu'elles réunissent les conditions de forme, de solidité, de salubrité et de précision exigées par les règlements. (Rouher).

*11 juin 1858.* — Les mesures en fer-blanc ayant la forme et des dimensions des mesures en étain doivent être garnies aux deux extrémités et au mi-

lieu d'un cercle renforcé, et l'épaisseur du fer-blanc servant à leur construction doit être de 0<sup>mm</sup> 7 au moins. (Rouher).

*16 novembre 1861.* — Admission des mesures en tôle étamée. Les mesures à liquides, même celles destinées au mesurage du lait pourront, être faites en tôle étamée. (Rouher).

*12 août 1862.* — Le sieur Giovanna, potier d'étain à Apt, a présenté au ministère :

1° Des mesures en fer-blanc, avec fond et rebord supérieur en étain ;

2° De grandes mesures en fer-blanc, auxquelles il adapte un rebord ou cercle supérieur mobile.

Adopté après proposition du Comité consultatif des Arts et Manufactures. Les mesures de Giovanna dont le fond et le bord supérieur sont en étain, ne sont susceptibles d'aucune description particulière. En raison de la plus grande solidité qu'elles acquièrent par l'étain dont elles se composent en partie, elles sont dispensées du cercle du milieu.

Quant aux autres, elles ne diffèrent des mesures réglementaires que par le cercle apposé extérieurement à leur partie supérieure et qui ne change en rien ni les dimensions ni la forme de la mesure légale. Ce cercle est soudé à la base et libre par le haut, présentant ainsi un interstice ou rainure qui règne tout autour de la mesure : cette rainure est destinée à recevoir un autre cercle mobile excédant la mesure et ayant pour but d'empêcher, dans le transport, le déversement des liquides.

Le cercle ou collet mobile muni d'un cercle n'est qu'un accessoire qui, ne faisant pas corps avec la mesure, ne doit recevoir aucune marque de vérification ou de poinçonnage. (Rouher).

28 mai 1874. — Admission d'un hectolitre en tôle étamée pour les liquides. (Demande de MM. Ravanier et Vaillat).

Une gouttière ou rigole circulaire, placée concentriquement au rebord supérieur, reçoit le trop-plein de la mesure et le déverse par un petit tube fixé verticalement au corps de la mesure. L'hectolitre, fixé sur un trépied, est consolidé par un cerceau en fer placé extérieurement sur le milieu de sa hauteur. Il est manœuvré par deux poignées ou anses rivées à sa partie supérieure au moyen de clous en cuivre. Toutes les surfaces qui doivent être en contact avec le liquide : l'intérieur du vase et du robinet de vidange, sont étamées.

L'usage s'est établi d'employer, pour le mesurage des grandes quantités de liquide et le jaugeage des fûts de vaste contenance, des appareils nommés *dépotoirs* et qui consistent dans des cuves où se transvasent les liquides dont on veut mesurer la quantité. Ces appareils portent latéralement un tube de cristal qui communique avec le liquide de la cuve, de telle sorte que la hauteur du niveau dans le tube indique la hauteur du niveau dans la cuve. La quantité ou contenance à mesurer se lit et s'évalue en décalitres et en litres sur une échelle jointe au tube latéral et graduée à cet effet (Pris dans une circulaire du 17 décembre 1875, ministère C. de Meaux).

*2 décembre 1878.* — Admission d'un décalitre en fer-blanc pour liquides. Modèle présenté par M. Labbé, vérificateur des poids et mesures. Cette mesure porte à sa partie supérieure un rebord avec bec destiné à faciliter le mesurage, le transport et le transvasement. Ce qui la distingue des instruments similaires, c'est que le rebord supérieur est muni de deux œillères latérales destinées à être ordinairement fermées, mais pouvant s'ouvrir à l'occasion pour permettre aux vérificateurs de mesurer les diamètres supérieurs de la mesure sans le secours d'aucun autre instrument que la jauge du nécessaire de vérification. De plus, il existe entre ce rebord et le corps de la mesure un canal de déversement à pente légère, destiné à recevoir le trop-plein qu'un petit robinet, placé verticalement au point le plus bas du canal, permet de faire écouler à volonté (fig. 70 et 71).

*15 février 1884.* — Les mesures de capacité pour liquides, soit en fer-blanc, soit en étain, dans lesquelles l'anse fermée serait remplacée par une anse à crochet, seront dorénavant admises. (Ch. Hérisson).

*21 février 1884.* — Les mesures en étain présentent, au point de vue salubrité, plus de garanties que les mesures en fer-blanc et de plus les premières, par leur forme cylindrique oblongue, offrent sur les mesures en fer-blanc, dont le diamètre égale la hauteur, les avantages d'un mesurage plus exact. D'où adoption des mesures en étain pour la vente du lait.

*Décret du 30 janvier 1902 (Carnot).*

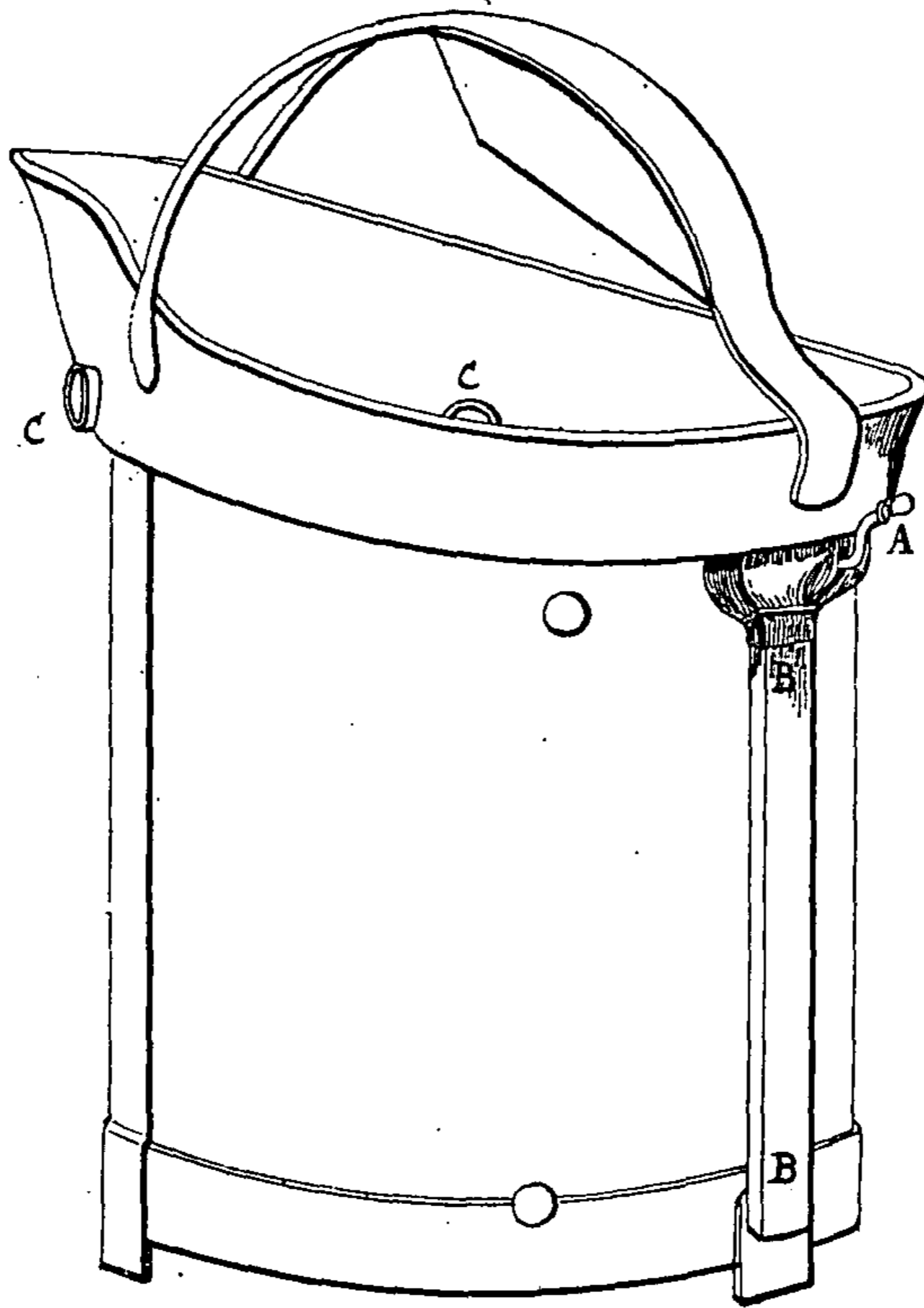


Fig. 70. Décalitre de Labbé (1878).

LÉGENDE. — A, clé du robinet donnant passage à l'excédent de liquide. Cet excédent s'écoule par une rigole pratiquée entre le col et le bord supérieur de la mesure en inclinant vers le robinet. — B, tube par où s'écoule l'excédent et communiquant avec le dessous de la mesure. — C, œils servant à passer la jauge et fermant au moyen de bouchons à vis.

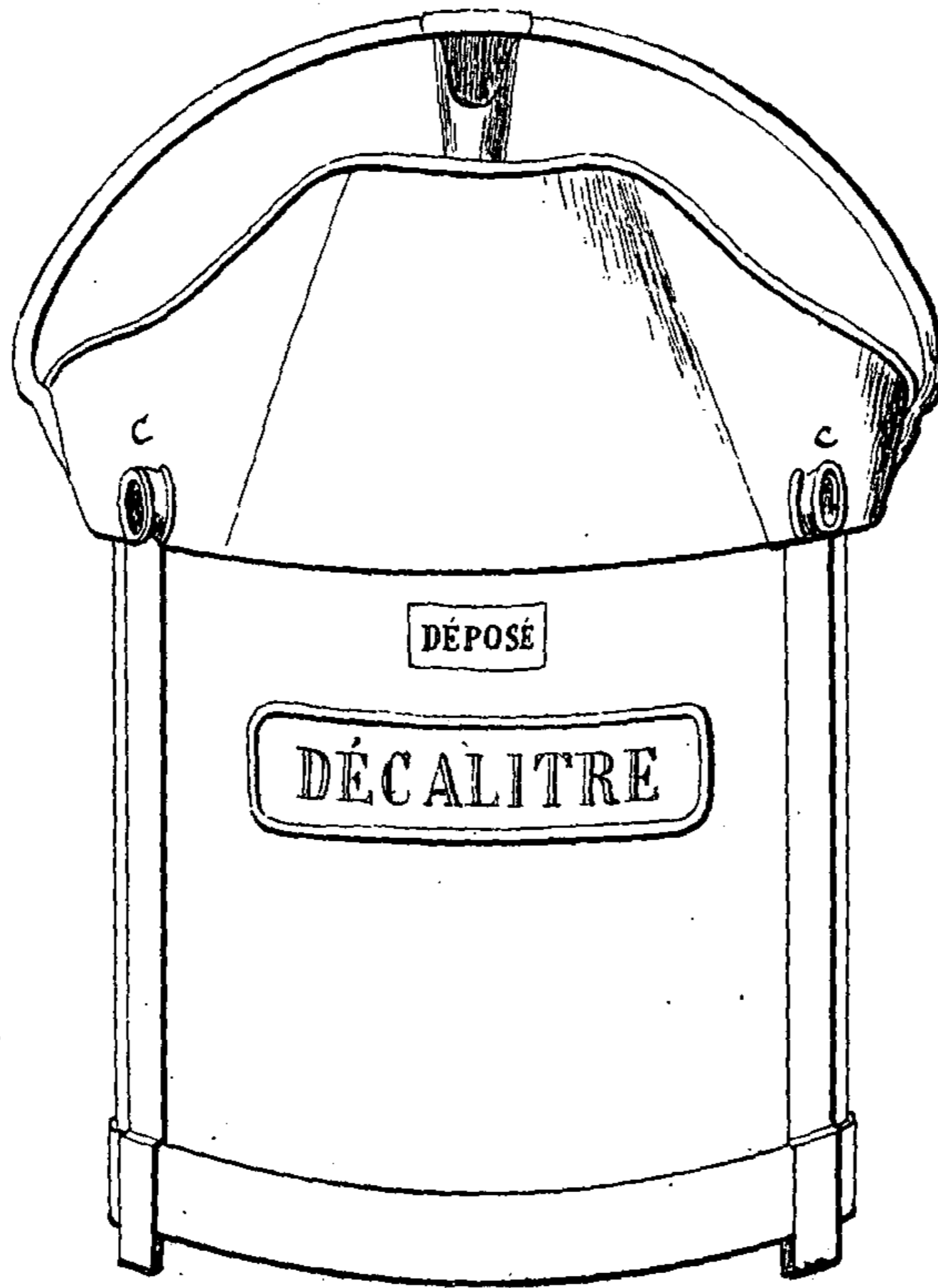


Fig. 71. Décalitre de Labbé (1878).

ART. 1<sup>er</sup>. — L'emploi du nickel pur est autorisé pour la construction des mesures de capacité destinées au mesurage des liquides.

*Potier d'étain.*

ART. 2. — Après l'expiration d'un délai de trois mois à partir de la promulgation du présent décret, les mesures en étain présentées à la vérification première ne pourront être fabriquées avec un alliage contenant plus de 10 0/0 de plomb ou des autres métaux qui se trouvent ordinairement alliés à l'étain dans le commerce.

ART. 3. — Il n'est pas dérogé aux dispositions des tableaux et instructions annexés à l'ordonnance du 16 juin 1839, en ce qui concerne la forme, les dimensions et les autres garanties que doivent présenter les mesures de capacité mentionnées au présent décret.

25 mars 1896 (Mesureur). — Epaisseur des feuilles en fer-blanc, tôle étamée et nickel pur employées dans la fabrication des mesures de capacité.

L'emploi du fer-blanc, tôle étamée et nickel pur continuera d'être autorisé pour les mesures à liquides depuis le double-hectolitre jusqu'au centilitre.

Les mesures à liquides en fer-blanc, tôle étamée et nickel pur dont la hauteur sera double du diamètre devront être garnies aux extrémités et au milieu d'un cercle renforcé.

(Voir Tableau de l'épaisseur des mesures,  
page suivante.)



Désignation des mesures.	Minimum d'épaisseur en centièmes de millimètres des métaux employés (fer-blanc, tôle étamée, nickel pur).
—	—
Double-hectolitre: . . . . .	120
Hectolitre.. . . . .	90
Demi-hectolitre. . . . .	90
Double-décalitre . . . . .	50
Décalitre. . . . .	50
Demi-décalitre. . . . .	50
Double-litre . . . . .	50
Litre. . . . .	38
Demi-litre . . . . .	38
Double-décilitre.. . . . .	38
Décilitre. . . . .	32
Demi-décilitre . . . . .	32
Double-centilitre. . . . .	28
Centilitre. . . . .	28

*Décalitre et demi-décalitre*, système Fleury, pour liquides. Autorisé le 3 novembre 1897 (Ministère Boucher).

Sur le corps de ces deux mesures sont pratiquées mécaniquement des cannelures circulaires parallèles entre elles et aux deux bases du cylindre. Elles forment relief à l'intérieur et délimitent ainsi des capacités de 1 litre chacune. Leur diamètre est de 4 millimètres et elles sont numérotées à partir du fond le long de quatre génératrices du cylindre.

Pour que le mesurage fractionnel soit exact, il faut que le liquide recouvre la cannelure correspondante, c'est-à-dire atteigne le pied de la génératrice du cylindre immédiatement supérieur. Les deux mesures conservent le diamètre réglementaire, mais leur hauteur se trouve légèrement

augmentée par compensation des reliefs intérieurs faits par les cannelures.

*Décalitre du Syndicat général de l'industrie fromagère de l'Est, admis le 17 novembre 1899 (fig. 72, 73, 74). Décalitre Ripert, autorisé le 13 janvier 1900 (Ministère Millerand): — C'est un décalitre en fer-*

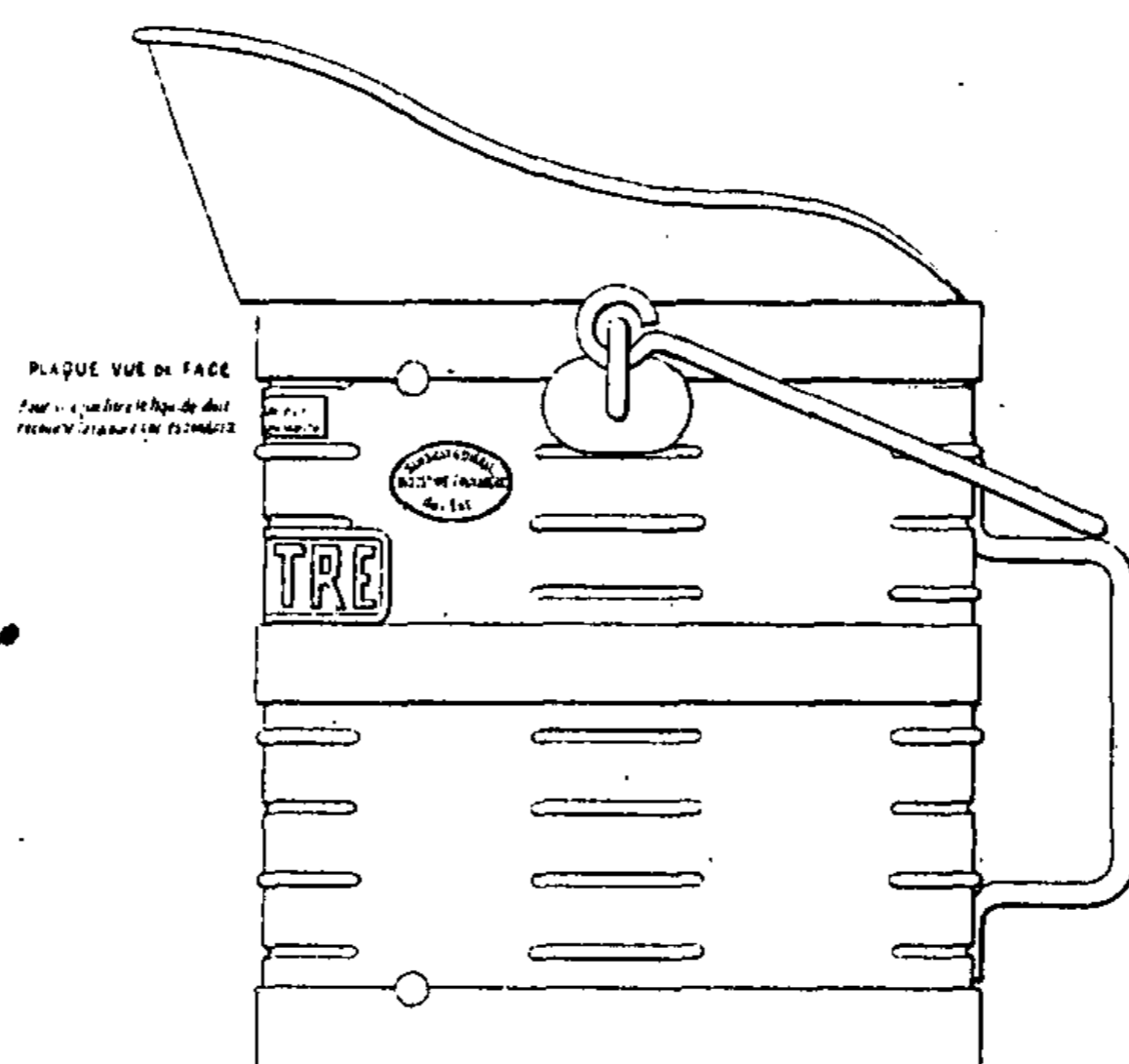


Fig. 72. Décalitre du Syndicat général de l'industrie fromagère de l'Est, admis le 17 novembre 1899 (élévation).

blanc destiné au mesurage des liquides et plus particulièrement du lait.

1° A l'intérieur, il existe des rainures tant convexes que concaves, qui auront pour section une demi-circonférence de 4 millimètres de diamètre ;

2° Cette mesure portera une inscription lisible au-dessus de la dénomination, pour indiquer l'endroit précis des segments de tore formés par les rainures que le niveau du liquide doit atteindre pour les différentes capacités partielles ;

3° Fournir au bureau des poids et mesures une

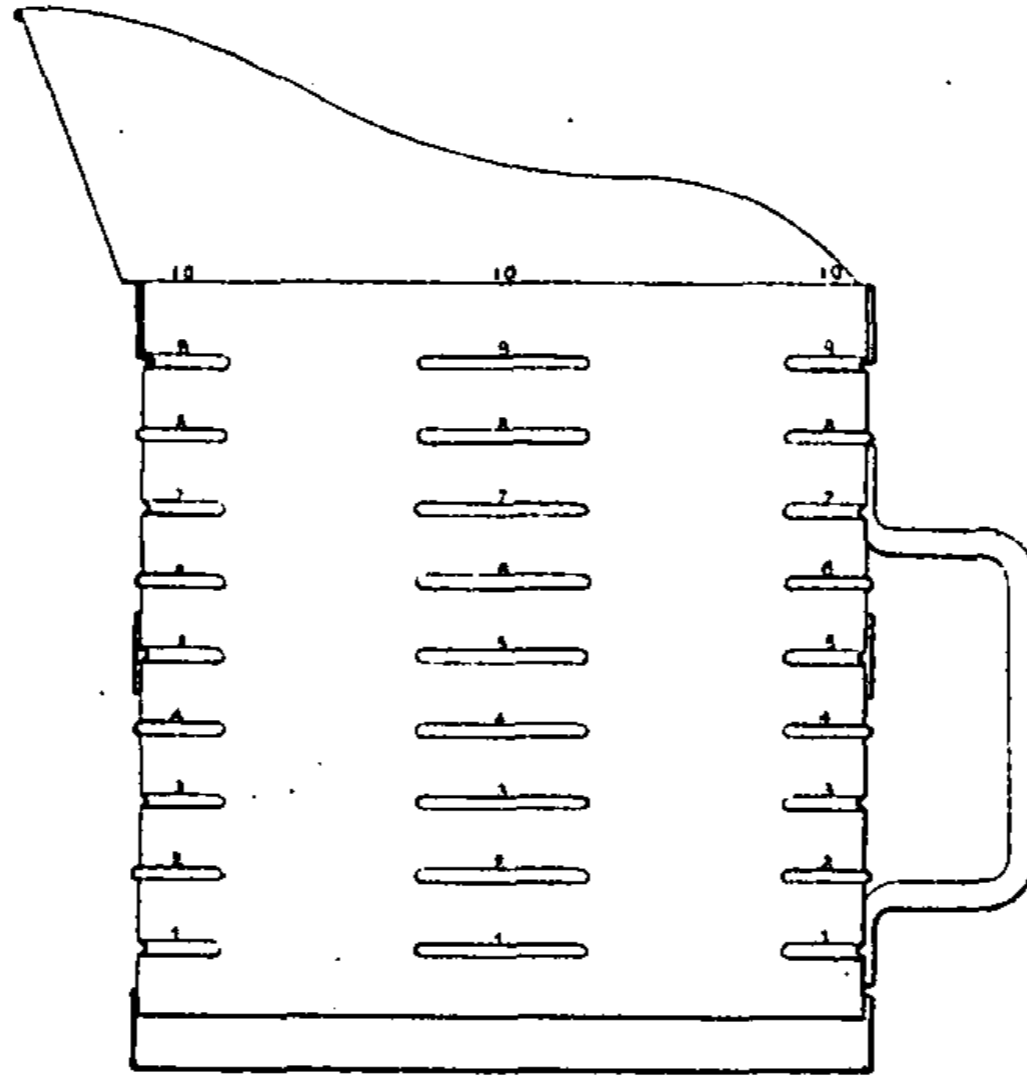


Fig. 73. Décalitre du Syndicat général de l'industrie fromagère de l'Est, admis le 17 novembre 1899 (coupe).

jauge en cuivre ou en acier de 2 millimètres d'épaisseur, poinçonnée.

*Décret du 24 avril 1900 (M. Loubet).*

Les mesures d'un double-hectolitre, d'un hectolitre et d'un demi-hectolitre spécialement destinées

au mesurage du lait, pourront affecter la forme d'un cylindre droit à base circulaire de 35 centimètres de diamètre à l'intérieur et dont la hauteur sera déterminée par empotement du liquide. Ces mesures, à l'extérieur, seront munies latéralement d'un tube de cristal gradué servant d'échelle et formant avec elles un vase communiquant. Le tube portera, à sa partie inférieure, un robinet de vidange.

Le corps de la mesure sera en fer-blanc, il pourra être aussi en tôle ou cuivre *étamés fin* à

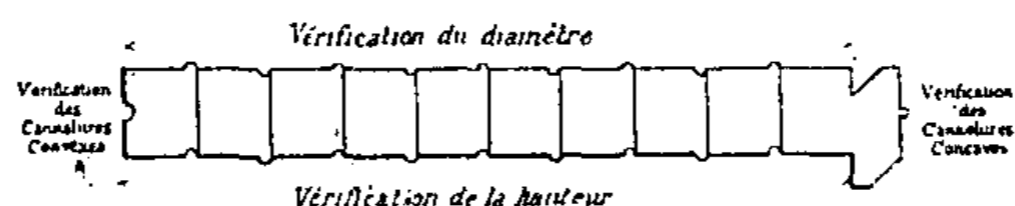


Fig. 74. Décalitre du Syndicat général de l'industrie fromagère de l'Est, admis le 17 novembre 1899 (jauge).

l'intérieur. Les parties du robinet de vidange en contact avec le liquide devront être également étamées.

Un robinet obturateur placé en-dessous du robinet de vidange permettra le nettoyage du tube en cristal servant d'échelle.

La capacité réglementaire sera assurée au moyen d'une gouttière ou rigole circulaire placée concentriquement au rebord supérieur de manière à recevoir le trop-plein et à le déverser au dehors par un canal libre ou fermé à l'aide d'un obturateur d'un nettoyage facile.

Le diamètre intérieur du tube latéral ne pourra être inférieur à 18 millimètres.

L'échelle sera toujours montante et graduée par litre sur toute son étendue, les divisions de cette échelle seront gravées et numérotées sur le tube même ; les creux formés par les traits et les chiffres seront recouverts de vermillon broyé à l'huile.

Le zéro de l'échelle ainsi que la dernière division seront reproduits sur deux plaques de cuivre reliées invariablement au cylindre par de fortes attaches rivées à l'intérieur de la mesure.

Une goupille de plomb pour le poinçon de la marque première sera déposée sur la plaque inférieure ; la dénomination légale de la mesure, la marque du fabricant et la goupille réservée au poinçon annuel se trouveront sur la plaque supérieure.

---

## CHAPITRE VI

### Étains d'art

---

SOMMAIRE. — I. Fabrication. — II. Retouche et finissage.  
— III. Patine.

On fait en étain les mêmes objets d'art qu'avec le bronze, leur valeur marchande est la même, et nombre d'amateurs préfèrent l'étain au bronze. L'étain possède en effet la propriété de prendre très bien le poli, sans cependant donner lieu à des brillants, comme l'argent, par exemple ; il étale en quelque sorte la lumière sur sa surface et n'offre à l'œil que des ombres douces, parfaitement

dégradées qui donnent à l'ensemble une souplesse remarquable. En outre il se patine très bien.

### I. FABRICATION

Cette fabrication diffère à tous points de vue de celle de la poterie d'étain ordinaire, et souvent les différences sont profondes. Il ne s'agit plus de mouler rapidement et par séries des objets de forme simple, astreints seulement à des conditions de volume et de solidité, il faut produire une œuvre qui semble avoir été ciselée par le sculpteur lui-même.

Le sculpteur apporte son idée, sa création : après avoir modelé sa terre, il fait un moule en sable et y coule du plâtre. C'est ce moulage, finement retouché par le sculpteur, que l'industriel achète et reproduit fidèlement.

L'installation comporte un atelier de moulage, un atelier de retouchage et finissage et un magasin pour les modèles et les pièces terminées prêtes à livrer à la vente.

L'atelier de moulage (fig. 75 et 76), renferme un fourneau horizontal en briques réfractaires chauffé généralement au coke et soufflé au moyen d'un ventilateur ; dans ce fourneau se placent les creusets en plombagine ou en terre réfractaire destinés à la fusion de l'étain.

On emploie ce métal pur et non allié au plomb ou à divers autres métaux, comme pour la poterie ordinaire. On pose le creuset sur une grille par l'intermédiaire d'un *fromage*. Le fourneau est recouvert d'une hotte de grandes dimensions, desti-

née à recueillir les fumées produites pendant la fusion.

A côté du fourneau se trouve l'étuve formée simplement d'une capacité en tôle garnie intérieure-

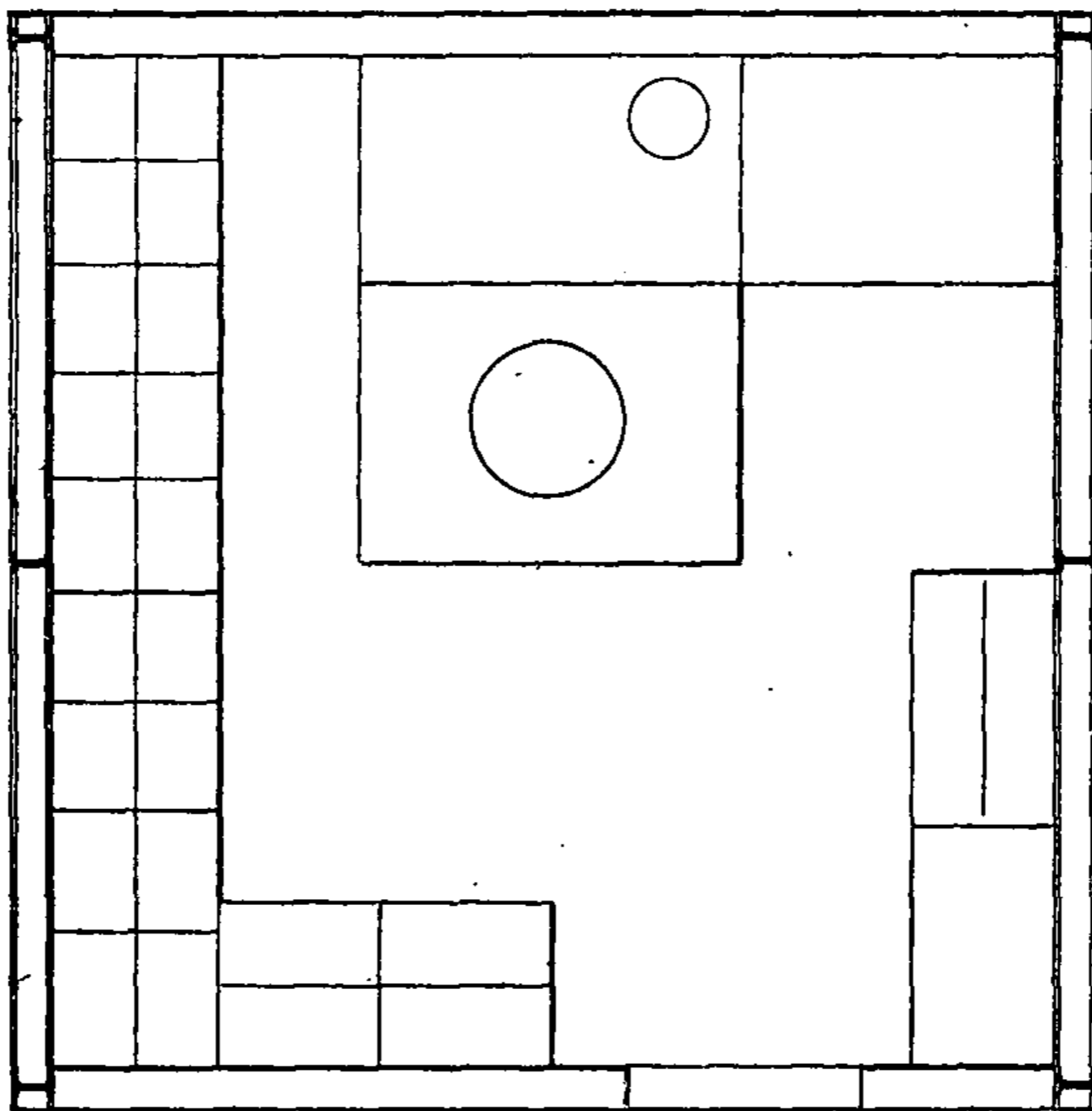


Fig. 75. Atelier de moulage (plan).

ment de matériaux réfractaires. On place dans cette étuve les châssis pour faire sécher les moules, il y a à cet effet des supports transversaux et de grandes grilles pleines de coke enflammé. On laisse généralement les moules une nuit dans l'étuve, le coke se consume peu à peu et la tempé-

rature se maintient d'une façon suffisante. On ne met dans cette étuve que les châssis de dimensions ordinaires. Mais lorsqu'on doit couler de grosses pièces, il faut employer une disposition spéciale : on a construit au milieu de l'atelier une fosse dans

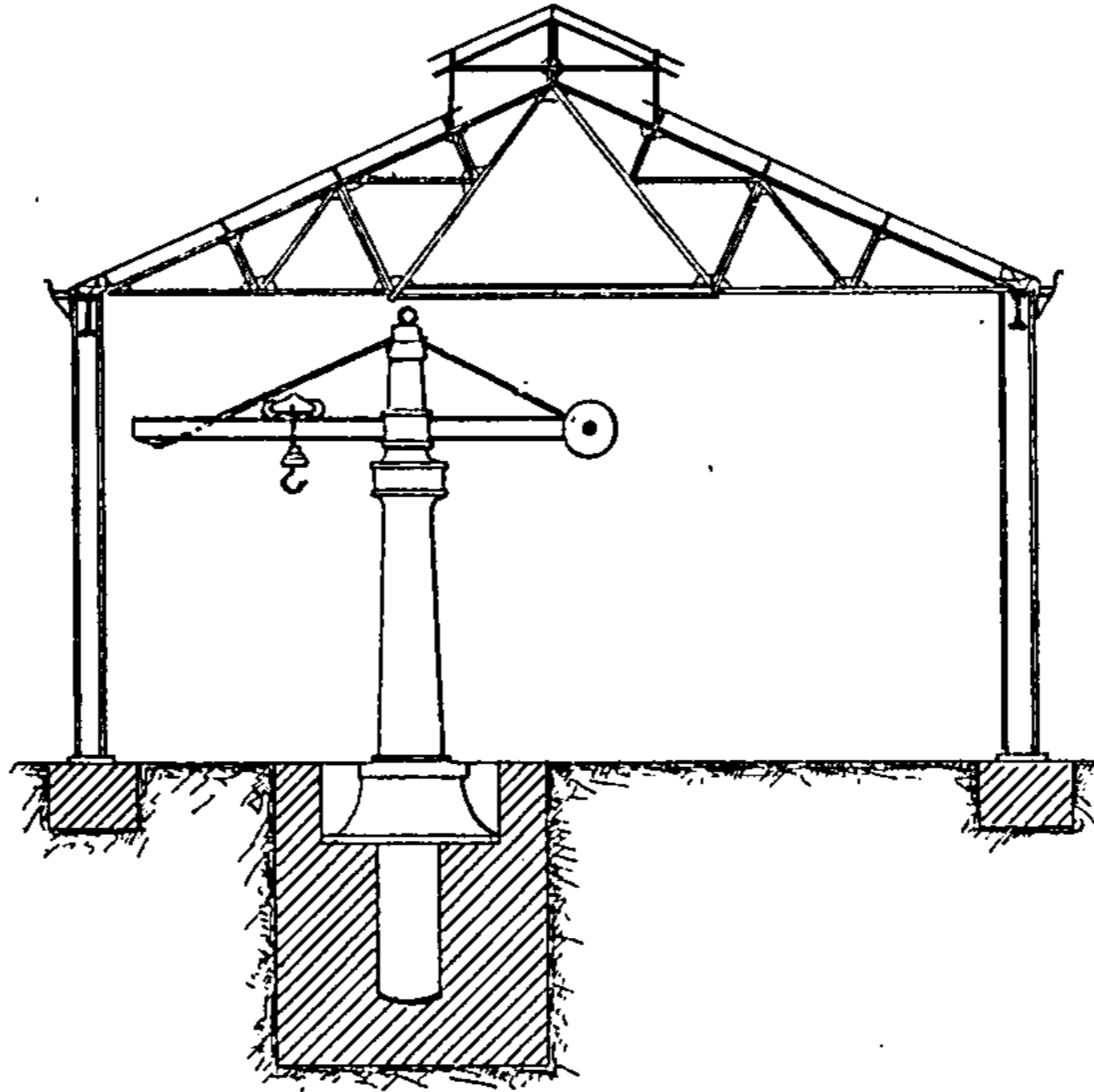


Fig. 76. Atelier de moulage (coupe verticale).

laquelle on allume du feu pour faire sécher le moule ; on place les châssis qui composent ce dernier au-dessus de la fosse ; une cheminée évacue à l'extérieur les produits de la combustion. Pour mettre en place d'aussi grands moules, l'atelier doit



disposer d'une grue à pivot, ou même d'un petit pont-roulant si la production de grosses pièces est importante. Dans le premier cas on actionnera le ventilateur à l'aide d'un petit moteur à gaz, de quelques chevaux ; dans le second on se servira d'un petit moteur électrique.

Dans l'un et l'autre cas, le moteur actionnera également un crible en forme de tambour, dont la grille est inclinée sur la direction de l'axe du cylindre de façon à ce que le sable introduit à une extrémité soit entraîné vers l'autre.

Le sable employé pour le moulage doit être d'une grande finesse, c'est celui de Fontenay-aux-Roses qui convient le mieux. Il ne peut être question de se servir de machines, l'opération demande un soin tout particulier et une grande habileté professionnelle. Les châssis dont on se sert sont en tous points semblables aux châssis ordinaires de fonderie. Le serrage du sable sur le modèle doit se faire uniquement à la main et très minutieusement. On n'emploie qu'une seule fois le modèle en plâtre acheté au sculpteur, on en tire une épreuve en bronze que l'on donne au ciseleur qui la retouche complètement. C'est ce bronze qui sera utilisé ensuite pour obtenir toutes les reproductions en étain. Le nombre de ces reproductions dépend essentiellement de la vente, le fabricant n'en fait pas une série, parfois même il n'en exécute qu'une ou deux, puis un peu plus tard, l'objet ayant été remarqué, les commandes règlent la marche de la fabrication.

On creuse dans le moule un ou plusieurs trous de coulée, des événements et des repères comme nous

l'avons vu dans les études précédentes. Il arrive souvent que pour la commodité du travail, pour sa bonne exécution, il faut faire un modèle démontable et le serrer dans le sable pièce à pièce ; ainsi par exemple si l'on veut faire une petite statue équestre, on placera d'abord le corps et les membres du cheval, puis sa tête, puis la jambe du cavalier, en terminant par le corps de ce dernier. Cette manière d'opérer ne doit pas être confondue avec celle qui s'impose dans le cas d'une statue de grandes dimensions, grandeur naturelle par exemple ; il faut alors faire un certain nombre de moules et couler séparément les différentes parties qui composeront le motif ; puis on assemble le tout au moyen de goujons dont on détermine à l'avance les emplacements ; on complète l'assemblage et on en assure la solidité en brasant les joints.

La généralité des objets nécessite l'emploi d'un noyau de sable ; par exemple on ne fera pas massif le corps d'un cheval, le buste d'un homme. Pour retirer le noyau après la coulée, on perce un orifice dans le métal, à un endroit susceptible d'être réparé facilement, et avec un crochet on fait sortir le sable.

La coulée se fait à la manière ordinaire. Lorsqu'on coule de grosses pièces, on place au-dessus du moule un châssis muni d'un fond, lequel est percé d'un orifice que l'on fait correspondre au jet. Cet orifice est fermé par un tampon de fer prolongé par un long manche de bois. On verse dans ce châssis le métal en fusion, en quantité suffisante pour remplir le moule, on recouvre sa surface de charbon de bois enflammé pour empêcher

l'oxydation et maintenir la température ; puis on soulève le tampon.

Le métal se répand dans le moule ; s'il est en quantité insuffisante, on s'empresse de nourrir la pièce. On laisse ensuite refroidir et l'on procède au démoulage.

## II. RETOUCHE ET FINISSAGE

L'objet passe alors au retouchage. On commence par le débarrasser au burin des jets et des défauts grossiers, puis on le travaille au ciseau. Il faut

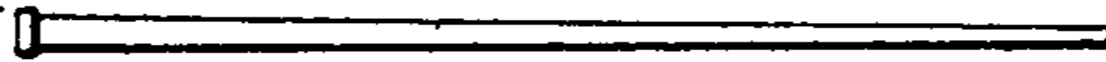


Fig. 77. Ciseau à froid.

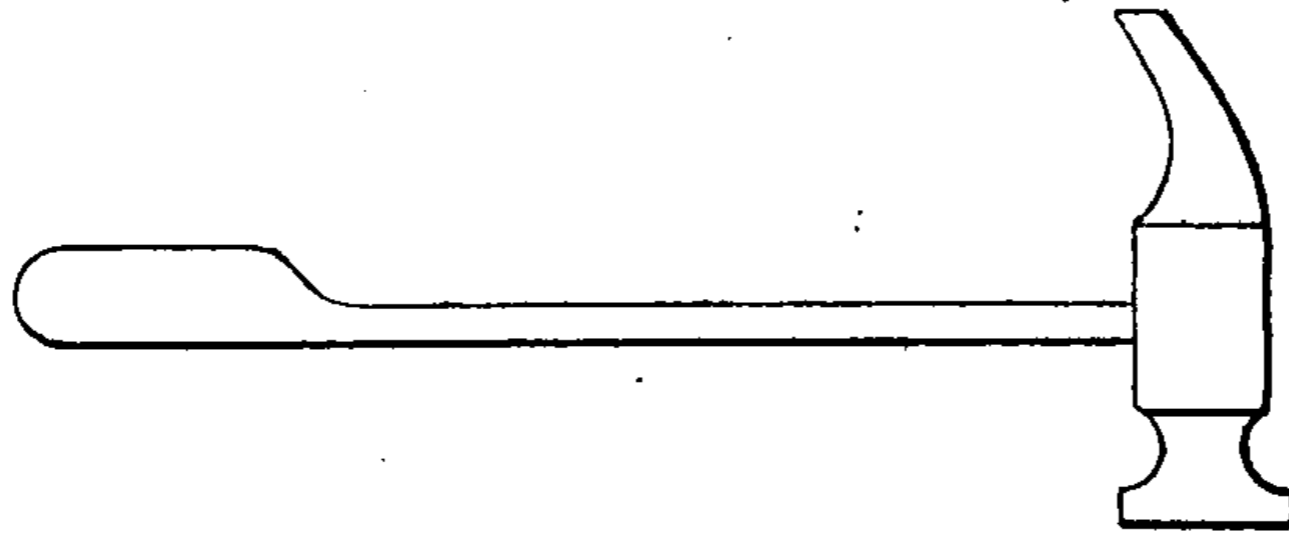


Fig. 78. Marteau.

pour cela des ouvriers très habiles, de véritables artistes épris de leur art. Ils se servent de petits ciseaux à froid (fig. 77), très légers et de plus en plus fins, sur lesquels ils frappent avec de petits marteaux dont la tête ressemble à celle des mar-

*Potier d'étain.*

leaux de cordonnier et dont le manche très délié se termine par une partie plus large destinée à être prise en main (fig. 78). Le ciseleur emploie au début un grattoir analogue à celui dont se servent les ouvriers qui dressent des surfaces de bronze (ajusteurs); il enlève avec ce grattoir

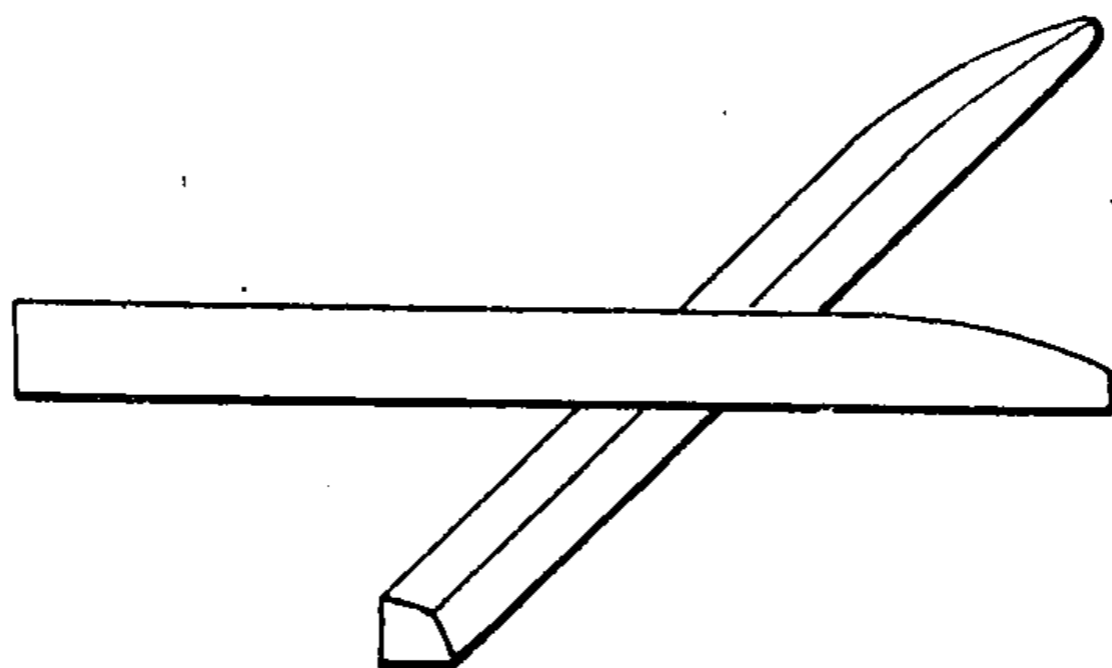


Fig. 79. Grattoir.



Fig. 80. Brunissoir.

(fig. 79), la peau de la pièce et la débarrasse des principales irrégularités; il cisèle ensuite, d'abord avec un outil dont la partie travaillante est rectangulaire, puis avec une série d'autres ciseaux dont le biseau s'accroît, la partie travaillante se réduisant pour finir à une ligne. Lorsque la netteté voulue est atteinte, on efface avec une sorte de brunissoir (fig. 80), les traces du ciseau; l'outil en

question est une tige d'acier légèrement courbée, ayant à son extrémité un biseau parfaitement arrondi. L'ouvrier tenant ce brunissoir dans la main gauche, appuie cette main contre une partie saillante de la pièce et avec la main droite dirige l'extrémité de l'outil vers le point à polir, puis il imprime à l'autre extrémité un mouvement de va-et-vient comme s'il voulait creuser la pièce. Ce travail de finissage est très long et très délicat, c'est lui quidonne aux objets d'art cette douceur d'exécution, ce modelé si parfait que l'on accorde aux étains.

### III. PATINE

Après ce finissage, beaucoup de pièces sont livrées au commerce ; d'autres sont patinées.

La patine varie avec les artistes, et chacun garde son secret. Nous ne pouvons que donner à ce sujet des indications générales. L'opération est assez complexe, on ne saurait mieux la comparer qu'aux savants mélanges de couleur des artistes peintres ; à part qu'on ne fait pas entrer en jeu seulement certains vernis, mais encore et surtout toute la gamme des nuances que l'on peut obtenir avec le feu et les acides. On attaque en effet la surface du métal pour obtenir une patine durable ; on conçoit que la température, la durée de l'attaque, sont des facteurs importants pour la production des couleurs. On se sert souvent aussi de terres spéciales que l'on fait pourrir et avec lesquelles on frotte les pièces pour produire des dégradés et adoucir certaines teintes trop crues.

---

# DEUXIÈME PARTIE

## FABRICATION DES POIDS ET MESURES

---

### CHAPITRE VII

#### Métallurgie du fer

---

**SOMMAIRE.** — I. Généralités. — II. Procédé direct d'extraction du fer. — III. Procédé indirect. — IV. Fabrication de la fonte de fer. — V. Affinage de la fonte. — VI. Fabrication de l'acier au creuset. — VII. Acier. — VIII. Classification industrielle des fers et aciers du commerce.

#### I. GÉNÉRALITÉS

La métallurgie du fer, ou sidérurgie, est l'art d'extraire le plus économiquement possible le fer de ses minerais et de le transformer en fers et aciers du commerce, à l'usage de la construction et de la mécanique. C'est un art en même temps qu'une industrie. Depuis 1878 surtout, la fabrication en grande masse des aciers, la création des aciers spéciaux, la thermo-chimie et la physico-chimie ont ouvert une ère nouvelle d'évolution pour les produits ferreux.

On extrait le fer de ses oxydes associés à des gangues de silice, d'alumine ou de chaux, à des phosphates et des sulfates. On utilise pour la fabrication des aciers spéciaux, des minerais de nickel,

de cuivre, de tungstène et de vanadium. Il faut d'abord séparer le métal chimiquement, puis physiquement. La séparation chimique peut s'obtenir soit par la chaleur seule, soit en utilisant la chaleur d'une réaction chimique réductrice. Dans le procédé direct on peut considérer :

1° La réduction des oxydes de fer et la formation d'une éponge ou d'une loupe contenant le fer au sein d'une gangue scorifiée ;

2° La séparation mécanique du fer de la gangue scorifiée.

Dans le procédé indirect :

1° La réduction des minerais de fer transformés en fonte de fer ;

2° L'affinage de la fonte ;

3° Le raffinage par désoxydation et par carburation.

## II. PROCÉDÉ DIRECT D'EXTRACTION DU FER

### Appareils anciens

Dans les pays primitifs, à Madagascar, dans les Indes, on traite simplement le minerai avec du charbon de bois dans un trou creusé en terre. Un perfectionnement de ce procédé est le feu Catalan (fig. 81), dans lequel on place le minerai et le combustible par colonnes juxtaposées, en recouvrant le charbon de plusieurs couches de minerai fin, damé — ce qui s'appelle la greillade ; ainsi on force le courant gazeux à traverser le minerai. On obtient une loupe ferreuse formée de parties plus ou moins carburées ; les plus carburées prennent la trempe ; on les a dénommées acier.

La deuxième catégorie d'appareils anciens comprend de petits fours primitivement construits en mortier de terre mélangé de paille de riz, dont on démolissait la paroi antérieure à chaque opération. En Finlande on perfectionna ces fours en les faisant en briques. Le Stuckofen allemand rentre dans cette catégorie ; c'est de l'un de ces fours que,

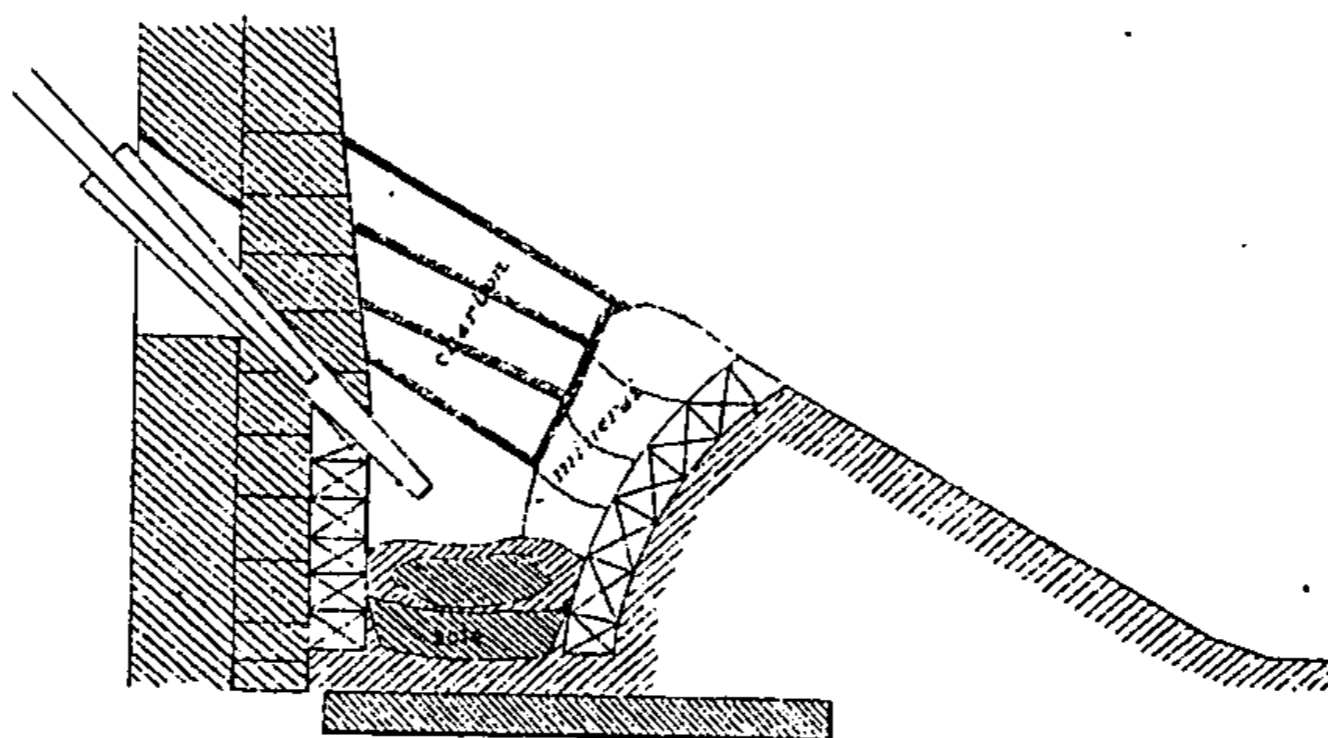


Fig. 81. Feu catalan.

vers 1350, s'échappa la fonte inconnue alors des métallurgistes. Ces procédés s'adressaient toujours à des minerais ne contenant ni soufre ni phosphore.

#### Appareils modernes

1° Appareils donnant une éponge de fer à température relativement basse (800° à 900°), éponge facilement oxydable transformée aussitôt en loupe par élévation de la température ;

2° Fabrication d'une loupe directement dans des



conditions de milieu et de durée telles que la fonte ne puisse pas se produire.

A la première catégorie appartient le procédé *Chenot*, qui fit grand bruit vers 1850. Il consistait à placer dans un haut moufle rectangulaire un mélange à volume égal de minerai de Somorostro concassé et de charbon de bois ; deux de ces moufles, accolés, étaient placés dans un four elliptique qui servait au chauffage. L'éponge de fer produite, prenant feu immédiatement après sa formation, on la faisait passer dans un refroidissoir, autre cornue faisant suite au moufle. Le procédé Blair, qui dérive du procédé Chenot, était encore employé en Amérique il y a quinze ans.

Nous ne parlerons, dans la seconde catégorie, que du procédé *Eames*, usité dans le nord de l'Amérique, et qui consiste à traiter dans un four à réverbère à deux chauffes, avec cheminée au milieu du four, un mélange humide de minerai riche des Lacs avec du coke.

L'ouvrier fondeur confectionne ce que l'on appelle en terme de métier des *balles* (une dizaine), avec le chargement, au bout d'une heure de chauffe ; puis une heure un quart après la formation de la première balle, il les enlève toutes successivement pour les porter au martelage et au four Martin.

### III. PROCÉDÉ INDIRECT

On dépense plus de combustible ; en vue de fondre les laitiers, mais d'une part, la chaux que l'on emploie enlève le soufre et empêche la silice de s'emparer de l'oxyde de fer ; de l'autre, la fluidité

du produit obtenu permet l'homogénéité et la régularité de la fabrication.

On opère dans le *haut fourneau*, pour obtenir de grandes masses de fonte qui se sépare des scories par différence de densité, se moule dans des rigoles et se transporte aisément, avec grande économie de main-d'œuvre.

#### IV. FABRICATION DE LA FONTE DE FER

##### Haut fourneau (fig. 82)

Le haut fourneau est un four à cuve, soufflé, de 16 à 30 mètres de hauteur, d'un diamètre, au ventre, de 5 à 7 mètres. Les différentes parties, en allant du haut vers le bas sont : le gueulard, la cuve, le ventre, les étalages, l'ouvrage en face des tuyères et le creuset.

Supposons un haut fourneau en marche : on charge au gueulard des lits alternés de combustible, de minerai et de fondant (carbonate de chaux). On souffle l'air chaud par les tuyères à une pression suffisante (25 centimètres de mercure au moins) pour vaincre les résistances et brûler le combustible ; on récupère au gueulard un mélange gazeux combustible, tandis qu'on laisse sortir par un trou de coulée la fonte et le laitier qui s'accumulent dans le creuset. Le minerai subit une réduction et une carburation.

La température atteinte en avant des tuyères est la plus haute que l'on produise industriellement en brûlant du coke avec de l'air, on l'évalue à 1930° ; elle varie très rapidement lorsqu'on s'éloigne des tuyères, elle n'est plus que de 1000° à la partie su-

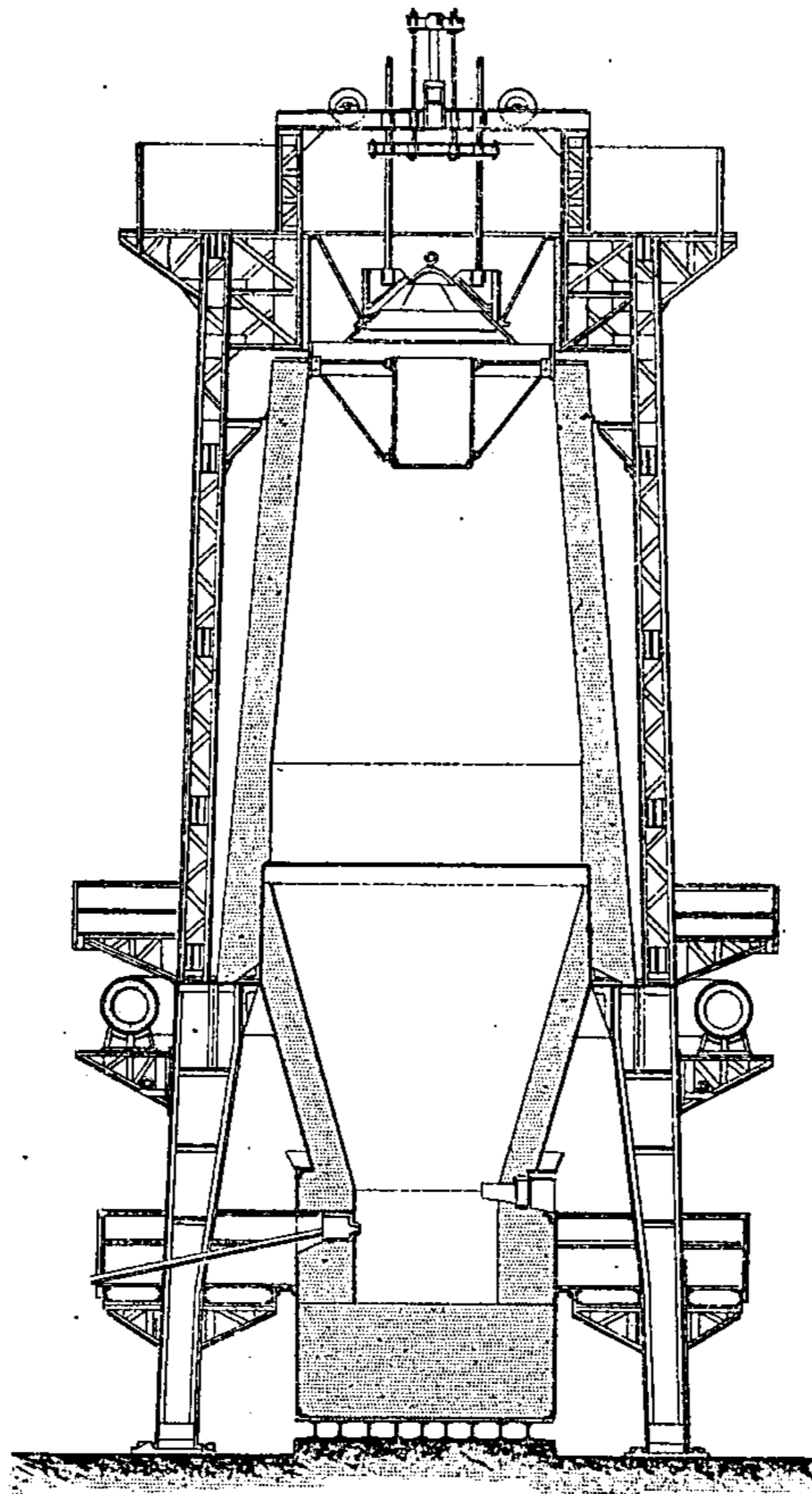


Fig. 82, Haut fourneau.

périeure des étalages, c'est là que la silice est réduite et le phosphore mis en liberté. Dans le creuset le silicium que renfermait la silice va en croissant du fond à la surface, le phosphore est réparti uniformément et le soufre se rassemble par endroits, en petits nids.

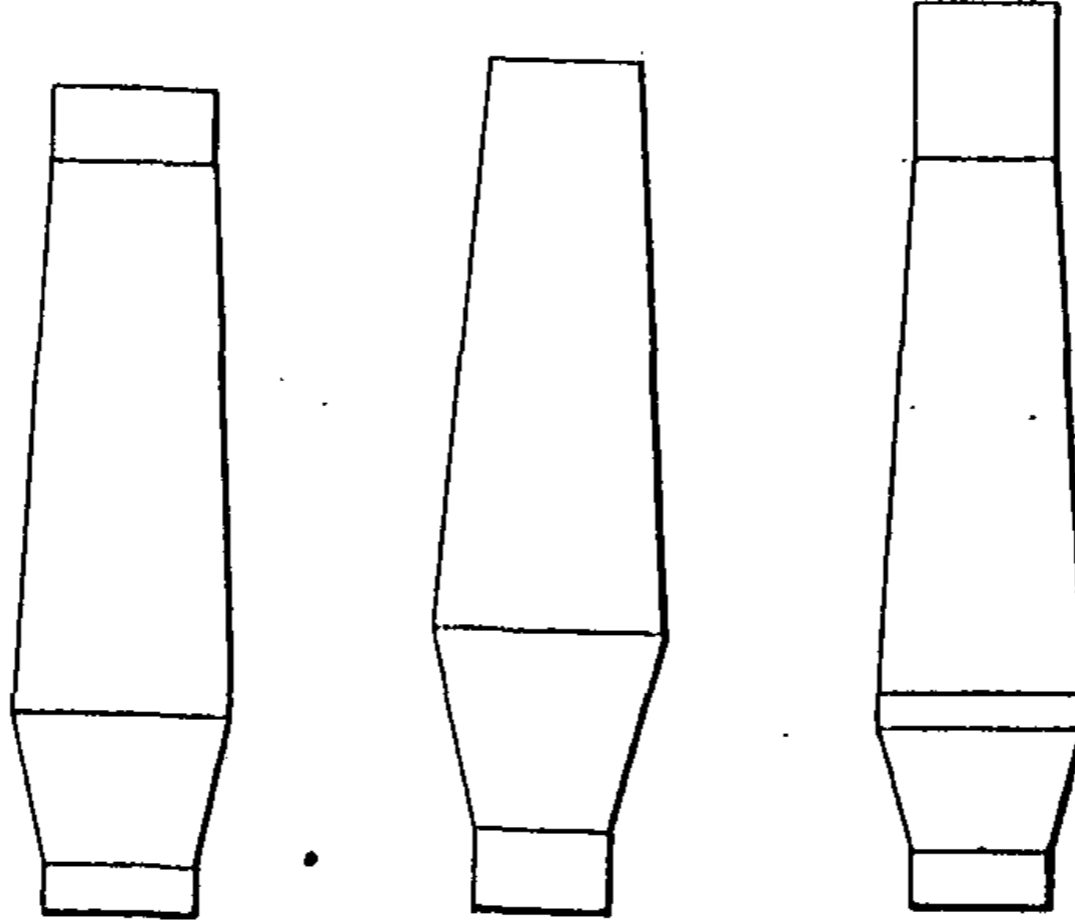


Fig. 83.

Fig. 84.

Fig. 85.

Profils de hauts fourneaux.

Trapus.

Moyens.

Elancés.

En Suède, en Styrie et dans l'Oural, on emploie de petits hauts fourneaux marchant au charbon de bois. En Amérique, on utilise l'anhracite avec une pression d'air allant jusqu'à une atmosphère.

D'une manière générale, il faut que le vent arrive avec une grande vitesse ; cette vitesse dépasse

100 mètres par seconde ; l'air ainsi soufflé se transforme en un courant gazeux ascendant, d'une vitesse moyenne de 0<sup>m</sup>50 par seconde :

On classe les hauts fourneaux suivant leurs profils en : *trapus, moyens, élancés* (fig. 83, 84, 85). Il existe, pour une marche normale de haut fourneau, pour une richesse déterminée de minerai, une relation entre la meilleure production, la plus petite consommation de coke et les données caractéristiques suivantes :

1° Capacité du haut fourneau :

2° Diamètre de l'ouvrage ;

3° Température du vent, son débit, sa pression.

On détermine ces données par comparaison avec les hauts fourneaux existants.

*Lit de fusion.* — On appelle lit de fusion le mélange de minerai, de coke et de fondant que l'on charge au gueulard, en vue d'obtenir une fonte de qualité déterminée, au minimum de prix de revient. Ce lit se calcule d'après des considérations qui ne rentrent pas dans le cadre de cet ouvrage. Disons seulement que l'on détermine les quantités de minerai et de laitier correspondant à une charge donnée de coke.

#### CONSTRUCTION DES HAUTS FOURNEAUX

L'ensemble comprend une fondation très stable qui supporte d'une part la sole, le creuset et le plus souvent les étalages ; d'autre part, grâce à un ou deux systèmes métalliques, la cuve, la plateforme de chargement et exceptionnellement les étalages.

On donne à la partie réfractaire du haut fourneau le nom de chemise ; parfois cette chemise est entourée d'un manteau en maçonnerie ordinaire ou en tôle. La cuve est supportée par un anneau métallique nommé marâtre. Enfin les étalages sont très sérieusement renforcés par une armature.

Pour donner une idée de l'importance d'une installation de hauts fourneaux, nous allons indiquer les poids respectifs des matériaux mis en œuvre pour la construction d'un haut fourneau de Fontoy (Lorraine allemande), construit en 1902. C'est un des plus grands d'Europe, il renferme 930 tonnes de charge.

Maçonnerie réfractaire. . . . .	1.031 tonnes,	4
Pylones soutenant le gueulard. . . . .	287	— 1
Pont de coulée. . . . .	8	—
Picotage du creuset. . . . .	74	— 5
Cuirasse des étalages. . . . .	20	— 5
Cerclage. . . . .	36	— 5
Tuyères, boîtes. . . . .	4	— 7
Porte-vent, conduites de vent chaud. . . . .	96	— 4
Plancher de travail. . . . .	67	— 5
Gueulard, prise de gaz. . . . .	130	—
Fonte. . . . .	58	—
Fondations. . . . .	{ Béton. . . . .	561 — 4
	{ Moellons . . . . .	3.940 —
	{ Briques. . . . .	406 —
Total. . . . .	<hr/> 6.722 tonnes.	

La fondation proprement dite s'élève jusqu'au niveau du trou de coulée, généralement de 3 mètres à 4<sup>m</sup> 50 au-dessus du sol de l'usine.

Le creuset est en briques réfractaires parfois entourées de maçonnerie ordinaire, ou mieux, pour

garantir des percées de sole, les briques sont établies dans un cuvelage en tôle dont la partie inférieure repose sur une série de poutrelles d'acier. Souvent on construit une plate-forme pour le service du trou de coulée et la surveillance des tuyères.

Un autre moyen de garantir des percées de creuset consiste dans l'emploi du picotage : la sole est entourée d'une série de picots ou billettes d'acier de 35 à 40 millimètres de côté, groupées en faisceau annulaire d'environ 60 centimètres d'épaisseur et descendant d'environ 2 mètres au-dessous du fond du creuset.

La cuve se construit en briques réfractaires, une seule brique de grandes dimensions formant l'épaisseur (15 centimètres au plus). On l'entoure d'un manteau en briques creuses séparé de la chemise par un vide atteignant jusqu'à 75 centimètres.

Les étalages doivent être très bien maçonnés, à cause des nombreuses ouvertures dont ils sont pourvus et les briques très alumineuses.

Dans le but de maintenir la maçonnerie, on entoure parfois la cuve d'une véritable tour en tôle rivée, ou bien on établit un cerclage sur les briques mêmes de la cuve, les cercles étant en acier laminé, plats de 180 millimètres et d'une épaisseur variant de 13 à 15 millimètres au ventre à 7 ou 8 au gueulard.

*Tuyères.* — Autrefois les tuyères étaient de simples ajutages coniques en cuivre, calés en place au moyen d'un bourrage en terre réfractaire ; on y envoyait du vent froid. Actuellement on souffle de l'air à 700 ou 800 degrés, la tuyère, en bronze

moulé, faiblement conique, est à double paroi et à circulation d'eau.

On l'assujettit au moyen de cadres constitués par des boîtes en acier parcourues par un courant d'eau. L'orifice de sortie du laitier est refroidi comme une tuyère ; on l'appelle tuyère à laitier.

L'eau sortant des appareils de refroidissement se déverse sur le picotage.

*Utilisation des gaz. Soufflage du vent.* — Depuis 1842, on capte les gaz au gueulard du haut fourneau et pour cela on emploie des dispositifs permettant d'assurer l'étanchéité de la fermeture du gueulard, même pendant le chargement. Ces gaz chauds, débarrassés de leurs poussières au moyen de ventilateurs à injection d'eau, sont utilisés pour le chauffage du vent dans d'énormes tours de maçonnerie à empilage intérieur de briques (appareil Cooper), et aussi pour la production de la force motrice, soit par l'intermédiaire de chaudières à gaz, soit dans des moteurs à explosion.

L'air chaud est distribué aux tuyères par une conduite circulaire reposant sur des consoles ou suspendue ; il est amené dans cette conduite par une canalisation en tôle protégée par deux couches de briques, la couche intérieure réfractaire, l'autre poreuse, cuite, avec incorporation de sciure de bois. Cette canalisation amène l'air chaud des appareils Cooper, ceux-ci étant reliés à de puissantes *machines soufflantes*.

*Conduite d'un haut fourneau.* — Avant de se servir d'un haut fourneau, on le fait sécher en allumant un feu lent dans le creuset. On l'allume en-



suite en entassant des copeaux, du charbon de bois et du bois dans l'*ouvrage*, le tout reposant sur des rondins de sapin établis sur de forts madriers de chêne arc-boutés contre les parois de la sole. L'air arrive par le trou de coulée. On charge du coke puis du laitier et enfin quelques couches alternées de minerai et de combustible. On met des copeaux par le trou de coulée, on injecte du pétrole et on enflamme à l'aide d'un paquet d'étoupe mis au bout d'une perche. On introduit l'air très progressivement.

Quand on doit arrêter momentanément la marche de l'usine (grève d'un mois), on charge seulement de coke et on bouche tous les orifices. Il se produit une combustion lente qui permet de reprendre la marche sans trop de perte de temps.

Lorsque le haut fourneau est usé on procède à la mise hors feu à gueulard fermé, en chargeant de laitier, scories et coke seulement, puis de carbonate de chaux, en rognons.

Pour démolir un haut fourneau, on utilise la chaux qui se trouve dans l'appareil : on verse de l'eau dessus pour disloquer le briquetage par gonflement de la chaux.

*Coulée de la fonte.* — On dégage le trou de coulée, obturé par un tampon d'argile et de poussier de coke, au moyen de petits ringards biselés. La fonte coule dans une rigole enduite de terre réfractaire. On la dirige dans une série de canaux en sable pilonné ou bien dans de véritables lingotières enduites d'un lait de chaux, pour empêcher l'adhérence.

On peut se proposer d'utiliser la fonte directe-

ment, sans lui laisser perdre de sa chaleur, pour les besoins d'une aciérie par exemple.

*Classification des fontes.* — D'après la pureté du minerai, on distingue deux sortes de fontes : les fontes hématites, ou non phosphoreuses, et les fontes phosphoreuses.

On les classe aussi d'après leur provenance : exemple, fontes de Suède, renfermant le minimum de soufre et de phosphore.

On classe aussi les fontes d'après l'aspect de leur cassure : cet aspect dépend de la composition chimique et de l'action réciproque du silicium et du manganèse sur le charbon qui se trouve à l'état combiné dans les fontes blanches et à la fois à l'état de graphite et à l'état combiné dans les fontes grises.

Enfin, il faut savoir ce que l'on entend par fonte Bessemer et par fonte Thomas : la première doit contenir 3,5 0/0 environ de carbone, 1,5 0/0 de manganèse et 2 0/0 de silicium ; la seconde 0,5 0/0 de silicium, 2 0/0 de phosphore avec 1,5 0/0 de manganèse et aussi 3,5 0/0 de carbone.

## V. AFFINAGE DE LA FONTE

1° *Fonte malléable.* — L'affinage de la fonte moulée en vue d'obtenir le produit appelé « fonte malléable » consiste dans la décarburation superficielle de pièces moulées en fonte blanche.

On choisit pour cela des fontes blanches de teneur moyenne que l'on fond au cubilot ; on ajoute un peu d'aluminium au moment de la coulée, on moule en sable cuit ou vert. On place ensuite les

pièces ébarbées et nettoyées dans des caisses de fer, par lits successifs, en mettant entre chaque couche de l'oxyde de fer en grains. On dispose ces différentes caisses dans un four à réverbère, après en avoir luté soigneusement les joints. On maintient le tout au rouge pendant 70 heures, puis on laisse refroidir très lentement.

Cette fonte malléable n'a aucune tenacité, on ne l'emploie que pour de petites pièces peu épaisses, les clefs par exemple.

2° *Puddlage*. — C'est un mode de transformation de la fonte en fer plus ou moins carburé dénommé *fer puddlé*, ou acier puddlé quand ce fer contient une quantité de carbone capable de donner la trempe. On charge la fonte dans un four à réverbère *garni*. Cette fonte est brasée à l'état liquide avec des substances oxydantes capables de l'affiner et qui donnent naissance à des scories fluides. En fin d'opération les grumeaux de fer sont réunis en une boule de 40 kilogr. environ que l'on cingle au marteau-pilon pour concentrer le fer et pour expulser les scories interposées.

Ce procédé tend à disparaître de plus en plus, car il faut 8 heures pour produire une tonne de fer puddlé, tandis qu'au convertisseur on obtient dans le même temps 500 tonnes d'acier.

Le four employé se compose d'une chauffe et de deux soles, la première servant à l'affinage, la seconde au réchauffage de la fonte qui doit servir à l'opération suivante. On a cherché à charger de la fonte liquide, mais alors l'ouvrier puddleur n'a pas le temps de se reposer et apporte moins de soin à son travail très dur de brassage.

On a inventé beaucoup de fours mécaniques pour éviter la dépense de main-d'œuvre, les plus connus sont : le four cylindrique tournant de Danks, le four Pernot et le four Gildow.

3° *Affinage Bessemer* (1858). — Il consiste à souffler de l'air froid sous pression dans de la fonte liquide pour en brûler les impuretés. L'opération se fait sans addition de combustible dans une cornue dite *convertisseur*, à parois *acides* ou *basiques*.

En 1878, le procédé Thomas complète le procédé Bessemer, par le traitement des fontes phosphoreuses.

On a dénommé procédé acide le traitement des fontes riches en silicium, et procédé basique le traitement des fontes riches en phosphore.

Dans le premier cas, on revêt la cornue d'un enduit siliceux, dans le second on la revêt d'un pisé dolomitique (la dolomie est un carbonate double de chaux et de magnésie) ou de briques de dolomie goudronnée. Ces revêtements sont attaqués dans le premier cas par les oxydes de fer et de manganèse qui se forment, dans le second, par l'acide phosphorique. Il faut fabriquer une fonte type contenant exactement et régulièrement les quantités déterminées de carbone, silicium, manganèse et phosphore. Pour la fonte Bessemer acide : 2 0/0 de silicium, 1,5 de manganèse et pas de phosphore du tout ; Pour le Bessemer basique, la fonte ne doit contenir que 0,5 à 0,8 0/0 de silicium, 2 de phosphore et 1,5 de manganèse, la teneur en carbone étant toujours moyenne, c'est-à-dire voisine de 3,5. On pousse l'oxydation jusqu'à décarburation complète ; en 15 ou 20 minutes seulement, il se produit une flamme

bleue pâle et dans la seconde partie de l'opération, un grondement caractéristique. La chute de la flamme et la disparition du bruit annoncent que le carbone est presque complètement éliminé. On règle la température au moyen du soufflage. En fin d'opération on ajoute dans le procédé acide pour l'acier extra-doux du ferromanganèse et pour les aciers durs un mélange de ferromanganèse et de spiegel.

Il se forme à la surface du bain une mince couche de scories; pour l'arrêter pendant la coulée on jette à la pelle par le bec du convertisseur de la chaux en poudre; on place alors deux ringards en croix pour former barrage au bec de la cornue et on coule l'acier dans une poche de coulée, en faisant basculer le convertisseur (fig. 86 et 87).

On peut employer la fonte venant directement du haut fourneau.

*Description d'une opération Bessemer-Thomas.* — La cornue basique est un peu plus volumineuse que la cornue acide, pour un même tonnage, parce qu'on ajoute un volume supplémentaire de chaux allant jusqu'au  $\frac{1}{5}$  de la fonte traitée; elle a en outre le bec moins effilé, parce que la scorie produite est plus abondante.

Il faut d'abord chauffer le convertisseur au moyen de coke non sulfureux, assez lentement, avec un soufflage modéré. On met ensuite dans la cornue la chaux en quantité voisine de 15 0/0 de la fonte à traiter; on couche la cornue pour y verser la fonte d'une poche et on donne le vent. La température s'élève rapidement par suite de la combustion du silicium et du manganèse, la flamme prend

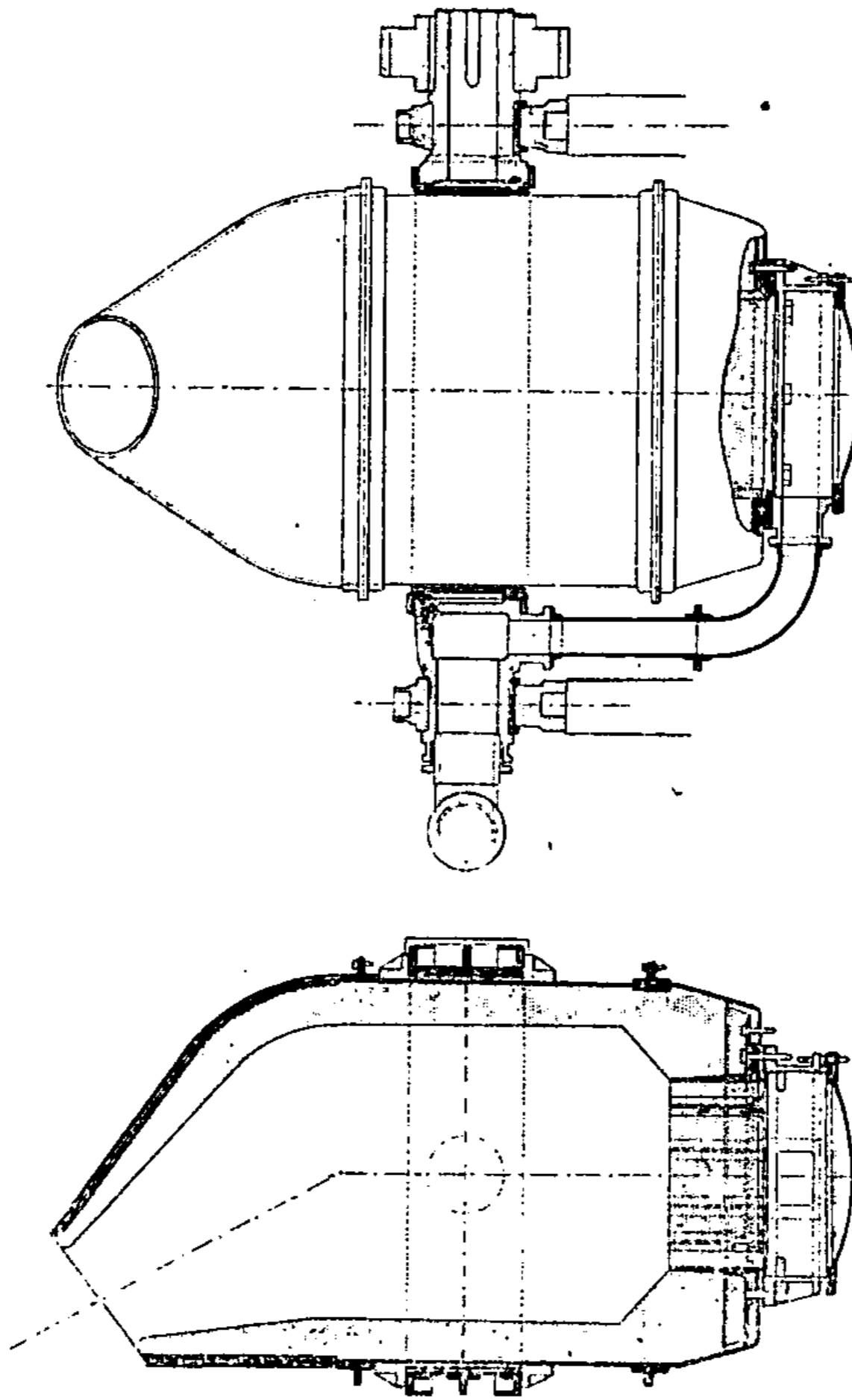


Fig. 87.

Fig. 86.

Fig. 86 et 87. Affinage, procédé Bessemer et Thomas.

une luminosité spéciale, par suite d'un entraînement de chaux.

Ensuite la masse bouillonne, on entend un gron-

dement caractéristique, la décarburation se produit, la flamme s'allonge et devient transparente, on voit de grandes étincelles. Brusquement la flamme diminue, le bruit aussi, des fumées rousses apparaissent. On augmente la pression du vent; la flamme prend un éclat jaune d'or vif et la scorie perd de sa fluidité. A ce moment on incline la cornue en arrêtant le vent et on fait écouler le premier laitier riche en acide phosphorique. On prend ensuite un peu d'acier dans une louche et on le coule dans un godet, on martèle rapidement le disque obtenu; l'examen de la cassure indique si la déphosphoration est complète ou non; il faut obtenir une texture à grains moyennement fins ou une texture nerveuse.

Vers la fin de l'opération la flamme devient éblouissante à la base, le haut est panaché de pourpre foncé et les fumées augmentent.

On ajoute alors du ferromanganèse porté au rouge, ou un mélange de ce ferro et de spiegel. (Voir *nota*).

*Opération acide.* — Elle dure un peu plus longtemps et s'accompagne au début d'une production très intense d'étincelles. On reconnaît la fin de l'opération d'après la scorie : pour cela on plonge rapidement une longue barre d'acier dans le bain et on examine la couche mince de scorie qui s'y attache, sa couleur et sa cassure.

La fonte Bessemer acide coûte jusqu'à 70 francs la tonne; la fonte Thomas revient à 45 ou 50 francs.

La contenance d'un Bessemer est de 15 tonnes.

*Nota.* — Le ferromanganèse est un alliage de fer

et de manganèse renfermant jusqu'à 70 0/0 de manganèse. Le spiegeleisen ou par abréviation spiegel est un alliage de manganèse et de fer renfermant 12 à 25 0/0 de manganèse.

## VI. FABRICATION DE L'ACIER AU CREUSET

On fond un mélange de fer cémenté, d'acier parfois, de fonte et de matières capables de donner du carbone en proportions voulues, dans des creusets d'argile, fermés, contenant de 12 à 60 kilogrammes de métal. Le dosage se fait exactement; généralement le creuset ne sert qu'une fois, on le brise pour recueillir l'acier. On fabrique ainsi des aciers de très haute qualité.

L'*acier Wootz* se fait en deux phases : 1° cémentation du fer doux au contact de substances végétales; 2° fusion au creuset.

L'*acier de Damas* est un produit ferreux mi-soudé, mi-fondu, obtenu par mélange de barres de fer cémenté à degrés différents. On réunit ces barres en paquets, on les tord, on les martèle, on reforme de nouveaux paquets et ainsi plusieurs fois.

### Procédé Martin-Siemens

Ce procédé consiste à fondre et à affiner sur la sole d'un four à réverbère des mélanges de fonte et de ferraille en vue d'obtenir un bain d'acier à teneur en carbone exactement dosée, sous une couche protectrice de scories. On obtient ainsi l'acier en grandes masses avec l'avantage de pou-



voir faire passer en circulation les déchets de toutes sortes.

C'est à Martin que l'on doit le four, et à Siemens le système de chauffage.

On distingue ici encore deux procédés : acide et basique ; le premier s'adressant aux minerais, fontes, riblons presque dépourvus de phosphore et de soufre ; le second permettant au contraire le traitement de matériaux moyennement purs, pouvant même contenir des proportions notables de phosphore. Il suit de là que le procédé acide est peu employé, sauf pour les aciers moulés de haute qualité.

Il faut obtenir une diffusion de l'excès de carbone dans les riblons ajoutés et cela en amenant rapidement le mélange à l'état fluide ; c'est pourquoi l'air et le gaz sont chauffés aux environs de 1,000° ; ils se mélangent dans des brûleurs, au nez desquels la température atteint 1,800°. La réverbération de la voûte du four contribue à l'uniformité de la température, les briques de cette voûte s'usent régulièrement, elles peuvent durer de 800 à 1,000 opérations ; cette durée dépend beaucoup du fondeur qui doit régler l'allure du four, particulièrement au moment où la fusion est complète, avant que le bain ne travaille ; à ce moment il faut modérer la chaleur, sinon le four s'emballe et la voûte fond partiellement. L'admission de l'air et du gaz dans le laboratoire du four peut se faire uniquement par le tirage de la cheminée, mais il vaut mieux employer des gazogènes soufflés.

Pour produire un acier extra-doux, il est bon de partir d'une fonte très siliceuse.

L'affinage se produit par la scorie, comme dans

le procédé Bessemer, mais l'opération au lieu de durer 20 minutes, dure 7 heures. L'affinage se termine par des additions de ferromanganèse destiné à désoxyder complètement le bain d'acier ; ce ferromanganèse est ajouté en gros morceaux préalablement chauffés au rouge. Pour la carburation il faut ajouter du spiegel dans la poche de coulée. Pour les aciers spéciaux, on ajoute du chrome, du nickel, du tungstène, etc.

## VII. ACIER

### . Moulage. Laminage. Forgeage

Le moulage de l'acier date de 1860 ; cette opération présente des difficultés dues au peu de fluidité de l'acier, à sa haute température, aux soufflures qui se produisent et au retrait considérable du métal. On emploie un sable de moulage très réfractaire et les moules sont soit étuvés, soit verts.

Il faut faire subir un recuit aux pièces moulées, au rouge cerise, puis opérer une sorte de trempe à l'air. Le recuit a des effets de déformation intéressants à étudier.

*Coulée.* — L'acier sortant des fours est coulé dans une poche à garnissage réfractaire, munie d'un ou de deux trous de coulée à sa base. Les aciers destinés au laminage ou au forgeage se coulent dans des lingotières métalliques en fonte ; si on coulait l'acier dans des moules en terre, la surface extérieure des lingots présenterait des rugosités provenant de l'adhérence ou de la pénétration du métal et de l'enveloppe, le métal serait aussi moins homogène.

L'emploi des moules métalliques est plus économique.

Quand l'acier est sur le point de se figer, il se forme dans sa masse une grande quantité de petits noyaux de fer moins carburés ; à ce moment le métal a une texture grenue. Les parties qui se trouvent contre la lingotière se détachent de cette dernière en quelques points, à cause du retrait ; si à ce moment on verse de l'acier chaud, il peut se produire une pression trop forte sur cette petite zone, d'où une déchirure (M. Brustlein). Le couleur doit donc surveiller le jet de coulée. Pour démouler le lingot, on profite du moment où le jeu est maximum entre la lingotière qui s'échauffe et le lingot qui se refroidit. Les lingots sont de section carrée, ou hexagonale ou octogonale.

Un lingot présente normalement une *retassure* à la partie supérieure ; c'est un défaut résultant du retrait, et des soufflures voisines des faces. Mais un bon lingot ne doit présenter aucun des défauts suivants : gouttes froides, galles, criques, tapures, tétons.

*Forgeage et laminage.* — Le *forgeage* s'exécute au pilon ou à la presse ; il poursuit un double but : 1° donner approximativement sa forme à la pièce que l'on veut tirer du lingot ; 2° améliorer le métal travaillé.

Le travail au pilon s'effectue en deux phases : la phase d'étirage et la phase d'étampage. Dans la première on frappe le lingot placé sur l'enclume avec un pilon à panne plate, en lui donnant un mouvement de rotation. Dans la seconde on martèle l'ébauche obtenue entre deux pannes présen-

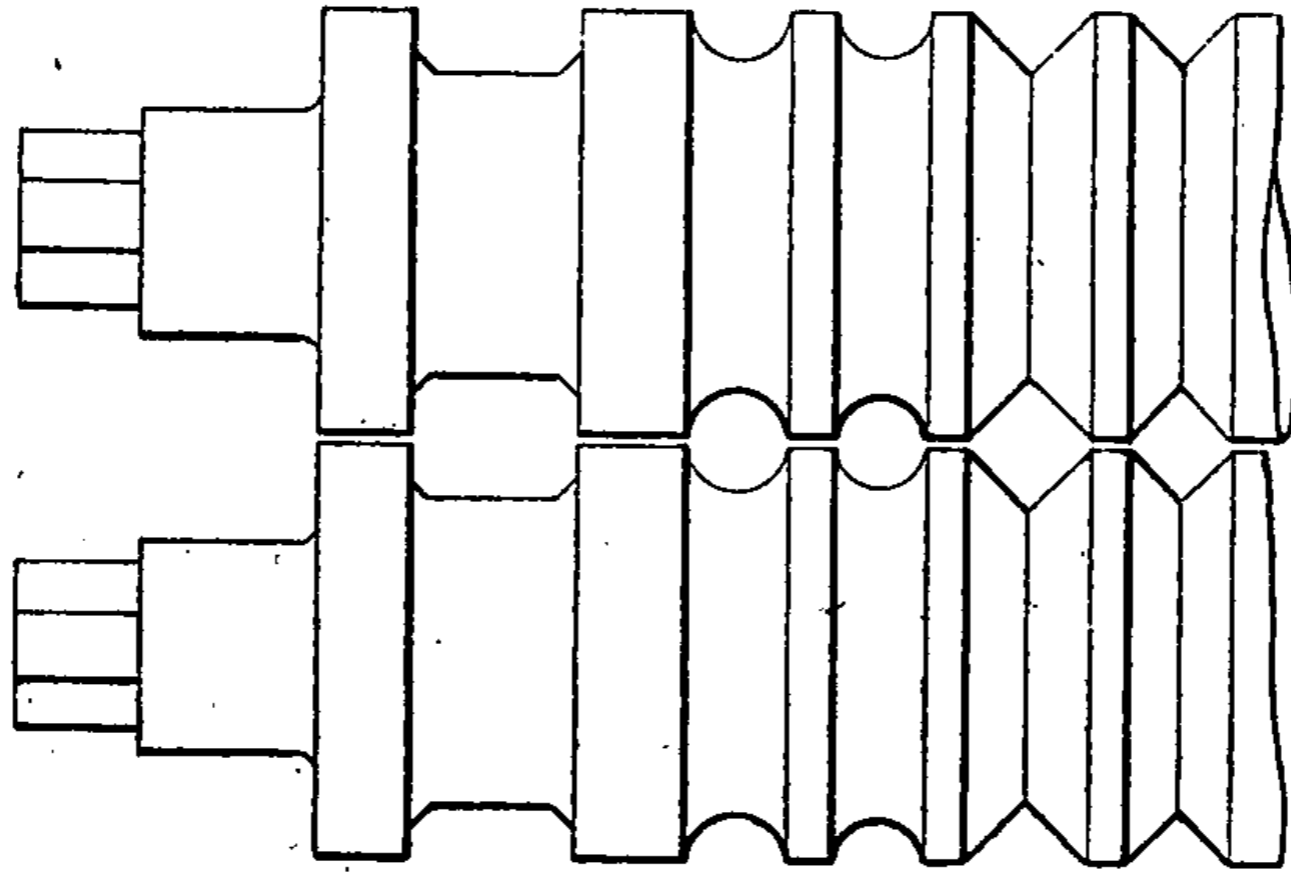


Fig. 88. Cylindres de laminoir.

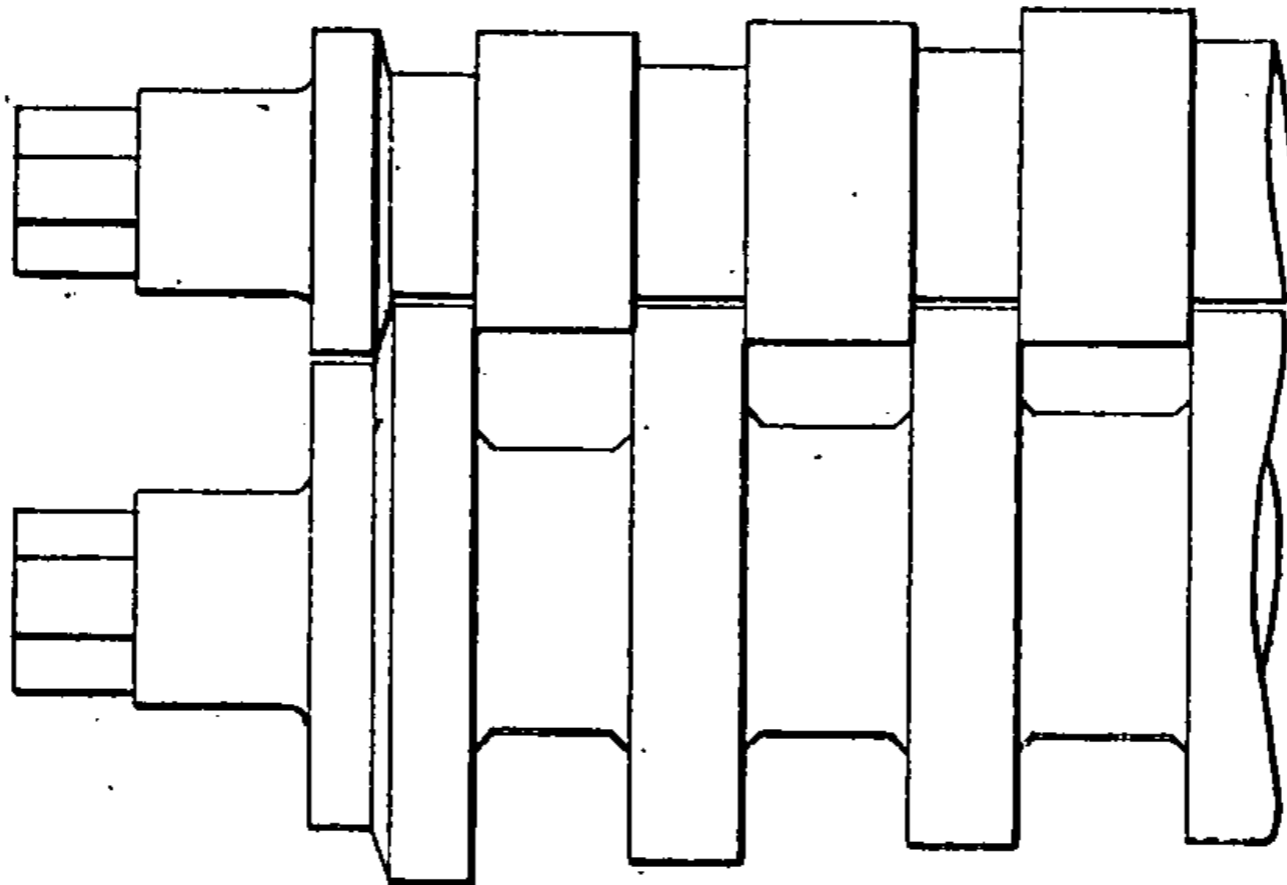


Fig. 89. Cylindres de laminoir.

tant chacune la demi-forme en creux que devra avoir la pièce d'acier, une de ces pannes est fixée à la masse frappante, l'autre à la chabotte (enclume).

Le travail à la presse tend à remplacer celui au pilon, parce que la presse n'agit pas par chocs et

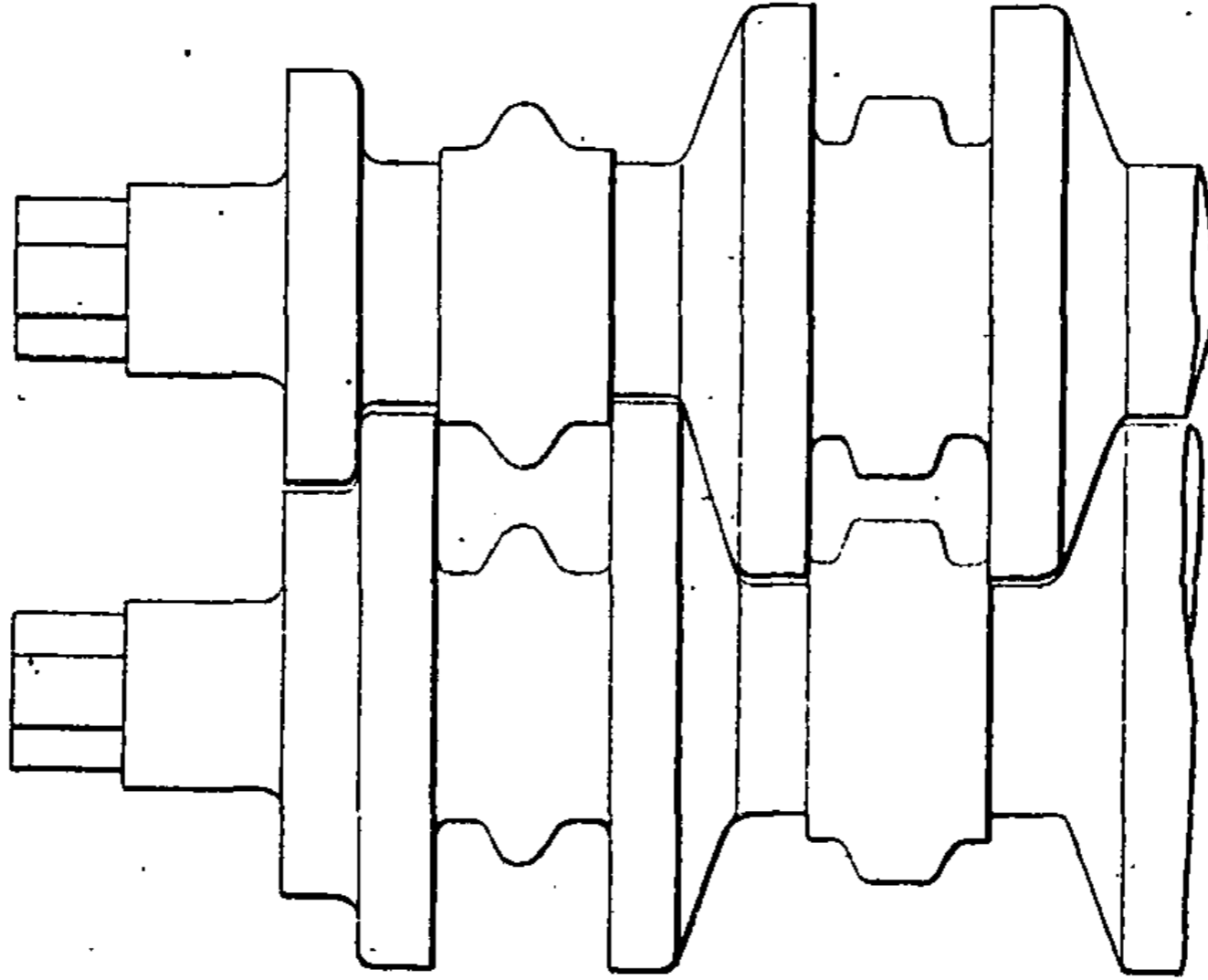


Fig. 90. Cylindres de laminoir.

son action s'étend jusqu'au cœur de la pièce à travailler.

Le *laminage* consiste dans la compression continue du métal, chauffé pour être suffisamment plastique entre deux cylindres de fonte, lisses ou cannelés, tournant en sens inverses. Pour que le laminoir entraîne le métal, il est nécessaire que l'adhérence de la barre entre les cylindres per-

mette de vaincre la résistance qui s'oppose à son entrée. Pour qu'un profil se lamine bien, il faut que dans chaque cannelure toutes les parties d'une même section s'allongent d'une même quantité. (fig. 88, 89, 90).

Le fer doit être laminé très chaud, il faut éviter, au contraire, de laminer l'acier à température trop élevée. L'opération comprend deux phases : le dégrossissage et le finissage. Pendant le dégrossissage on peut faire varier la pression très largement à une température relativement élevée, tandis qu'en finissant il faut des conditions de température et de pression nettement déterminées.

#### VIII. CLASSIFICATION INDUSTRIELLE DES FERS ET ACIERS DU COMMERCE

*(Voir Tableaux pages suivantes.)*

Fers

N <sup>o</sup> DES FERS	DÉSIGNATION	RÉSISTANCE par millimètre carré de section	ALLONGEMENT pour cent à la rupture	OBSERVATIONS
N <sup>o</sup> 2.	Fer ordinaire .	32 à 34 kgr.	6 à 9	Fers de maréchalerie.
N <sup>o</sup> 3.	Fer demi-fort..	34 à 37 kgr.	9 à 12	4 <sup>e</sup> catégorie du cahier des charges des che- mins de fer et de la marine.
N <sup>o</sup> 4.	Fer fort . . . .	37 à 38 kgr.	12 à 15	
N <sup>o</sup> 5.	Fer fort supér..	38 à 39 kgr.	15 à 20	
N <sup>o</sup> 6.	Fer fort extra..	39 à 40 kgr.	20 à 25	1 <sup>re</sup> catégorie du même cahier.

Aciers

DÉNOMINATIONS	RÉSISTANCE par millimètre carré de section	ALLONGEMENT pour cent à la rupture	USAGES
Extra-doux . . .	34 à 38 kgr.	35 à 30	Tréfilage. Acier soudable. Chaudières. Carcasses de dynamos. Pièces estampées.
Doux . . . . .	38 à 48 kgr.	30 à 24	Construction ordinaire. Boulons. Tôles et cornières pour navires.
Demi-durs . . .	48 à 60 kgr.	24 à 18	Pièces de forge. Essieux. Outils d'agriculture.
Durs . . . . .	60 à 75 kgr.	18 à 14	Rails. Pièces d'armes.
Extra-durs . . .	75 à 100 kgr.	14 à 5	Limes. Outils de tour. Coutellerie.



## CHAPITRE VIII

**Poids en fonte de fer** (fig. 91)

SOMMAIRE. — I. Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide quadrangulaire. — II. Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide tronquée hexagonale. — III. Conditions que doivent remplir les poids en fer pour être admis à la marque. — IV. Qualités d'une bonne fonte. — V. Fontes de moulage. — VI. Sables. — VII. Coulée. — VIII. Montage et ajustage des poids en fer.

La série complète des poids en fonte de fer à l'usage du commerce commence à 50 kilogrammes et finit au demi-décagramme (Décret du 7 janvier 1878).

Les poids en fer de 50, 20, 10 et 5 *kilogrammes* (circulaire ministérielle du 7 juin 1879) devront être établis en forme de pyramide tronquée arrondie sur les angles et ayant pour base un rectangle.

Les autres poids en fer, depuis le poids de 10 kilogrammes jusqu'au demi-décagramme inclusivement devront être établis en forme de pyramide tronquée ayant pour base un hexagone régulier. Il en résulte que les poids de 10 et de 5 kilogrammes peuvent présenter l'une de ces deux formes, au gré du constructeur.

Chaque poids est formé de trois parties distinctes : le corps du poids, le lacet et l'anneau.

Le corps du poids est une masse de fonte de fer ayant extérieurement la forme d'une pyramide

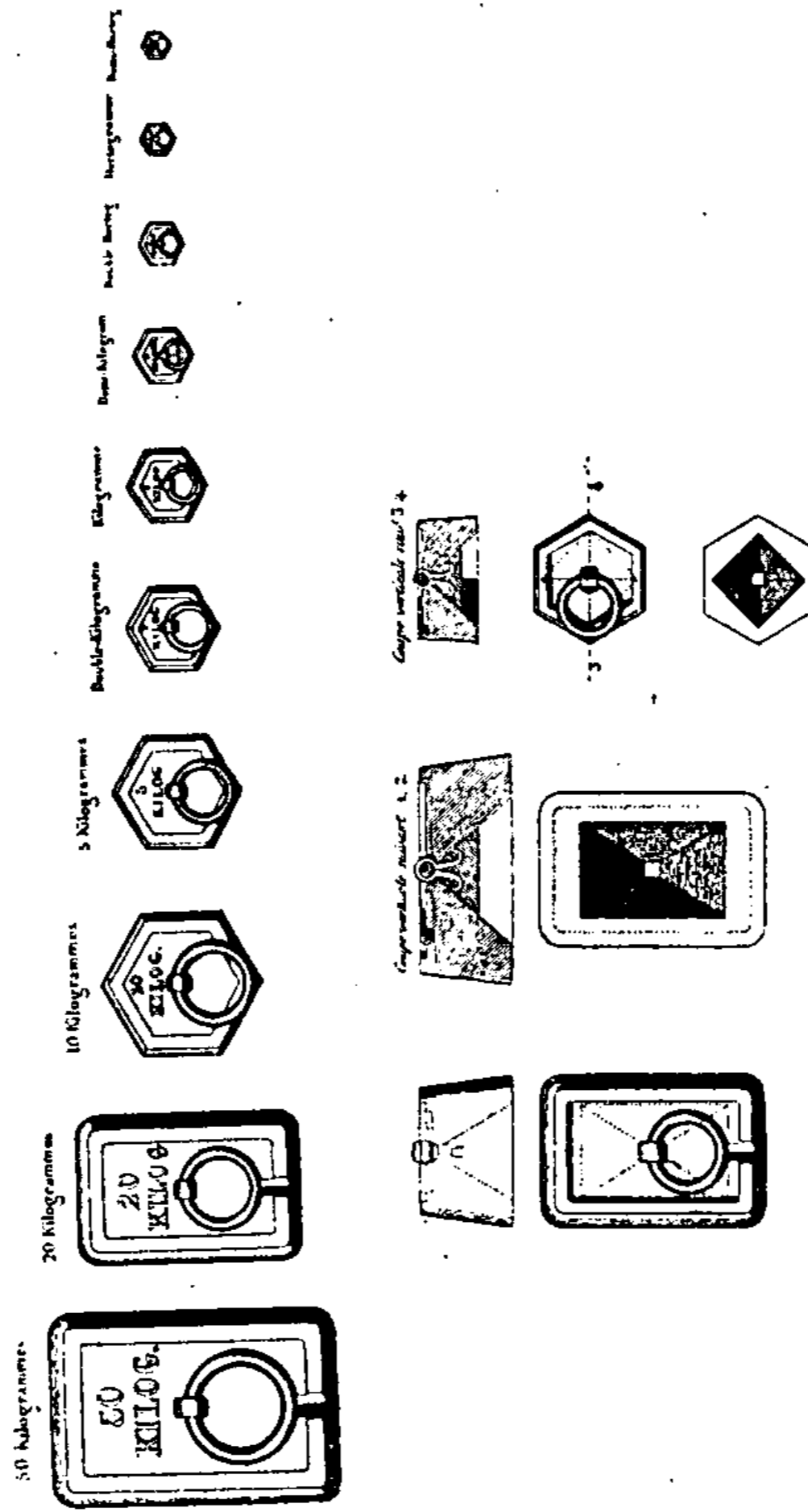


Fig. 91. Poids en fonte de fer.

tronquée quadrangulaire ou hexagonale suivant la série à laquelle il appartient et il porte une cavité

rectangulaire dont les dimensions variables sont déterminées par la pesanteur spécifique du métal employé et par la quantité de plomb nécessaire à l'ajustage du poids.

*Nota.* — Le sieur Moulin perce au milieu du creux laissé dans la fonte un trou fraisé en dessous pour y passer le lacet de l'anneau et l'y fixer au moyen d'une forte rivure. Le creux ménagé pour recevoir le plomb a la forme de deux pyramides tronquées réunies par la petite base, en sorte que le plomb coulé dans la partie supérieure et maté au marteau ne peut plus en sortir. (Système adopté le 1<sup>er</sup> février 1838). D'autres fabricants ont imaginé des dispositifs plus ou moins ingénieux pour maintenir en place l'anneau et son lacet.

La face supérieure du poids doit porter en relief, et au-dessus de l'anneau, les dénominations abrégées correspondantes à sa valeur ; une rainure circulaire doit être pratiquée dans la partie opposée : elle est destinée à recevoir l'anneau, qui ne doit pas dépasser l'arête du poids.

Au centre et sur la même face, il doit exister une ouverture destinée à recevoir le lacet, communiquant avec la cavité inférieure au moyen d'un trou carré ; il faut avoir soin de tenir compte de l'épaisseur du lacet, afin que l'anneau pose dans toute l'étendue de la rainure.

I. TABLEAU INDIQUANT LES DIMENSIONS DES POIDS EN FER  
EN FORME DE PYRAMIDE QUADRANGULAIRE

178

Noms des poids	Abréviations qui devront être indiquées sur la surface supérieure	Erreurs tolérables en grammes	Hauteur ou épaisseur en millimètres	BASE		FACE SUPÉRIEURE		ANNEAU	
				Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Diamètre intérieur	Épaisseur du fer
50 kilogrammes .	50 kilog.	20.0	136	318	240	288	181	86	20
20 kilogrammes .	20 kilog.	10.0	100	245	157	221	133	65	11
10 kilogrammes .	10 kilog.	6.0							
5 kilogrammes .	5 kilog.	4.0							

POIDS EN FONTE DE FER

**II. TABLEAU INDICANT LES DIMENSIONS DES POIDS EN FER  
EN FORME DE PYRAMIDE TRONQUÉE HEXAGONALE**

Noms des poids	Abréviations qui devront être indiquées sur la surface supérieure	Erreurs tolérables en grammes	Hauteur ou épaisseur en millimètres	RAYON OU CÔTÉ DE L'HEXAGONE		ANNEAU	
				Base	Face supérieure	Diamètre intérieur	Épaisseur du fer
10 kilogrammes. . . . .	10 kilog.	6.0	82	89	82	63	10
5 kilogrammes. . . . .	5 kilog.	4.0	66	72	66	55	8
Double-kilogramme. . . . .	2 kilog.	2.0	48	53	48	39	6
Kilogramme. . . . .	1 kilog.	1.0	39	42	39	31	5
Demi-kilogramme. . . . .	Demi- kilog. ou hectog. 5	0.5	31	34	31	24	4
Double-hectogramme. . . . .	2 hectog.	0.3	23	26	23	18	3
Hectogramme. . . . .	1 hectog.	0.2	18	20	18	15	2.5
Demi-hectogramme. . . . .	Demi- hectog.	0.1	14	15.5	14	12	2
Double-décagramme. . . . .	2 décag.	0.06	10.4	11.8	10.4	9	1.5
Décagramme. . . . .	1 décag.	0.04	8.1	9.1	8.1	7.5	1.25
Demi-décagramme. . . . .	Demi- décag.	0.02	6.3	7.1	6.3	6	1.0

DIMENSIONS DES POIDS EN FER

Chaque anneau devra être en fer forgé rond, et soudé à chaud.

Chaque anneau, attaché par un lacet, devra entrer sans difficulté dans la rainure pratiquée sur le poids pour le recevoir.

Chaque lacet devra être en fer forgé et construit solidement, tant au sommet qui embrasse l'anneau qu'aux extrémités de ses branches, lesquelles doivent être rabattues et enroulées par-dessus pour retenir le plomb nécessaire à l'ajustage.

Les poids en fer ne doivent présenter à leur surface ni bavures ni soufflures, et la fonte ne doit être ni aigre ni cassante.

Chaque poids doit être garni, aux extrémités du lacet, d'une quantité suffisante de plomb coulé d'un seul jet, destinée à recevoir les empreintes des poinçons de vérification, *première et périodique*, ainsi que la marque du fabricant qui doit y être apposée.

Les fabricants doivent observer qu'ils ne peuvent remonter à neuf les anciens poids décimaux qui porteraient l'ancienne dénomination, quand même ils l'auraient fait disparaître au moyen du burin, ainsi que tout autre poids n'ayant pas exactement les formes exigées, car ils ne peuvent plus recevoir la marque du poinçon primitif; mais ils peuvent être rajustés quand on a fait disparaître l'ancienne dénomination pour recevoir la marque du poinçon annuel.

---

III. CONDITIONS QUE DOIVENT REMPLIR LES POIDS  
EN FER POUR ÊTRE ADMIS A LA MARQUE

Ces poids ne seraient pas reçus à la vérification s'ils présentaient un ou plusieurs des défauts suivants :

- 1° S'ils n'étaient pas en fonte de fer ;
- 2° Si leurs dimensions essentielles s'écartaient trop évidemment de celles fixées dans les tableaux précédents ;
- 3° Si la fonte était cassante et présentait des soufflures, bavures ou autres imperfections ;
- 4° Si les dénominations des poids n'étaient pas conformes à celles prescrites dans les tableaux, ou si elles n'étaient pas lisibles ;
- 5° Si les anneaux n'étaient que brasés ou simplement rapprochés sans être soudés ;
- 6° S'ils dépassaient l'arête des poids ou s'ils n'avaient pas la force convenable et un jeu suffisant dans leurs lacets ;
- 7° Si les lacets n'étaient pas en fer de bonne qualité et solidement montés ;
- 8° Si le plomb n'était pas coulé d'un seul jet et en assez grande quantité pour faciliter l'application des poinçons ;
- 9° Si le fabricant avait omis d'y apposer sa marque.

**Modèles**

Les modèles des poids en fonte de fer, depuis le demi-hectogramme jusqu'au deux kilogrammes, se font en cuivre ; le bois ne serait pas suffisant ; on a soin que les lettres et les chiffres placés dessus

*Potier d'étain.*

soient un peu en dépouille; les modèles des autres se font en bois dur, parce que ces poids se fabriquent en plus petite quantité que les précédents.

Ces différents modèles devront avoir au moins  $1/20$  en plus des dimensions données dans le tableau précédent, pour tenir compte du retrait de la fonte. Il est à remarquer à ce sujet que la fonte augmente de volume en se solidifiant, puis elle se contracte; son retrait est moindre que celui du bronze.

La netteté des empreintes que l'on obtient avec la fonte provient de l'augmentation de volume du métal au commencement du refroidissement.

#### IV. QUALITÉS D'UNE BONNE FONTE

Une bonne fonte présente les qualités suivantes :

- 1° Grande fluidité au moment de la coulée (se fige lentement);
- 2° A une belle peau;
- 3° Homogénéité et ténacité, se laisse travailler à l'outil à froid (douce et tenace);
- 4° Retrait moyen.

#### V. FONTES DE MOULAGE

Les fontes dites de moulage s'obtiennent par mélange d'autres fontes. Il convient de remarquer la transformation que subit une fonte soumise à des fusions répétées; elle s'appauvrit en silicium et devient blanche; il faut, lorsqu'on emploie de



vieilles fontes, mélanger avec elles des fontes riches en silicium. Le retrait de la fonte varie entre 1/135 (fonte noire) et 1/40 (fonte blanche).

La fonte de moulage, qui est une fonte grise, a la composition suivante :

3,5 0/0 de carbone ; 1,5 à 2 0/0 de silicium ; 0,5 de manganèse au maximum et 0,5 0/0 de phosphore au plus ; d'où environ 94 0/0 de fer. La fonte arrive des hauts fourneaux pour être fondue généralement dans un creuset ou un *cubilot*. Le combustible employé est le coke.

Les creusets ont l'avantage de ne pas modifier du tout la composition de la fonte, mais ils ne renferment que 35 à 40 kilogrammes de fonte. On se sert donc de préférence du *cubilot* : c'est une sorte de cylindre en maçonnerie réfractaire, maintenue par une enveloppe métallique placée à une certaine distance de la maçonnerie ; la cheminée porte une ouverture par laquelle se fait le chargement.

Le corps du cylindre se nomme la cuve ; au-dessous se trouve l'ouvrage, plus bas le creuset avec, à sa partie supérieure, le *chio* destiné à la sortie des laitiers (fig. 92).

La combustion se fait à l'air soufflé, lancé dans la région de l'ouvrage. On allume au moyen de bois et de coke, puis on charge la fonte et le coke par couches successives ; il faut y ajouter un peu de *castine* ou carbonate de chaux pour former un laitier fusible avec les cendres du coke. Lorsque la fonte se liquéfie, on bouche le trou de coulée, et quand on veut de la fonte, on ouvre ce trou en plaçant une poche pour recevoir le métal en fusion. .

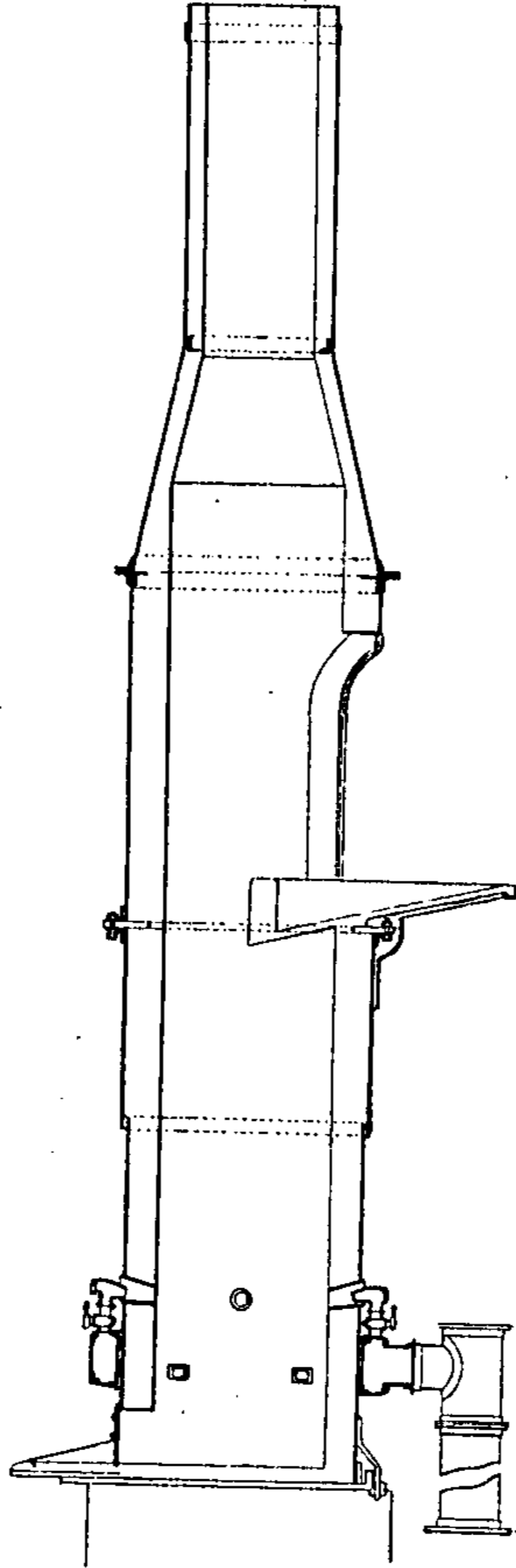


Fig. 92. Cubilot.

On peut aussi brûler du charbon de bois, mais l'usage en est très onéreux. En Angleterre et aux Etats-Unis on emploie de l'anhracite. La houille ne convient pas à cause des matières volatiles qui se dégagent pendant la combustion.

Le vent est envoyé froid, à une pression variant de 15 à 40 centimètres d'eau, par un ventilateur.

Les cubilots peuvent être construits avec une section uniforme ou bien avec un ouvrage tronconique.

Lorsqu'on fabrique en quantité les poids allant du demi-hectogramme au kilogramme, on se sert de cubilots très petits : l'appareil se compose d'une poche surmontée d'une cheminée ; la fonte s'accumule dans la poche que l'on sépare de la cheminée et que l'on transporte aux moules. Le soufflage se fait au moyen d'un soufflet de forge. Il faut casser la fonte en très petits morceaux et employer du charbon de bois.

#### VI. SABLES

Les moules se font en sable convenablement choisi ; ce sable doit avoir assez de cohésion pour que l'on puisse en former dans la main, quand il est un peu humide, une pelote compacte. Il faut en outre qu'il soit perméable aux gaz ; en terme de fonderie on dit qu'il faut qu'il ait du grain et qu'il vente bien.

On emploie un sable de carrière ne renfermant pas trop de fer : on le trouve à Cousances (Jura), à Nancy, à Versailles, à Montrouge (Seine), à Sainte-Menehould (Marne), enfin le sable type est celui de Fontenay-aux-Roses (Seine).

On prépare ce sable à peu près de la même manière que celui qui sert au moulage du cuivre, et le moulage s'effectue aussi dans des conditions voisines.

Lorsqu'on moule en sable vert, c'est-à-dire sans porter le moule à l'étuve, on diminue l'effet de trempe, en saupoudrant le moule avec du poussier très fin de charbon de bois.

Le sable d'étuve doit être plus gras, sans cependant être trop argileux, car il se fendillerait; on n'y ajoute pas de poussier, mais des matières végétales qui, lors de la cuisson à l'étuve, se réduisent en cendres et laissent de petits trous qui rendent le sable perméable aux gaz; ainsi on emploie la paille, le foin, le crottin de cheval, la bouse de vache, les poils de veau, on en met en proportion de  $1/15$  au moins, et jusqu'à  $1/4$  (en volume).

Quand les moules sortent de l'étuve, on les badigeonne au noir d'étuve (farine de charbon de bois, eau et un peu de matière gélatineuse).

Les châssis ne se mettant pas en presse, lorsqu'ils sont fermés, on pratique l'ouverture du jet principal au milieu du sable; on pose sur le sable et les châssis un autre châssis à claire-voie sur lequel on place des masses en fer telles que vieux poids, pièces manquées, etc., pour charger et empêcher la fonte de repousser le sable pendant la première phase de solidification.

## VII. COULÉE

Pour couler la fonte dans les moules, il faut des ouvriers spéciaux, car cette opération nécessite de

la présence d'esprit et de l'habitude. On prend la fonte sortant du cubilot, dans des poches en tôle rivée, avec garniture de terre réfractaire (fig. 93, 94, 95).

On a le soin d'établir des conduits d'air entre cette garniture et la tôle. Pour les petits poids, on se sert de poches composées d'une simple feuille de tôle et d'un manche (fig. 96).

Pour couler les gros poids, on peut employer

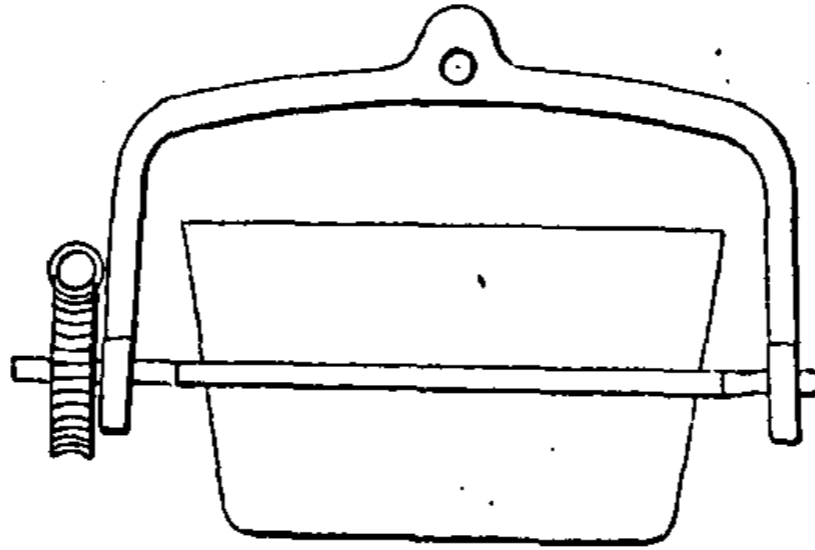


Fig. 93. Poche en tôle rivée.

des poches à civière ; ces poches se composent d'une enveloppe en tôle, garnie intérieurement de terre, et portée par un collier prolongé par une tige terminée par un renvoi d'équerre (fig. 94-95). Il faut alors quatre hommes pour transporter la poche ; ils prennent pour cela les tiges transversales A A' B B'. Le fondeur se sert pour couler de la branche d'extrémité d'équerre.

On met un couvercle sur la poche pour que les ouvriers porteurs ne soient pas échaudés.

Il faut chauffer les poches avant de les remplir de fonte liquide, pour cela on les place dans un pa-

nier renfermant du coke enflammé et l'on met aussi du coke dans la poche.

Lorsqu'on verse la fonte dans le moule, il im-

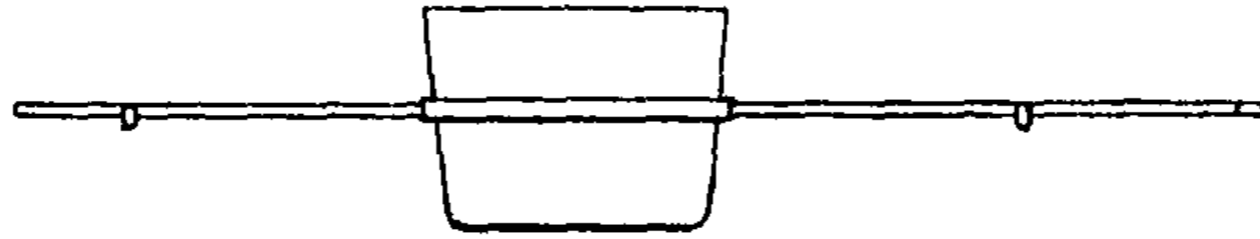


Fig. 94. Poche en tôle rivée (élévation).

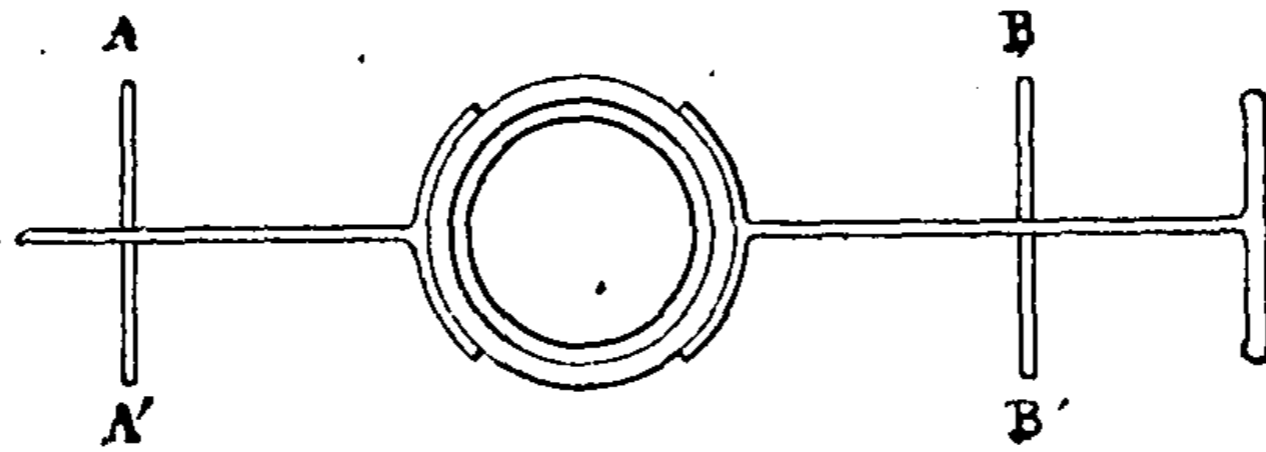


Fig. 95. Poche en tôle rivée (plan).

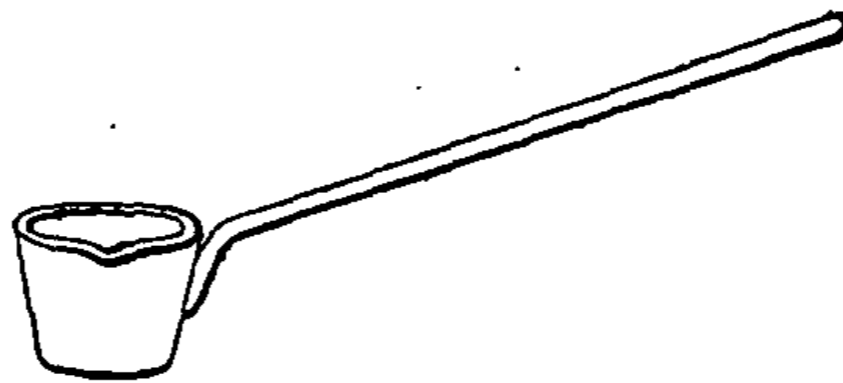


Fig. 96. Poche avec manche.

porte d'empêcher l'écume de couler, on écrème la surface du bain avec une pelle.

Quand les poids sont suffisamment refroidis pour que l'air ne produise pas à leur surface un effet de trempe, on casse le moule et on nettoie la

pièce en coupant le jet et les événements au burin ou au bédane, puis on vient enlever les bavures qui sont dues à ce que le métal passe toujours un peu entre les joints du moule. On termine la toilette de la pièce en la frottant avec la brosse en fils d'acier.

Les anneaux, ainsi que les lacets, se font en fer forgé et soudé au rouge.

Les poids qui présenteraient des défauts trop apparents, tels que des creux trop larges pouvant nuire à la solidité du poids seront mis au rebut, pour être à nouveau fondus au cubilot.

#### VIII. MONTAGE ET AJUSTAGE DES POIDS EN FER

Pour monter les poids de 50, 20, 10 et de 5 kilogrammes, on commence par en faire la tare, en mettant le poids dans un plateau de la balance, tandis que l'autre plateau porte la tare qui a fait équilibre à l'étalon ; on se rend compte si le poids peut supporter son plomb et son anneau, et pour cela on fait équilibre à la tare en plaçant à côté du poids muni de son anneau et du lacet, la quantité voulue de plomb.

Cette dernière étant jugée suffisante pour bien recouvrir le lacet, on fait chauffer celui-ci au rouge cerise et on le tourne en dedans avec de fortes pinces. Puis on prend le plomb et on le fait fondre dans une cuiller en fer.

Pour couler le plomb fondu, on place le poids dans du grès bien fin, on met aussi un peu de grès dans le creux du poids pour empêcher le plomb de

couler, il ne reste plus alors qu'à verser le plomb fondu sur le lacet.

Quand le plomb est froid, on secoue le poids et on l'essuie pour le débarrasser du grès. On ne peut obtenir qu'un poids un peu trop faible, car il reste toujours un peu de plomb adhérent à la cuiller. On reporte donc le poids sur la balance et on ajoute la quantité de plomb nécessaire pour faire équilibre à la tare ; on fait un trou dans le plomb du poids avec un poinçon carré et on y met la petite quantité de plomb qui a été nécessaire au rajustage, en le matant convenablement. C'est en ce point que le vérificateur appose son poinçon.

Il faut observer que le plomb ainsi coulé dans le poids doit l'être en une seule fois.

Les anneaux et les lacets ne sont pas tous de même poids, cela permet de corriger, dans une certaine mesure, les écarts qui existent entre les pièces brutes de fonderie ; les différents poids non munis de leurs accessoires ne sont pas tous également pesants, ces différences proviennent soit de cavités intérieures, dites soufflures, occasionnées par l'air pendant le refroidissement de la fonte liquide, soit des différences de densité des fontes.

On conçoit qu'en choisissant convenablement l'anneau et le lacet, on puisse éviter de mettre un poids au rebut, il faut seulement que la quantité de plomb nécessaire à la tare puisse recouvrir le lacet.

Pour monter les poids depuis 2 kilogrammes jusqu'au demi-hectogramme ou 50 grammes, on fait seulement recuire le lacet avant de le mettre en place ; on opère le montage à froid, puis on



coule le plomb comme on vient de voir précédemment.

Les poids deviennent trop légers par suite de l'usage; sous l'action de l'air humide ils se recouvrent d'un sous-oxyde qui s'enlève par le frottement. Il faut les rajuster en leur ajoutant un petit morceau de plomb, pour cela on enfonce obliquement un poinçon dans le plomb coulé primitivement et l'on mate le petit morceau dans le trou ainsi obtenu. De cette manière, les secousses imprimées au poids ne risquent pas de nuire.

---

## CHAPITRE IX

### Fer-blanc

---

SOMMAIRE. — I. Mesures en fer-blanc. — II. Conditions de réception des mesures en fer-blanc dans les bureaux de vérification. — III. Fabrication des mesures en fer-blanc. — IV. Objets usuels en fer-blanc.

Le fer-blanc peut être considéré comme un alliage superficiel de fer et d'étain recouvrant une faible armature de fer. On obtient en effet le fer-blanc en plongeant, dans de l'étain fondu et très chaud, des feuilles de tôle mince parfaitement décappées au préalable. Pour décaper le fer on le frotte d'abord avec du sable fin, puis on le fait digérer pendant une journée dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Généralement on ajoute à l'étain un peu de cuivre (une partie de cuivre pour dix

parties d'étain) pour lui donner plus de fluidité. L'étain s'incorpore au fer et le rend entièrement blanc, d'où le nom de fer-blanc donné à l'alliage; lorsque la tôle est suffisamment mince, l'étain pénètre dans toute la masse. On passe ensuite au laminoir les feuilles étamées afin de leur donner une surface bien unie.

### I. DES MESURES EN FER-BLANC

On construit des mesures en fer-blanc pour la vente du lait et de l'huile. Les mesures à lait (fig. 97), ont la forme représentée par le demi-litre et les mesures de capacités inférieures, avec l'anse

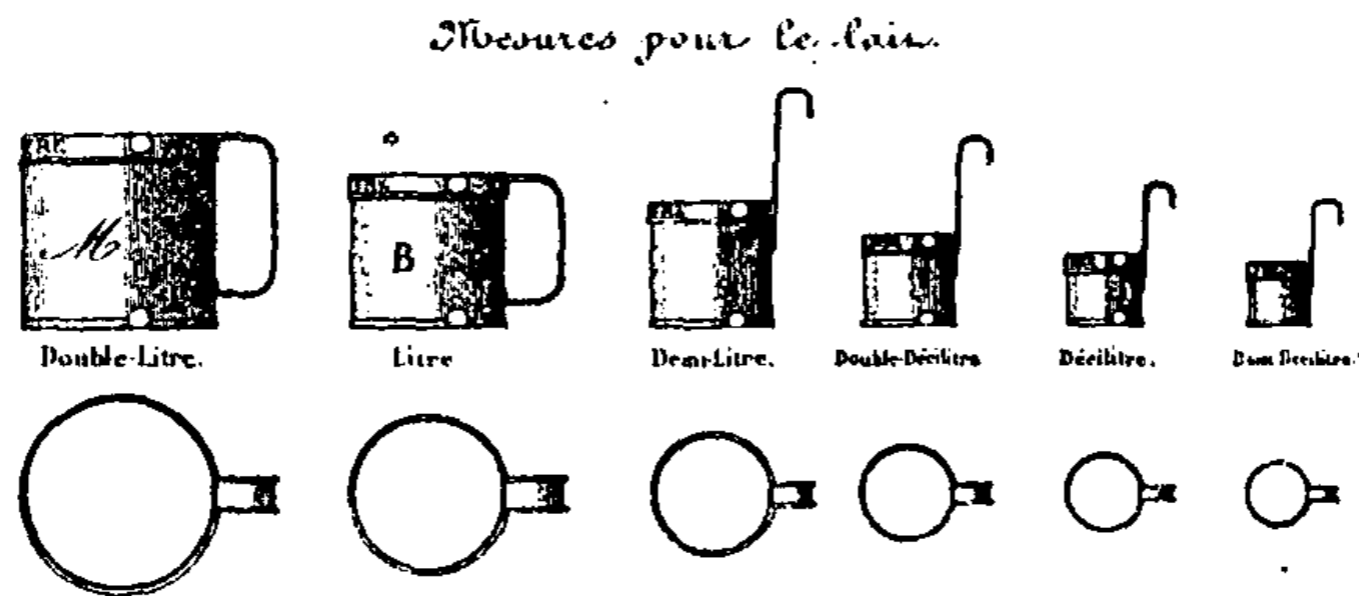


Fig. 97. Mesures en fer-blanc.

à crochet plus haut que le corps de la mesure; les mesures à huile ont toujours l'anse latéral rectangulaire représenté sur la même figure par le double-litre et le litre. Mais la forme et les dimensions du corps des unes et des autres sont absolument les mêmes : un cylindre dont la hauteur est égale au diamètre (hauteur et diamètre pris à l'intérieur).

Le corps de ces mesures doit être rabattu extérieurement à la partie supérieure et former ainsi une bordure de largeur suffisante pour recevoir les noms respectifs de chacune des mesures ; ces noms sont gravés dans la partie diamétralement opposée à l'anse ou au crochet, suivant le genre de mesures.

Deux gouttes d'étain doivent être posées, l'une au bord supérieur, l'autre à la jonction du corps de la mesure avec le fond, pour recevoir les empreintes des poinçons de vérification.

Les mesures destinées à l'huile se construisent de même pour l'huile à brûler que pour l'huile à manger ; mais pour les distinguer pratiquement, on estampe un M sur la surface extérieure de la mesure qui sert pour l'huile à manger, et un B sur celle qui doit contenir de l'huile à brûler.

## II. CONDITIONS DE RÉCEPTION DES MESURES EN FER-BLANC DANS LES BUREAUX DE VÉRIFICATION.

Pour être admises à la vérification et au poinçonnage, les mesures en fer-blanc doivent présenter respectivement les dimensions indiquées par le tableau suivant :

Noms des mesures.	Hauteur et diamètre, en millimètres.	Erreurs tolérées, en grammes.
Double-litre.. . . .	136.6	4 »
Litre. . . . .	108.4	3 »
Demi-litre. . . . .	86 »	2 »
Double-décilitre. . . .	63.4	1.5
Décilitre. . . . .	50.3	1.0
Demi-décilitre.. . . .	39.9	0.6
Double-centilitre. . . .	29.5	0.4
Centilitre. . . . .	23.4	0.3

*Nota.* — Les erreurs consignées ci-dessus ne sont admises qu'en plus.

Indépendamment des conditions générales étudiées précédemment pour les mesures à liquides, les mesures en fer-blanc doivent remplir celles que nous venons de voir ; il en résulte qu'une mesure ne serait pas reçue dans les bureaux de vérification :

Si elle n'avait pas à sa partie supérieure une bordure arrondie en haut et en bas, fixée au corps de la mesure de manière à en affleurer le bord.

Si le fabricant avait négligé de couler deux gouttes d'étain, l'une sur la bordure, l'autre à la jonction du corps de la mesure avec le fond ;

Si la mesure ne portait pas le nom qui lui est propre ainsi que la marque du fabricant.

### III. FABRICATION DES MESURES EN FER-BLANC

Les fabricants de mesures en fer-blanc sont tenus, comme les autres fabricants de mesures, de se munir d'un poinçon portant une lettre choisie d'accord avec le bureau central des poids et mesures, 7, rue des Lions-Saint-Paul, si c'est à Paris, à la préfecture ou à la sous-préfecture pour les départements.

Un ferblantier qui n'a pas encore fabriqué de mesures légales pour l'huile ou le lait doit donc commencer par faire insculper son poinçon, puis il copie les modèles du bureau de vérification et se conforme aux dimensions réunies dans le tableau ci-dessus. Pour la fabrication elle-même, il peut opérer de la manière que nous allons décrire.

On prend des feuilles de fer-blanc et on les découpe suivant les différentes parties de la mesure : corps, fonds et anses ; on borde le corps, on le marque du côté opposé à l'anse et on le soude, puis on y soude le fond auquel on a fait venir un bord qui prend sur la mesure.

Le découpage des feuilles de fer-blanc peut se faire de plusieurs manières : anciennement on opérerait avec la cisaille à main, après avoir fait le traçage au moyen d'une tôle calibrée ; plus tard on a employé le balancier à main découpant chaque partie, d'une seule frappe ; enfin, dans les ateliers où l'on fabrique non seulement des mesures en fer-blanc, mais une foule d'objets d'usage courant en fer-blanc, en zinc poli et verni, en cuivre poli et nickelé, ou en tôle vernie, galvanisée ou plaquée nickel ou en nickel pur, on se sert actuellement de l'outillage par la presse à moteur hydraulique ou électrique.

Pour les grandes pièces, on emploie des cisailles mécaniques ; ce sont des machines servant à manœuvrer des lames coupantes entre lesquelles on place la pièce pour exercer sur elle un effort capable de la couper à froid. Ces lames sont en acier dur, fortement trempé et revenu au bleu orangé pour que le coupant s'égrène peu.

On se sert encore de cisailles à la main.

Pour une mesure à huile on marque la lettre M ou la lettre B suivant l'espèce d'huile à laquelle doit servir la mesure ; dans tous les cas le fabricant ajoute sa lettre propre sur le bord de la mesure.

Pour souder, on emploie un *calibre* parfaitement à la jauge, c'est-à-dire dont les dimensions exté-

rieures sont égales aux dimensions intérieures de la mesure à construire. On introduit ce calibre dans la mesure et on soude à l'étain ; on emploie pour cela le même fer que pour les mesures en étain, on le frotte, lorsqu'il est bien chaud, sur un étamoir préparé sur l'établi ; cet étamoir n'est autre qu'un petit support en fer-blanc sur lequel on met de la soudure avec de la résine en poudre ; la résine, corps désoxydant, décape le cuivre du fer à souder et lui permet de prendre l'étain. La soudure employée renferme deux parties d'étain pour une de plomb. Après avoir frotté le fer sur l'étamoir, on le pose sur un lingot de soudure, l'étain s'attache au fer ; on le pose sur les joints à souder, d'abord pour former le corps, ensuite pour souder le fond, enfin pour mettre l'anse qui doit être bordée de chaque côté et pliée à carré ou à crochet selon l'usage auquel doit servir la mesure. On pose l'anse sur le joint du corps, du côté opposé à la marque.

Dans les bords du litre et du double-litre on introduit un petit fil de fer ou d'acier pour donner plus de force à l'anse et au corps de la mesure.

On pose ensuite une goutte d'étain en haut de la mesure pour la marque annuelle, et une en bas au joint du fond avec le corps pour le poinçon primitif. Ces deux gouttes se placent sur le côté de la mesure, auprès de l'anse.

L'épaisseur du fer-blanc que l'on emploie pour la construction des mesures doit naturellement varier avec les dimensions de ces mesures ; les plus grandes se déformant plus facilement, à épaisseur égale, que les petites, devront être construites en feuilles plus fortes.

## IV. OBJETS USUELS EN FER-BLANC

La ferblanterie est une industrie qui s'est beaucoup développée depuis 1893, grâce aux procédés nouveaux de fabrication. On fait actuellement en fer-blanc une foule d'ustensiles pour le ménage, les usages domestiques, l'hydrothérapie, des appareils pour laiteries, pour parfumeries, filatures, éclairage, etc., des moules pour les pâtisseries, les cuisiniers, les glaciers et les confiseurs, des réchauds à alcool, des instruments de chirurgie et des appareils de précision (ferblanterie fine).

L'emploi de la double agrafure et du bordage a pris une notable extension depuis 1889 ; la double agrafure permettant de ne pas souder les pièces pour les réunir (fig. 98). L'emboutissage, qui se faisait autrefois exclusivement au marteau, se fait maintenant à la presse. Certains fabricants qui



Fig. 98. Double agrafure.

construisent des récipients d'assez grande capacité, des baignoires, etc., — utilisent de fortes presses qui emboutissent à froid, des tôles de six dixièmes de millimètre à 3 millimètres (presses pesant 70 tonnes).

Enfin le découpage, l'emboutissage, l'estampage et le perçage s'opèrent simultanément au moyen de machines fort ingénieuses, dont la description ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage. — Consulter à ce sujet le *Manuel du Ferblantier et Lampiste* (Encyclopédie-Roret).

## CHAPITRE X

## Du cuivre

SOMMAIRE. — I. Propriétés générales. — II. Minerais. — III. Métallurgie du cuivre. — IV. Fonderie de cuivre. — V. Ebarbage et nettoyage. — VI. Essais des bronzes à la traction. — VII. Tableau donnant la composition des bronzes industriels. — VIII. Bronzes contenant du zinc.

## I. PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES

Le cuivre est un métal rouge, susceptible de prendre le poli et qui s'oxyde à l'air. Son poids spécifique varie suivant l'état physique : il est de 8,940 pour le cuivre cristallisé pur ; 8,914 pour le cuivre obtenu par procédé électrolytique ; 8,921 pour le cuivre fondu et 8,952 pour le cuivre laminé et forgé (Marchand et Scheerer). Le cuivre du commerce, plus ou moins poreux, a une densité variant, suivant Hampe, de 8,2 à 8,5. Il fond à 1054°. Au delà il émet des vapeurs colorant les flammes en vert.

Ductile, malléable et très tenace lorsqu'il est pur, le cuivre perd souvent de ses qualités lorsqu'il est allié à des métaux ou métalloïdes étrangers. Nous allons indiquer brièvement les résultats des expériences faites à ce sujet par Hampe :

Le soufre est fréquemment allié au cuivre sous forme de sous-sulfure ; il rend le cuivre cassant à froid à 0,5 0/0 ; avec une teneur de 0,25, le cuivre est encore assez malléable.



Le zinc diminue la ductilité du cuivre à chaud.

Le fer, en petite quantité, n'exerce aucune influence.

Le nickel n'agit pas d'une façon nuisible au-dessous de 0,3 0/0.

Le phosphore, en quantité très faible, ne se fait pas sentir, mais à plus de 0,5 0/0 il rend le cuivre cassant à chaud. Il s'incorpore très facilement au cuivre par fusion.

L'arsenic n'a aucune action au-dessous de 0,5 0/0, de petites quantités augmentent même la ténacité du cuivre en diminuant sa conductibilité électrique ; à 8 0/0 d'arsenic, le cuivre peut être étiré en fils d'une finesse extrême.

L'antimoine est nuisible, une proportion de 1 0/0 rend le cuivre cassant à chaud.

Le silicium rend le cuivre dur sans diminuer sa ductilité ni sa malléabilité, la teneur en silicium allant jusqu'à 3 0/0. A 6 0/0 de silicium, le cuivre devient cassant ; à 8 0/0 il se laisse pulvériser facilement ; avec 11 0/0 il est fragile comme le verre. Sa conductibilité électrique est diminuée.

L'étain diminue aussi la conductibilité électrique du cuivre.

Le bismuth le rend impossible à travailler.

Le plomb, en quantité très faible, rend le cuivre moins malléable ; à 1 0/0, le cuivre ne peut plus être travaillé.

Le cuivre fondu dissout certains sels métalliques, arséniates et antimoniates de plomb et de bismuth, qui exercent sur lui une action nuisible.

L'hydrogène, le gaz sulfureux, l'oxyde de carbone, sont absorbés par le cuivre liquide ; par re-

froidissement ils restent pris dans la masse, ils y produisent de petites cavités qui empêchent le polissage du métal.

## II. MINERAIS

On rencontre le cuivre à l'état de produit naturel sur les bords du Lac Supérieur et à Santa-Rita (Amérique du Nord), il se présente sous forme de lingots presque purs. Au Chili, on en trouve de grandes quantités à l'état grenu, de même au sud de l'Australie.

Le cuivre oxydulé ou oxydé rouge existe à Santa-Rita. En Allemagne, le ziegelerz est un mélange de cuivre oxydé rouge et de fer oxydé brun terreux.

Le principal minerai de cuivre est la *chalcopyrite* ou *cuivre pyriteux*.

Elle renferme 34 0/0 de cuivre et un peu d'or et d'argent : c'est un sulfure double de cuivre et de fer, elle se trouve avec la blende, la galène, etc.

La *malachite* est un minerai renfermant 57 0/0 de cuivre sous forme de carbonate et d'hydrate d'oxyde. On l'extrait dans l'Oural, l'Amérique du Sud, l'Australie et, depuis peu, du Nouveau Mexique et l'Arizona (Amérique du Nord). On en fait des objets d'art quand on en trouve de gros morceaux.

L'*azurite* renferme 55 0/0 de cuivre, elle accompagne la malachite.

La *chalcosine* contient près de 80 0/0 ; on la rencontre aux Etats-Unis, au Texas et aussi en Cornouailles, en Toscane, en Russie, Chili et Australie.

Il faut enfin citer encore le cuivre oxydé noir, la

covellite, la chalcantine, la bournonite, le chrysocole ou vert de cuivre, qui est un silicate de cuivre hydraté.

### III. MÉTALLURGIE DU CUIVRE

(D'après Schnabel, traduit de l'allemand par le D<sup>r</sup> Gauthier).

#### Extraction par voie sèche. Procédé allemand

1° On grille le cuivre pyriteux et les composés sulfurés du cuivre dans le but d'éliminer une partie du soufre, l'arsenic et l'antimoine. Ce grillage se fait *en tas*, en *stalles*, dans des *fours à cuve* (fig. 99-100), des *fours à réverbères* ou des *fours à moufles*, suivant la composition du minerai. Le four Malétra, très employé, permet de ne laisser que 1 0/0 de soufre (usine Malétra, à Rouen.) L'appareil n'est autre qu'une cuve en maçonnerie pourvue de tablettes horizontales en terre réfractaire, situées les unes au-dessus des autres ; le minerai, chargé à la partie supérieure, est poussé de table en table et finalement retiré de la dernière à la fin de l'opération.

Le four est d'abord porté au rouge par un feu vif, puis l'oxydation des sulfures dégage suffisamment de chaleur pour que le grillage continue de lui-même. La figure 101 représente la coupe longitudinale d'un de ces fours ; on groupe généralement ces fours par trois.

Les fours à réverbère, avec sole mobile, sont peu employés, à cause de leur rendement faible.

Le grillage dans des fours à réverbère, à laboratoire mobile, est usité dans les contrées où la main-

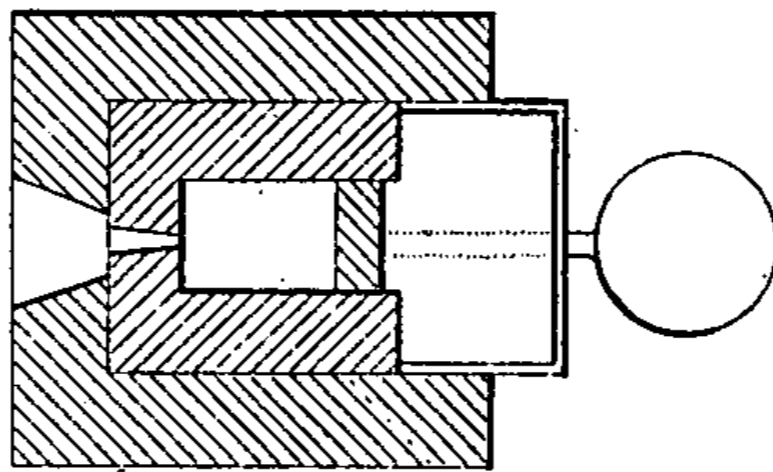
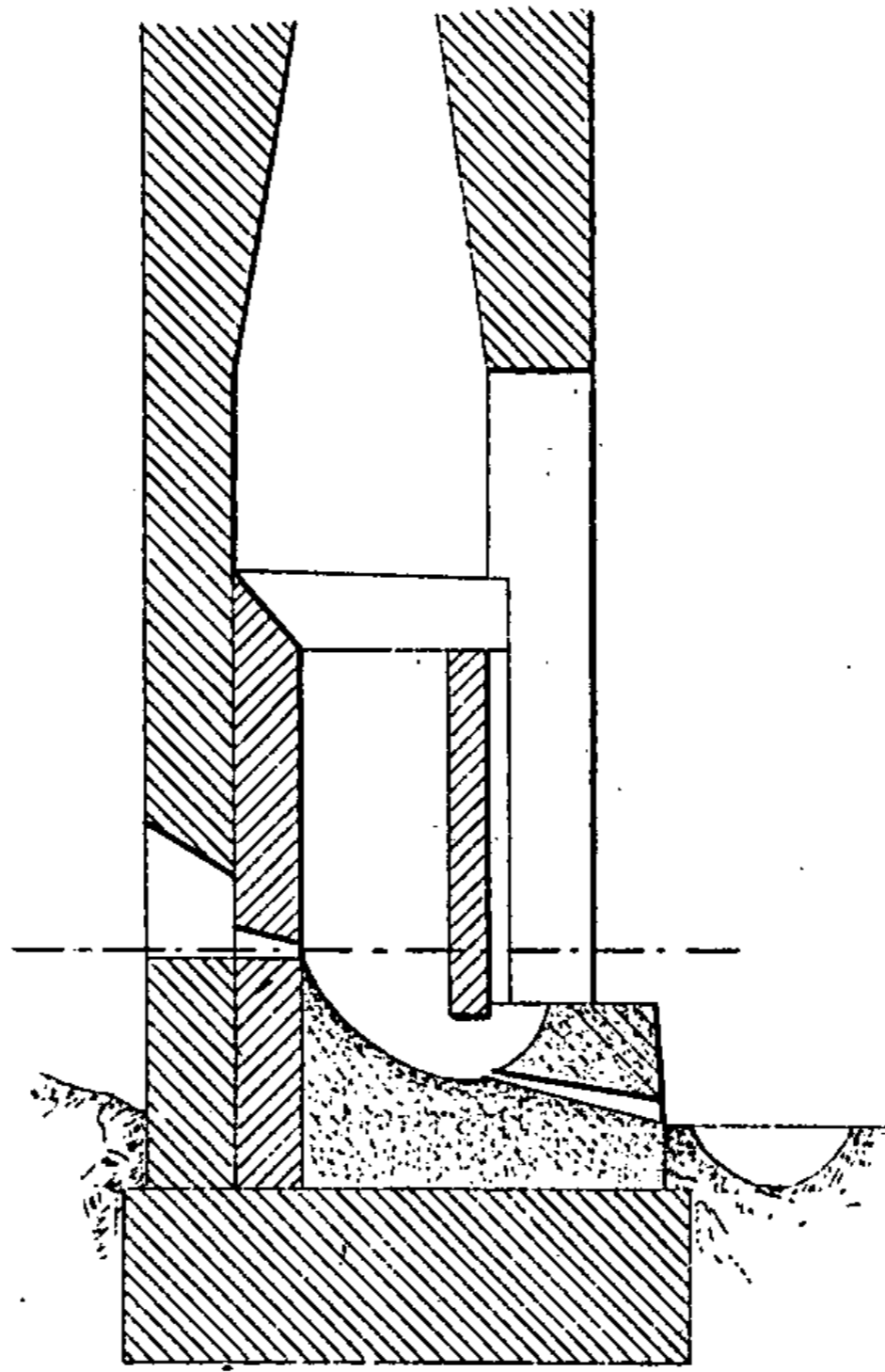


Fig. 99 et 100. Four à cuve.

d'œuvre est rare (Amérique du Nord, Australie et Angleterre).

Ces appareils sont des cylindres munis de bandes saillantes dont on produit la rotation par le frottement de galets contre ces bandes.

2° *Fonte pour matte.* — Le minerai grillé est

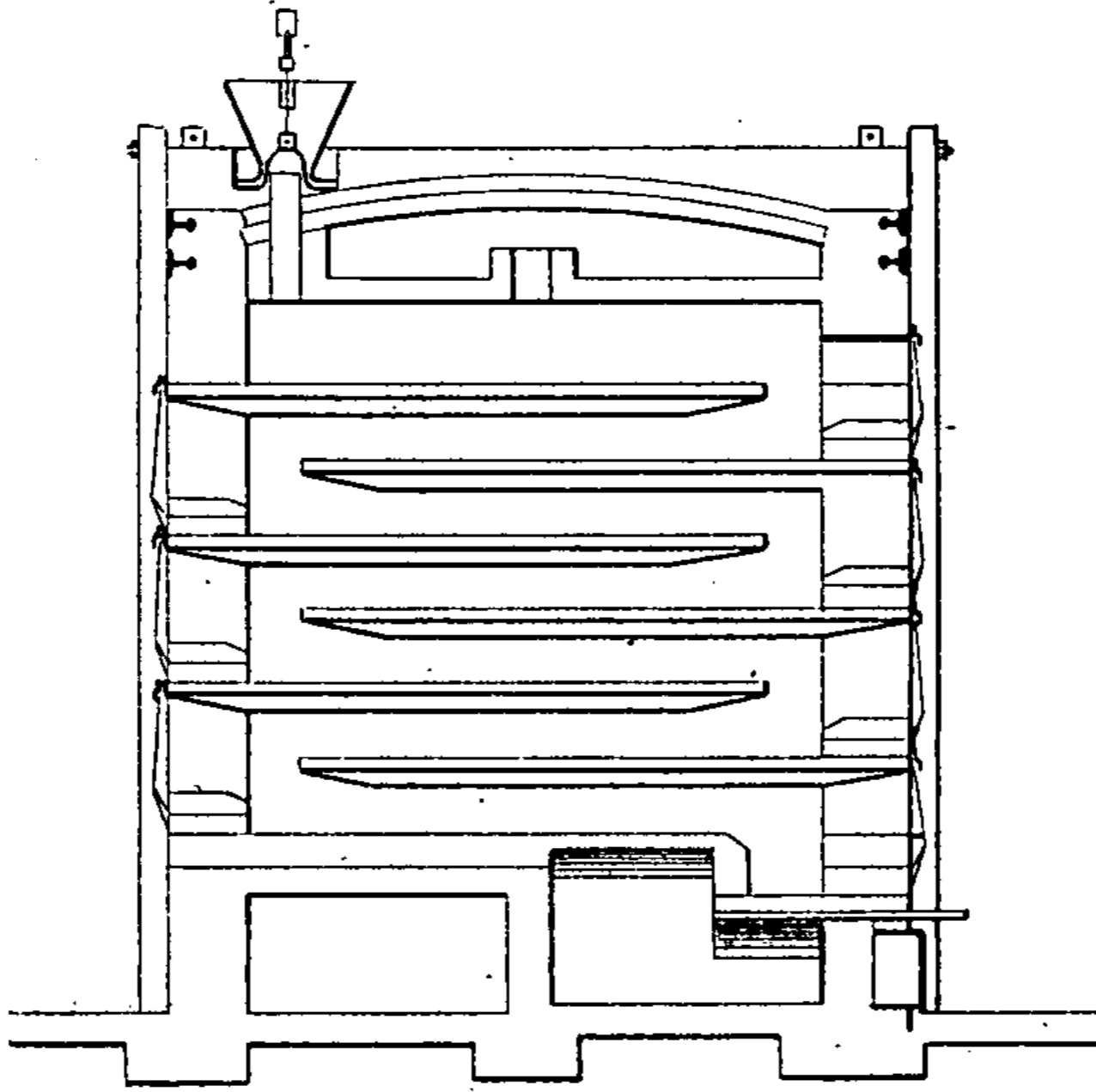


Fig. 101. Four Malétra.

un mélange d'oxydes, de sulfates et de sulfures de cuivre et de fer, dans lesquels la majeure partie du cuivre est encore combinée au soufre. Il renferme des sels de plomb et de zinc, du quartz, des silicates, etc.

On le fond avec du charbon et des fondants convenables dans des fours à cuve. On employait autrefois des fours bas à chargement vertical; aujourd'hui on préfère des fours élevés, à chargement horizontal, de section tantôt circulaire, tantôt elliptique, tantôt rectangulaire, uniforme dans toute la hauteur.

On remplace souvent la maçonnerie, en partie par une chemise en fer, ou bien totalement en employant des fours à parois creuses pourvues d'une circulation continue d'eau (water-jacket furnaces ou fours à chemise d'eau).

On souffle de l'air au moyen de ventilateurs.

On produit ainsi une fusion réductrice, dans laquelle la totalité du cuivre se combine au soufre restant.

La matière recueillie à l'état liquide constitue ce que l'on appelle la *matte brute*, contenant de 25 à 45 0/0 de cuivre; elle renferme en outre, indépendamment du fer, du zinc, du plomb, du nickel, du cobalt et de l'argent.

3° *Grillage de la matte brute*. — La matte est ensuite *grillée à mort* pour enlever tout le soufre, et oxyder ou volatiliser les métaux. Il doit rester une petite quantité de sulfure de cuivre et de sulfure de fer afin de sulfurer le cuivre scorifié lors de la fusion. Il se passe des réactions analogues à celles du premier grillage.

4° *Fonte de la matte brute grillée, pour cuivre brut*. — On ajoute des scories acides provenant de la fonte des minerais, des scories d'affinage et de raffinage du cuivre, pour scorifier le fer. On emploie les mêmes fours que pour la fonte des minerais.

**Procédé anglais** (fig. 102 et 103)

On concentre la matte par fusion avant de la traiter au four à réverbère pour cuivre brut.

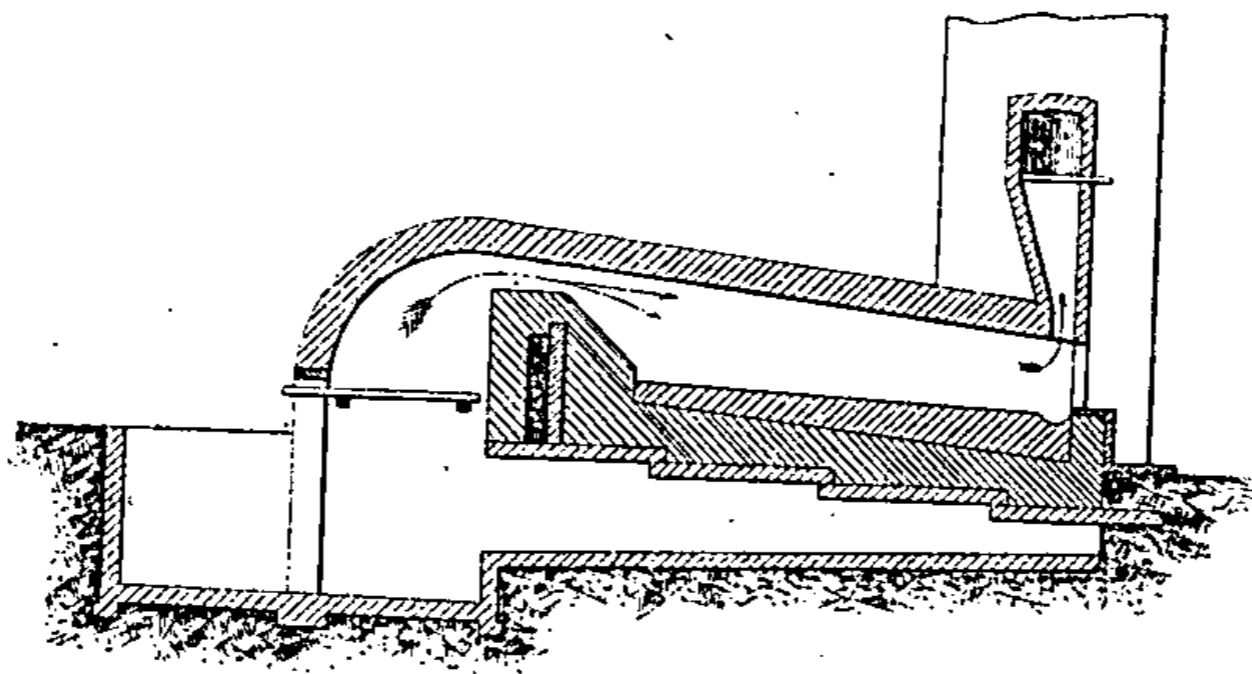


Fig. 102. Procédé anglais.

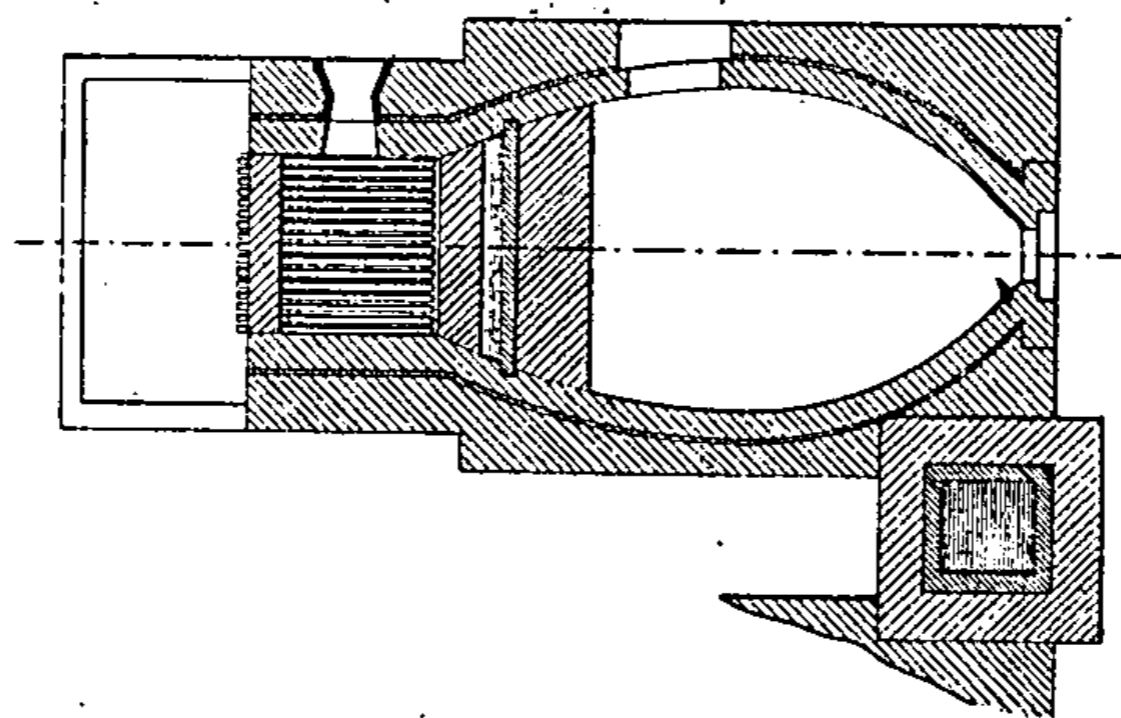


Fig. 103. Procédé anglais.

En Angleterre, on multiplie les opérations de concentration de la matte.

*Potier d'étain.*

Le traitement se résume ainsi, après avoir obtenu la matte brute :

- 1° Grillage de la matte brute ;
- 2° Fonte de la matte brute, pour matte bleue ;
- 3° Rôtissage de la matte bleue pour matte blanche extra ;
- 4° Rôtissage de la matte blanche extra pour métal fin ;
- 5° Rôtissage du métal fin, pour cuivre brut.

#### Procédé au convertisseur

On traite les mattes obtenues par les procédés précédents, dans un convertisseur soufflé garni intérieurement d'un revêtement siliceux destiné à scorifier le fer.

Ce convertisseur est du type Bessemer, de petite capacité, ou bien un cylindre mobile.

Le vent arrive, non par le fond, mais latéralement. Dans les convertisseurs Manhès et David, en forme de cylindres mobiles, les tuyères sont placées sur un côté; la boîte à vent tourne avec l'appareil. Le résultat à obtenir est d'oxyder toute la matte sans en laisser échapper aucune partie.

Il existe des appareils intermédiaires entre le cylindre et le convertisseur Bessemer : ce sont des Bessemer avec trois parois planes, une paroi bombée et un fond concave (fig. 104):

#### Épuration du cuivre

1° *Affinage*. — Il se fait au four à réverbère, à marche oxydante.

2° *Raffinage*. — On opère encore au four à ré-



verbère, mais on produit alors une fusion oxydante du cuivre, immédiatement suivie de la réduction de l'oxydure formé. Ces deux opérations

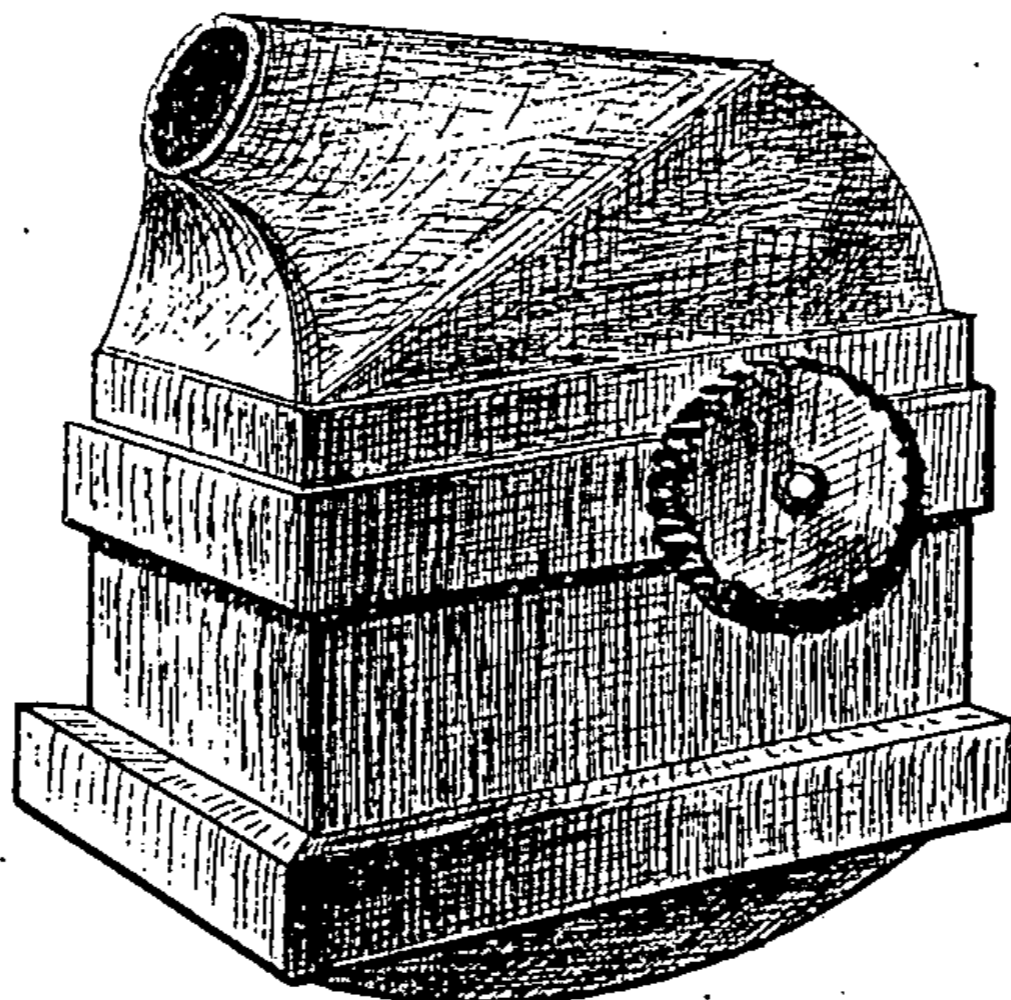


Fig. 104. Convertisseur pour cuivre.

sont répétées plusieurs fois en vue d'obtenir un cuivre ductile, tenace et compact.

#### Extraction par voie humide

On traite les minerais contenant le cuivre à l'état d'oxyde ou de carbonate. On commence par dissoudre le cuivre au moyen de l'acide sulfurique. Puis on précipite le cuivre de cette dissolution par le fer ; on emploie pour cela des déchets de fer (éponges et loups). Les minerais sulfatés peuvent être simplement lessivés, puis traités par le fer.

Les minerais sulfurés sont transformés en sulfates par grillage ou traitement par l'azotate de fer ou la solution de sulfate ferrique.

A Rio-Tinto on emploie le procédé Dötsch pour le traitement des pyrites cuprifères contenant 2,7 0/0 de cuivre : il consiste à transformer le sulfure de cuivre en chlorure par le perchlorure de fer. On précipite ensuite le cuivre par le fer.

#### **Extraction par voie électro-métallurgique**

Le traitement des mattes cuivreuses n'a pas conduit jusqu'à ce jour à de bons résultats économiques. On traite les alliages du cuivre avec les métaux précieux.

*Procédé Siemens et Halske.* — On dissout le cuivre des minerais sulfurés au moyen d'une solution de sulfate ferrique renfermant de l'acide sulfurique libre. Le bain obtenu est traité par un courant électrique, les cathodes étant formées de lames de cuivre séparées des anodes en charbon par un diaphragme non métallique ou filtre. Le bain passe d'abord sur les cathodes, où du cuivre se dépose, puis sur les anodes ; on obtient à l'anode le liquide dissolvant primitif : sulfate ferrique et acide sulfurique.

Ordinairement, avant de lessiver le minerai, on le grille légèrement. On procède à un lessivage méthodique dans des caisses ou des tambours rotatifs.

L'électrolyse a lieu dans un vase plat en bois, muni d'un fond mobile sur lequel se trouve l'anode en charbon des cornues en petits morceaux disposés sur des plaques de plomb perforées. Au-

dessus est disposé un filtre en feutre et c'est au-dessus de ce filtre que l'on monte les cathodes constituées par une série de tambours rotatifs munis d'un revêtement conducteur (lame de cuivre) et qui reçoivent le courant par leurs tourillons. On fait tourner les tambours lentement par l'intermédiaire de courroies imperméables et d'un jeu de poulies. Le liquide arrive par le haut et recouvre les cylindres, il sort par un tube situé dans le faux-fond. Le courant électrique a une direction contraire à celle du liquide.

#### **Extraction du cuivre des alliages**

Cette méthode est exploitée depuis peu en Europe et en Amérique. Elle repose sur le principe suivant : en employant comme bain ou électrolyte une solution de sulfate de cuivre légèrement acide, comme pôles : d'une part des lames de cuivre et de l'autre l'alliage coulé en plaques de forme convenable, le cuivre est dissous de son alliage et se porte à la cathode sur les lames de cuivre, tandis que l'argent reste à l'anode et se précipite au fond du bain.

#### **IV. FONDERIE DE CUIVRE (1)**

##### **Modèles**

On emploie, pour la fabrication des modèles, le pin, le noyer, le tilleul et l'aune ; le pin pour les grandes pièces, l'aune pour les petites. On utilise aussi le buis, c'est généralement le cas pour les

---

(1) Voir aussi *Manuel du Fondeur en fer et en cuivre* (Encyclopédie-Roret);

modèles de poids en cuivre. Il faut que ces modèles aient un quinzième en sus des dimensions voulues, à cause du retrait que subit le cuivre fondu en se refroidissant. En outre, ces modèles doivent être faits en dépouille, c'est-à-dire avec un léger fruit, de façon à faciliter leur sortie du moule. Pour les poids, le modèle en bois se fait un dixième plus fort, car il ne doit servir qu'au moulage d'un premier poids qui, lui, servira réellement de modèle ultérieurement.

Les mouleurs ont des mètres spéciaux, un peu plus longs que les mètres courants, divisés comme eux, et servant à tenir compte implicitement du retrait.

L'outillage du mouleur est sensiblement celui du menuisier : machines à scier, à raboter, à percer et à moulurer.

Les corps des poids, depuis le 200 grammes jusqu'au 20 kilogrammes, comme d'ailleurs beaucoup d'objets moulés, se font à noyau, c'est-à-dire que leur intérieur est creux.

Les boîtes à noyau peuvent se faire en bois, mais elles sont plus pratiques en cuivre. Pour celles qui n'ont qu'une portée, comme la lanterne d'une colonne de balance, on pratique un petit trou au centre pour y mettre un fil de fer qui servira de point d'appui lorsqu'on placera le noyau dans le moule (fig. 105).

### Sable

Les sables les plus estimés pour la fonderie sont ceux de Fontenay-aux-Roses. On n'emploie pas ce sable neuf, mais mélangé à du vieux sable qui a

déjà servi. Il existe divers appareils pour préparer le sable, tous destinés à lui donner de l'homogénéité et à réduire ou à enlever les grumeaux. On peut se servir d'une claie cylindrique tournante, de cylindres frotteurs ou bien du broyeur Carr. On emploie aussi des tamis à air comprimé.

Des machines, dites machines à frotter le sable, le mélangent jusqu'à ce qu'il prenne une consistance voisine de celle du mastic.

### Outils de moulage

Le mouleur doit avoir une caisse à sable, munie de quatre pieds, de 2 mètres de longueur sur un mètre de largeur et 50 centimètres de profondeur. Son

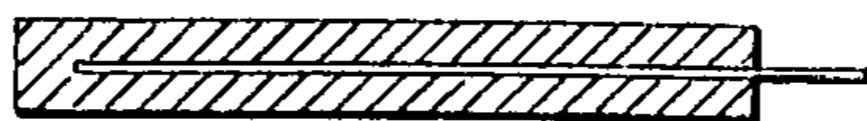


Fig. 105. Noyau.

outillage comprend en outre une pelle, un tamis, un soufflet, une brosse, du talc, du poussier de charbon ou de la farine pour saupoudrer les moules, une règle de fer, un godet à noir d'étuve avec un pinceau, etc. — Il se sert de châssis en fonte et d'une foule d'accessoires servant d'une part à tasser le sable : fouloirs et maillets, de l'autre à retoucher ou à réparer les moules : truelles et spatules d'acier, lissoirs, casques, gouges en cuivre jaune.

### Procédés de moulage. Coquille. Couche

*Exemple.* — Soit à obtenir par moulage une sphère creuse, je me servirai pour cela de deux

demi-sphères creuses, ou *coquilles*, des dimensions voulues. A l'aide de ces coquilles, je vais confectionner le moule. Sur une des coquilles retournée je serre le sable dans un châssis, puis je retourne le tout. Je taille les portées du noyau, au nombre de deux ou trois, suivant les dimensions, dans le sable foulé, je les saupoudre de talc et serre du sable dans la coquille et les portées. Je complète le noyau en serrant du sable dans la deuxième coquille, en la superposant à la première et en formant la seconde partie des portées.

Je les saupoudre de talc, pose le second châssis sur le premier et serre le sable dans ce second châssis. Il ne reste plus qu'à séparer les châssis, à enlever la coquille supérieure, le noyau ensuite et la coquille inférieure. Remettant en place le noyau, on taille les jets, c'est-à-dire le moule, et on porte ce dernier à l'étuve.

On conçoit facilement que ce qui vient d'être dit pour une simple sphère se répéterait identiquement pour un objet creux quelconque d'une forme permettant la sortie du noyau (fig. 106, 107, 108).

On opère aussi d'autres façons pour confectionner les moules. Autrefois on exécutait beaucoup de moules à la main. Mais actuellement on procède à l'aide de *couches* quelquefois en sable, plus généralement en plâtre.

Pour faciliter le démoulage et l'exécuter d'une manière plus parfaite, on fait usage du *peigne* : c'est une sorte de cadre qui suit le contour plan du noyau ; ce cadre repose sur le châssis inférieur et s'enlève en même temps que le châssis supérieur lorsqu'on procède au démoulage.

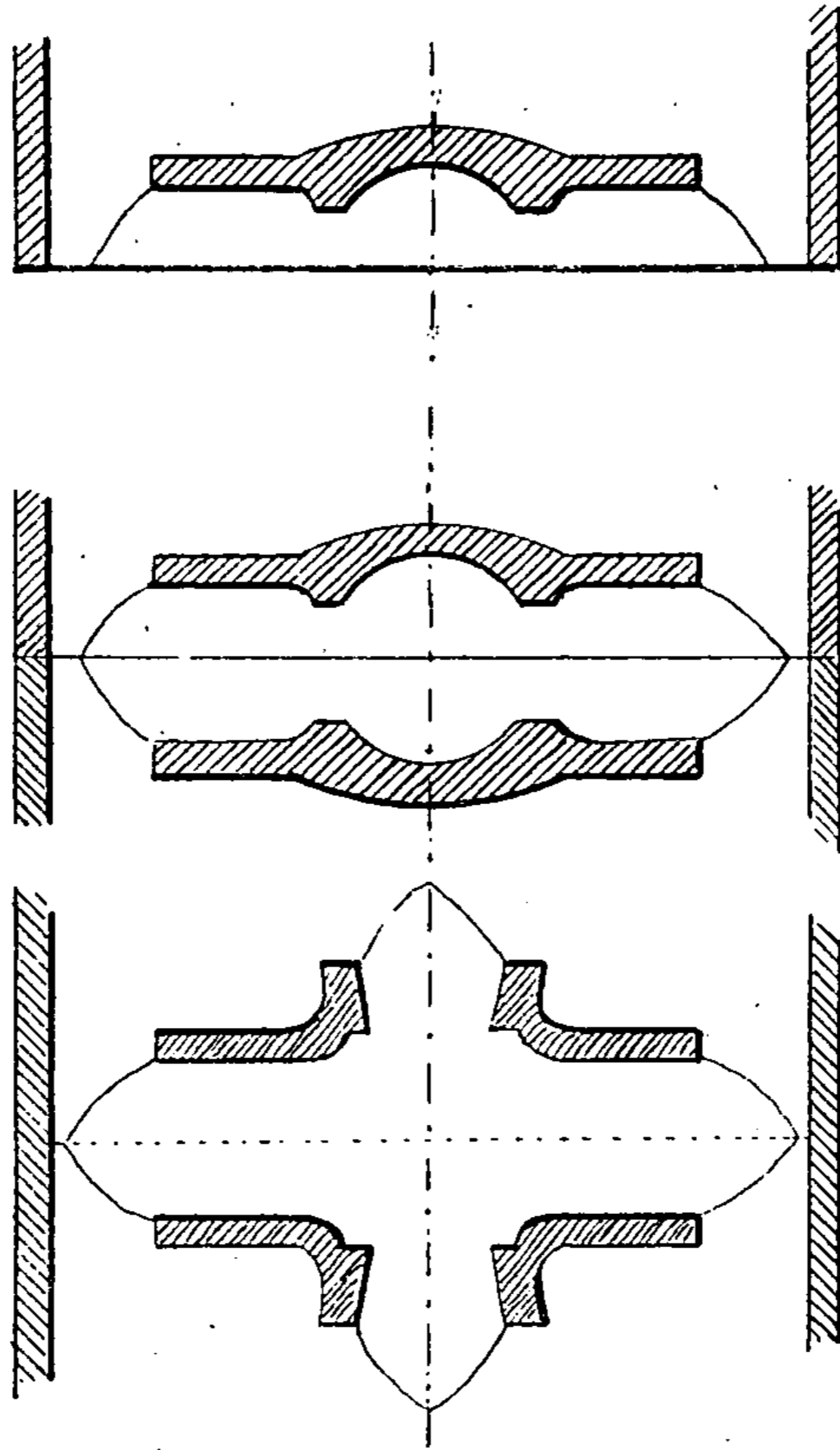


Fig. 106, 107 et 108.

### Machines à mouler et démouler

Dans les fonderies importantes, on se sert de machines spéciales dont il nous faut dire quelques mots :

1° Machines à démouler avec lesquelles le sable des moules est serré à la main comme à l'ordinaire ;

2° Machines à mouler et démouler : le serrage mécanique est obtenu au moyen de vis, de leviers ou par un piston à vapeur, à air ou à eau sous pression.

La séparation des deux châssis se fait normalement, ainsi il ne se produit aucun ébranlement des modèles et par conséquent pas d'arrachements de sable. Le démoulage avec peigne supprime la dépouille des modèles. Afin de permettre un serrage plus uniforme, on enlève un peu de sable au-dessus des saillies du modèle.

On obtient encore une plus grande régularité de serrage en se servant d'un sommier profilé, c'est-à-dire que le sommier de la machine présente en creux le profil du modèle. Malgré ce perfectionnement, il vaut toujours mieux serrer à la main les premières couches de sable, celles qui touchent au modèle.

M. *Bonvillain* construit toute une série d'ingénieuses machines à mouler. La plus simple opère le serrage par l'intermédiaire d'une vis, comme dans les presses à copier ; pour le démoulage, on utilise la force d'une presse hydraulique simple : un petit piston à eau, intérieur au socle de la machine, est mû par un second piston extérieur sur lequel l'ouvrier appuie de tout son poids.



La machine à mouler universelle de M. Bonvilain est également mue par l'eau sous pression. Elle se compose essentiellement de deux pistons de diamètres très différents : le gros produit le serrage et le petit fait remonter le gros quand on fait communiquer la partie supérieure de celui-ci avec la sortie de l'eau. Un autre cylindre hydraulique opère le démoulage : un plateau muni de quatre tiges de rappel produit le soulèvement du peigne.

Mentionnons aussi la machine à démouler de la Société des Fabriques réunies et la machine à mouler à levier, système Farwell.

### Etuves

L'étuve doit être de dimensions telles qu'elle puisse contenir tous les moules faits dans une journée. La grande étuve à chariot, ainsi appelée parce qu'on peut y faire entrer un chariot sur lequel on a chargé à la grue les gros moules, se construit en briques avec carcasse en fers laminés. Sa voûte repose sur des fers doubles T. Les moules se placent sur des barres de fer qui entretoisent les murs de l'étuve. On ferme l'étuve au moyen d'une porte à deux vantaux de fer supportés chacun par deux galets; un crochet les maintient fermés, et l'un des vantaux porte un judas.

On sèche ordinairement les noyaux dans des *étuves à tiroirs*, fixes ou transportables.

Les moules sortis de l'étuve sont superposés dans une presse grossière entre deux plaques de tôle de dimensions au moins égales à celles des châssis. Lorsque la presse est ainsi garnie (fig. 109), on l'incline sur un chevalet pour procéder à la coulée.

### Travail du fondeur

Le fondeur s'occupe de la conduite des fours, de la surveillance des creusets et de la coulée. A cet effet ses principaux outils sont : une pelle à coke, un ringard, une écumoire de creuset, des happes de diverses formes (fig. 110) pour sortir le

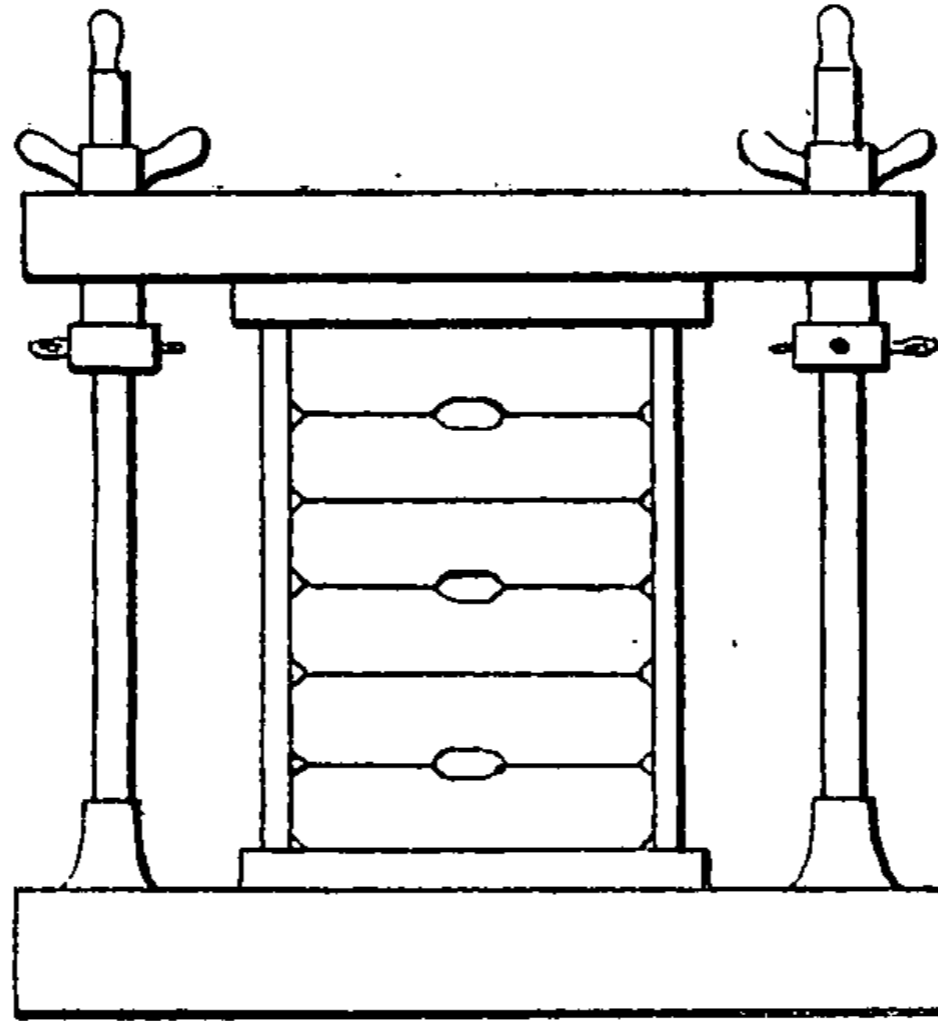


Fig. 109. Presse garnie.

creuset du four, et une cuiller pour la coulée. Quand le creuset pèse trop lourd, on le place sur un *brancard* emporté par deux hommes ou soulevé par les crochets d'un étrier suspendu à un pont roulant ou à une grue.

Les creusets (fig. 111) se font en terre réfractaire ou en plombagine, ils servent de un à trois jours ;

leur usure se produit plus rapidement dans les fours soufflés que dans ceux à tirage naturel. Pour fabriquer ces creusets, on emploie une terre emmagasinée depuis longtemps, puis malaxée avec du

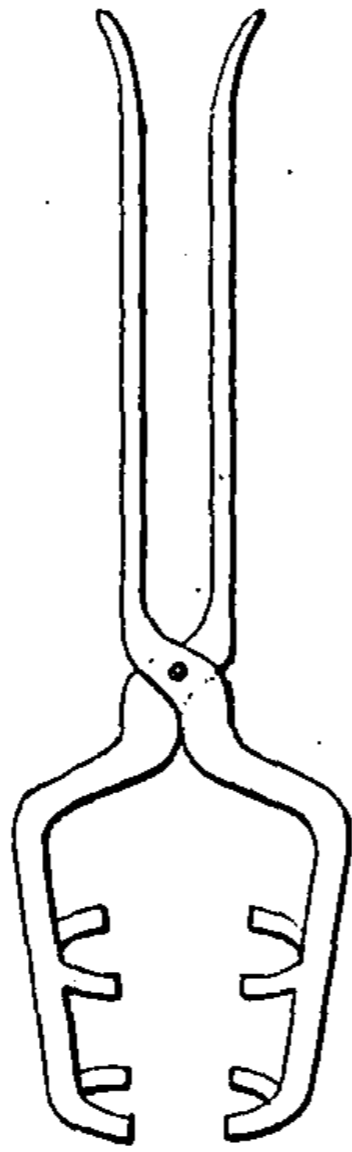


Fig. 110. Happe.

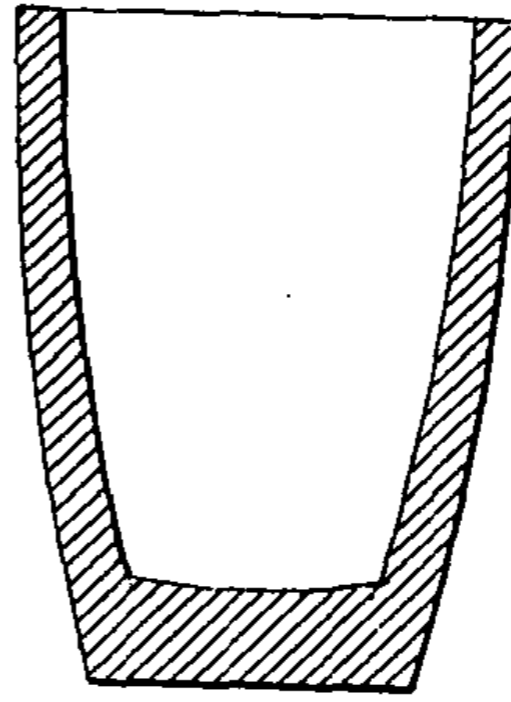


Fig. 111. Creuset.

sable quartzeux ou de la terre réfractaire pilée après cuisson ; on laisse sécher et on cuit au four. Un recuit convenable leur donne plus de résistance.

Les creusets en plombagine renferment un peu de terre réfractaire calcinée ; on ne les fait pas avec une matière neuve, on mélange le graphite neuf à du graphite de vieux creusets.

*Potier d'étain.*

### Fours

Les alliages à base de cuivre se font au creuset ou au four à réverbère, mais de préférence au creuset, parce qu'il se produit moins d'oxydation. On emploie rarement des creusets de plus de 100 kilogrammes dans les fours fixes et de 300 kilogrammes dans les fours mobiles.

Les fours fixes à tirage naturel se groupent par six ou par huit; ce sont des constructions en briques, à armatures métalliques, de section cylindrique ou carrée; ils sont munis d'une grille à la partie inférieure; les gaz du foyer passent dans des carneaux situés en haut et sont entraînés vers la cheminée. Les cendriers débouchent dans une galerie en sous-sol, d'où on décroasse les grilles. Le creuset repose sur un disque épais, de même nature que lui, appelé *fromage*.

*Les fours ronds mobiles* se composent d'un cylindre en tôle dans lequel on superpose des anneaux de poterie réfractaire. Cette enveloppe de tôle porte deux crochets que l'on attèle à un palan pour soulever le four. On groupe de tels fours et on les raccorde au massif des carneaux avec un peu de terre réfractaire. Les grilles restent fixes, on les décroasse par une galerie située au-dessous.

*Fours soufflés.* — On constitue une batterie de fours soufflés, de la manière suivante : On construit une carcasse formée de parois en tôle et cornières entretoisées par des murettes en briques, on fait ainsi des espaces carrés dans chacun desquels on construit le four proprement dit : il se compose d'une cuvette en fonte servant de cendrier, d'une

grille placée au-dessus; le four, formé de quatre plaques en poterie réfractaire, repose sur des plaques de fonte. On remplit le vide autour de ces plaques avec du sable. De cette façon la perte de chaleur

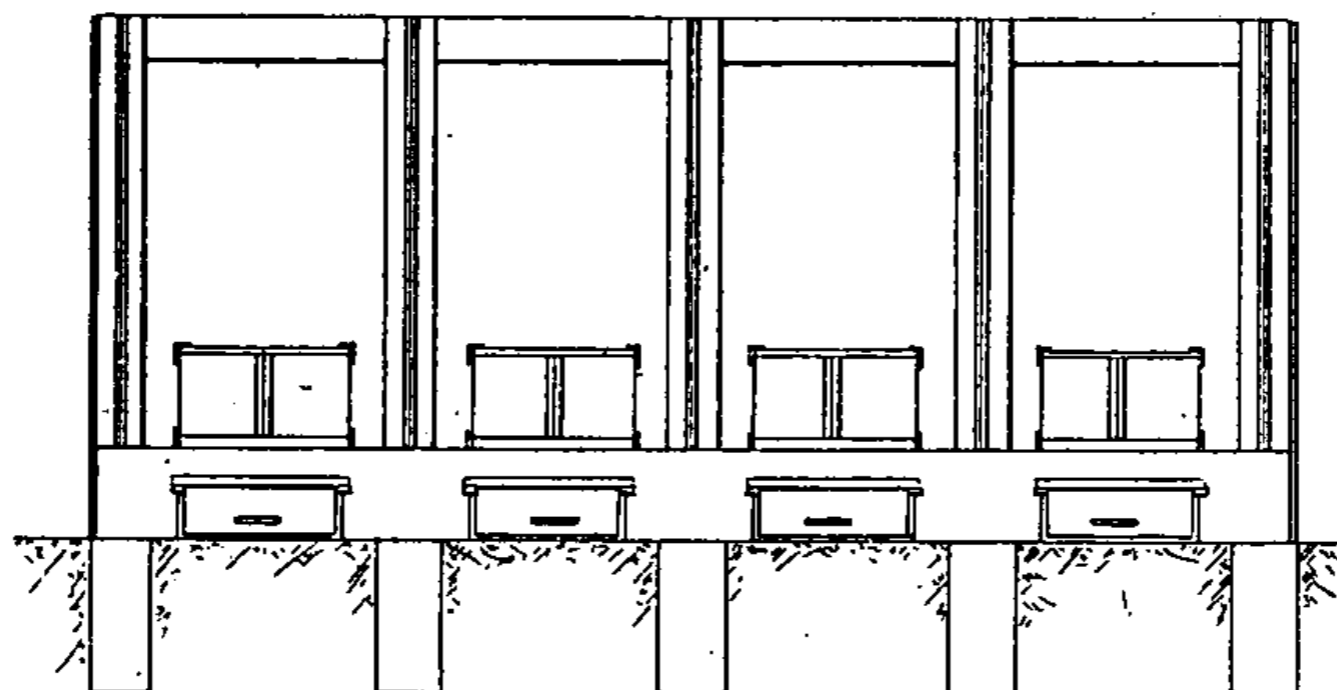


Fig. 112. Four soufflé.

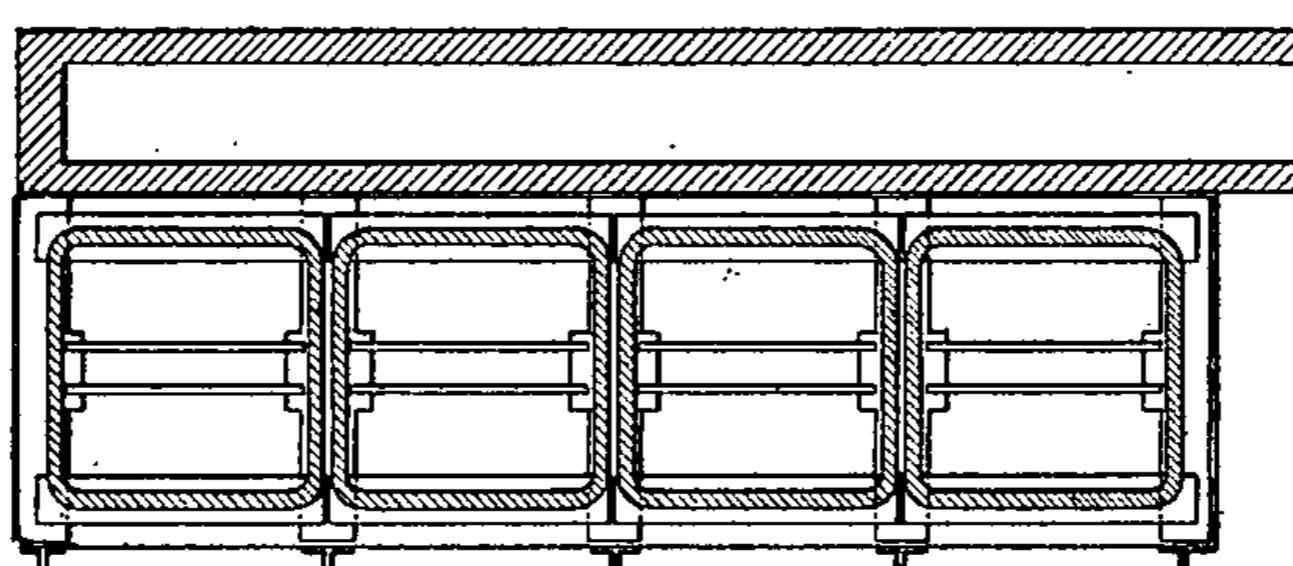


Fig. 113. Four soufflé.

par rayonnement se trouve diminuée dans de notables proportions (fig. 112 et 113).

L'air soufflé par un ventilateur arrive sous la grille formée de deux barreaux portant une plaque

entaillée sur son pourtour ; c'est par ces entailles que passe l'air. On enlève le creuset au moyen d'un palan.

Le creuset se charge lorsqu'il atteint le rouge cerise, les lingots métalliques étant eux-mêmes préalablement chauffés jusqu'au rouge dans les carneaux. Sur le bain métallique on verse du poussier de charbon de bois et un fondant pour prévenir l'oxydation.

Ces fours présentent plusieurs inconvénients :

- 1° Limite de la capacité des creusets ;
- 2° Danger de transporter les moules ;
- 3° Refroidissement du creuset à chaque opération.

*Four mobile oscillant de Piat* (fig. 114). — C'est un appareil en tôle et terre réfractaire de section carrée, portant à mi-hauteur une ceinture d'acier munie de deux tourillons. Il renferme un creuset en graphite pouvant contenir de 50 à 300 kilogr. de métal, renflé au milieu. Ce creuset posé sur un fromage est maintenu à sa partie supérieure par deux blocs réfractaires dont l'un forme canal de coulée, l'autre agissant comme un coin. Le four se ferme à la partie supérieure par un couvercle articulé. Pendant la fusion, l'on met les *rehausses* : c'est en quelque sorte un prolongement de la capacité du creuset ; on bouche le canal de coulée par un morceau de coke et de la terre. Les gaz chauds sortent par la rehausse, ce qui nécessite une hotte de grande dimension. Pour couler, on enlève la rehausse, on rabat le couvercle, on débouche le canal et on fait basculer le four ; on verse le métal

fondu dans des poches ou directement dans les moules.

*Grand four avec appareil de suspension* (fig. 115). — C'est un four d'une construction analogue à celle du précédent, et situé en contre-bas

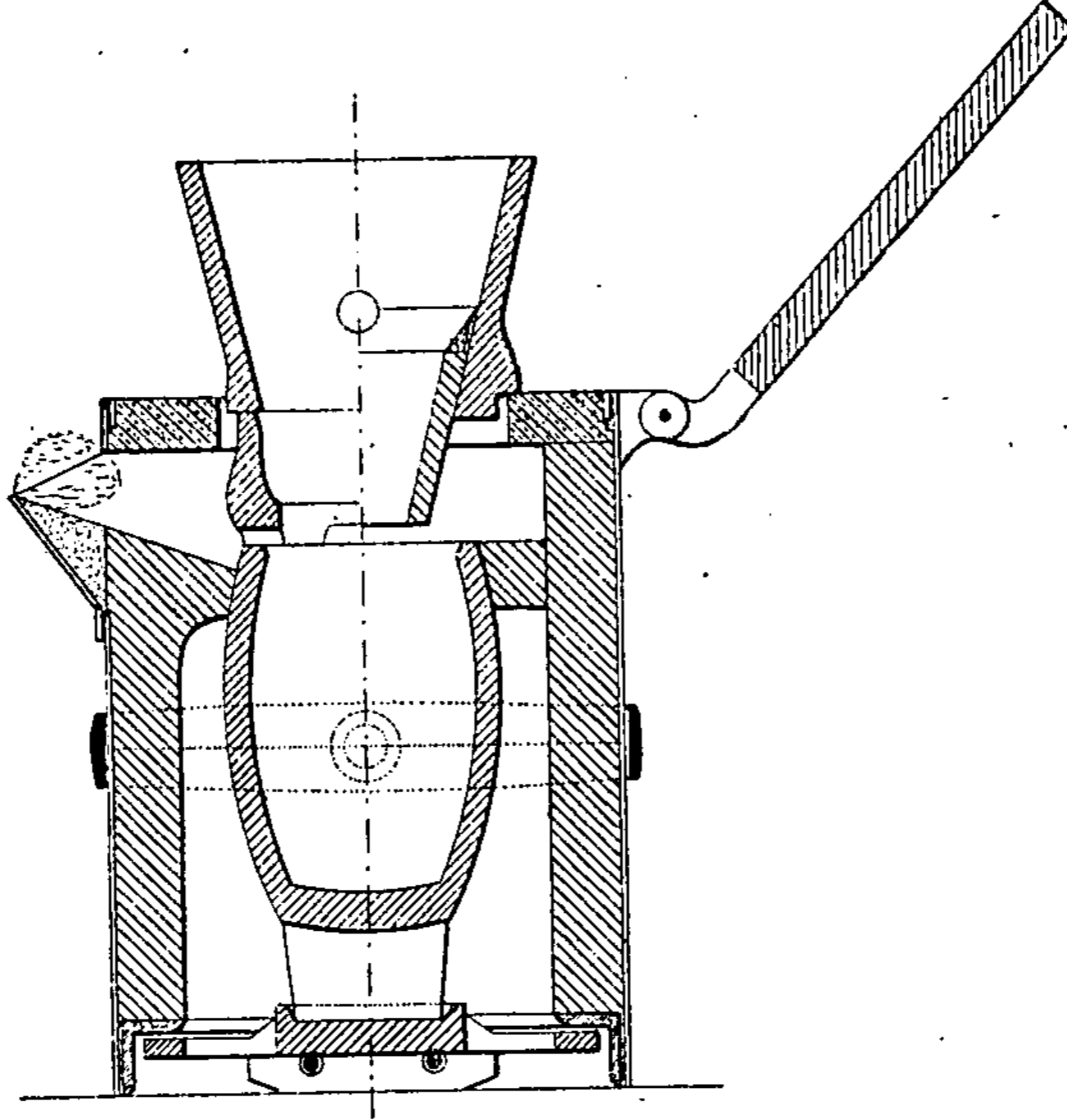


Fig. 114. Four mobile oscillant de Piat.

du sol. Il peut être élevé au moyen d'un treuil dont la chaîne de traction est amarrée à un secteur calé sur l'axe d'un levier; ce levier porte à l'une des extrémités le four en question qui peut en outre os-

ciller autour de son point d'attache, et à l'autre une caisse chargée de ferrailles équilibrant en partie le poids du four. Une fois le four soulevé on l'incline à la main pour couler.

*Four Rousseau.* — C'est un four oscillant, équilibré, actuellement l'un des plus employés dans les grandes fonderies; il se fait pour creusets de

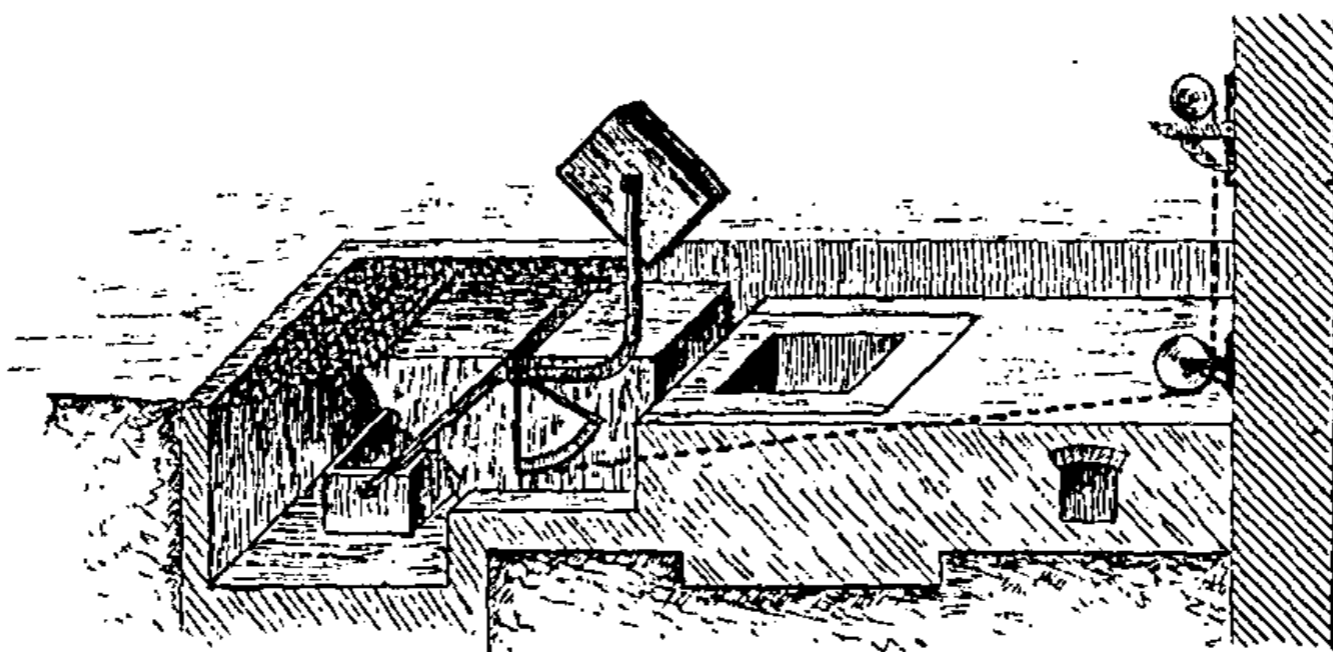


Fig. 115. Grand four avec appareil de suspension.

100, 200 et 300 kilogrammes. Il se compose d'une enveloppe cylindrique en tôle garnie intérieurement d'un chemisage réfractaire; l'ensemble repose sur une couronne de fonte portée par quatre équerres rivées à l'enveloppe. Le four peut basculer autour de deux tourillons faisant partie d'une ceinture métallique rivée à l'enveloppe. Le creuset est maintenu comme dans le four de Piat; au-dessus, se trouve un cône où l'on accumule le métal à fondre, et autour de ce cône sont disposés les trous de chargement du combustible (coke).

Pour faciliter ce chargement et celui du bronze,



le four est partiellement enfoui dans le sol. L'air soufflé arrive entre le chemisage et l'enveloppe, il pénètre à l'intérieur par de petits conduits plongeants.

On soulève le four à l'aide d'un volant à vis sans fin et d'une crémaillère; on l'incline ensuite.

*Four Charlier.* — Ce four, qui tend à remplacer le four Rousseau, présente l'avantage de ne pas exiger l'emploi de creusets en plombagine; c'est un cylindre en tôle rivée, mobile autour de son axe horizontal, et garni intérieurement de briques réfractaires. Il est chauffé au moyen de combustibles liquides : pétrole, essence, huiles lourdes quelconques qui se mélangent à l'air dans un brûleur placé dans l'un des deux tourillons. Le courant gazeux, chassé par un ventilateur, pénètre horizontalement dans le four, qu'il parcourt dans toute sa longueur, se brise contre la paroi verticale et fait retour pour s'échapper au dehors sous une hotte. On commence par chauffer le four au rouge, puis on y jette le métal en lingots et les déchets d'ébarbage. Après fusion, on procède à la coulée en imprimant au cylindre un mouvement de rotation, au moyen d'un volant à main calé sur l'axe du cylindre, du côté opposé au brûleur. Le trou de coulée, largement ouvert pour le chargement du métal et le départ des gaz brûlés, n'est pas situé au milieu de la longueur du cylindre, mais plus près de l'arrivée des gaz chauds, de façon à augmenter le parcours de ces gaz à l'intérieur du four avant leur sortie.

Le modèle courant de four Charlier, qui mesure environ un mètre de longueur, sur cinquante cen-

timètres de diamètre de base, permet de fondre 300 kilogrammes de bronze à l'heure.

Autrefois on se servait de fours ronds chauffés au bois.

#### V. ÉBARBAGE ET NETTOYAGE

Après la coulée et le démoulage, on ébarbe les pièces, c'est-à-dire que l'on enlève les bavures, on coupe les jets, les événements; on emploie pour cela le burin, la scie à métaux, puis la lime ou la meule. Pour couper les gros jets, on se sert souvent d'une machine à deux burins, l'un fixe, l'autre commandé par un excentrique relié à une pédale. On termine généralement l'ébarbage à la meule; cette meule est soit en silex, soit en émeri, soit en corindon; dans ces derniers temps on a fabriqué d'excellentes meules en agglomérant avec de la gomme laque un ciment magnésien ou une argile cuite, finement pulvérisée. On donne à ces meules une vitesse circonférentielle de 30 mètres à la seconde.

Après ébarbage il faut nettoyer les pièces moulées, c'est-à-dire les débarrasser des grains de sable que le métal a arrachés au moule. A cet effet, on lance sur la pièce un jet de sable. Il faut pour cela un compresseur d'air, un réservoir à air comprimé, et une caisse à sable. Les pièces sont placées sur une table qui tourne lentement. Le sable tombe par deux robinets sur les becs de tuyaux parcourus par l'air comprimé. Il se produit un effet de trompe et le sable est violemment aspiré, il est refoulé sur les pièces par deux buses mobiles. Pour opérer ce nettoyage, l'ouvrier se protège la figure au moyen d'un casque spécial dont la partie

supérieure communique avec le réservoir d'air comprimé; au moyen d'un robinet il en règle la pression. On peut aussi mettre un rideau pour empêcher les poussières d'arriver jusqu'à l'ouvrier, et faire aspirer ces poussières par un ventilateur.

VI. ESSAIS DES BRONZES A LA TRACTION

Bronzes.	Limite d'élasticité par millimètre carré.	Charge de rupture par m/m <sup>2</sup> .	Allongement pour cent.
Bronze oxydé . . . . .	13	17	6
Bronze neuf. . . . .	14	28	24

VII. TABLEAU DONNANT LA COMPOSITION  
DES BRONZES INDUSTRIELS (Buchetti)

Emplois de ces bronzes.	Teneur en cuivre.	Teneur en étain.
<b>I. Bronzes tendres rouges</b>		
Pour pièces malléables, flexibles, et tubulures devant résister au feu. . . . .	98	2
Outils de mines, massettes de monteur. . . . .	96	4
Métal flexible qui se martèle, s'emploie à la fabrication des rivets. . . . .	94	6
<b>II. Bronzes mécaniques</b>		
Pièces de machines devant offrir de la tenacité (bronze à canons) telles que roues dentées, bois- seaux de robinets. . . . .	92 90 89	8 10 11
Coussinets, pièces à frottement.	88	12
Coussinets durs, clefs de robinets,	86	14
		<b>13.</b>

Emplois de ces bronzes.	Teneur en cuivre.	Teneur en étain.
Coussinets plus durs, colliers d'excentriques. . . . .	84	16
Coussinets très durs pour grandes vitesses et frottement sur pié- ces d'acier trempé. . . . .	82	18
<b>III. Bronzes très durs</b>		
Métal des cloches, grains de pivots, se travaille difficile- ment. . . . .	80 à 77	20 à 23
Clochettes et timbres. . . . .	75 70	25 30

### VIII. BRONZES CONTENANT DU ZINC (Buchetti)

Emplois.	Teneur en cuivre.	Etain.	Zinc.
Monnaie de billon. Se lamine.	95	4	1
Brides et raccords à braser ou river. . . . .	95 92	3 6	2 2
Bronze de moyenne dureté. .	90	8	2
Boisseaux de robinets à va- peur, corps de pompes, en- grenages, pièces de wagons.	88	10	2
Clapets, soupapes, écrous de presses. . . . .	86	12	2
Clefs de robinets, sièges de soupapes. . . . .	85	13	2
Colliers d'excentriques, pièces à frottement. . . . .	84	14	2
Coussinets de bielles, coulis- seaux. . . . .	83	15	2
Coussinets d'essieux, de biel- les. . . . .	82	16	2
Cloches de sifflets, tiroirs. . .	80	18	2

Il est d'autant plus difficile d'obtenir un bronze parfaitement homogène que l'étain entre en plus petite quantité dans la composition de l'alliage. On parvient à un bon résultat en opérant en quelque sorte le mélange en deux temps : on fabrique d'abord un alliage par parties égales d'étain et de cuivre, puis on introduit ce mélange en quantité convenable pour obtenir le titre voulu. Le problème est facile à résoudre : supposons que l'on veuille fabriquer avec 150 kilog. de cuivre un bronze à 94 0/0 de cuivre et 6 0/0 d'étain, en employant l'alliage intermédiaire à 50 0/0 d'étain et de cuivre.

La moitié du poids d'alliage intermédiaire à ajouter représentera tout l'étain de l'alliage final, ce sera donc les  $\frac{6}{100}$  du poids de cet alliage. Soit  $p$  ce demi-poids, l'on écrira :

$$p = \frac{6}{100} \times (150 + 2p)$$

$150 + 2p$  représente le poids total de l'alliage final, d'où :

$$p = \frac{6 \times 150}{88} = 10 \text{ kg. } 227$$

Il faudra mettre 20 kg. 454 de l'alliage intermédiaire.

### CHAPITRE XI

#### Fabrication des poids en cuivre (fig. 116)

En général le fabricant de poids en cuivre n'a pas un atelier de fonderie; il reçoit les poids coulés, bruts de fonderie ou simplement ébarbés: poids de 50 grammes et de 100 grammes massifs et

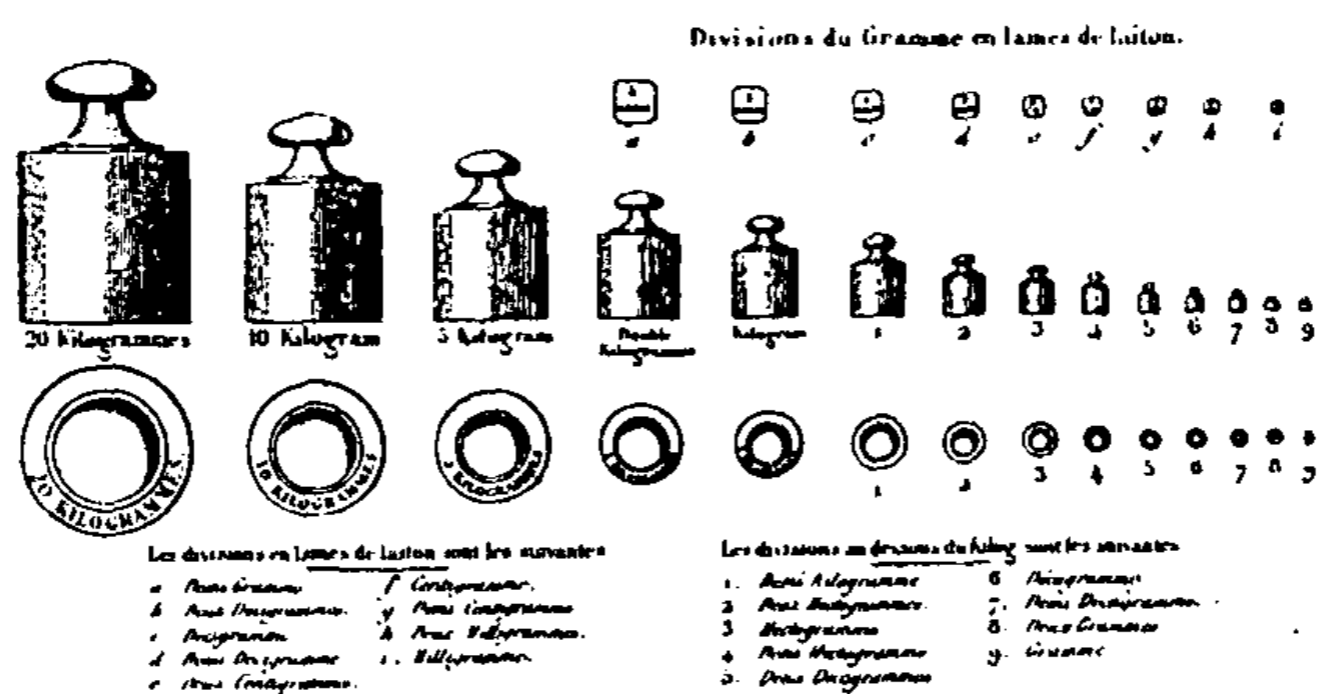


Fig. 116. Poids en cuivre.

d'une seule pièce, poids de 200 grammes à 20 kilogrammes creux et en deux parties, le corps cylindrique et le bouton.

Les poids au-dessous de 50 grammes se fabriquent très rapidement au moyen de longues barres cylindriques de diamètres convenables dans lesquelles on découpe le poids au tour à décolleter (fig. 117 et 118). Ce tour horizontal se compose

essentiellement d'un banc d'environ 1 mètre 30 de longueur au-dessus duquel se trouve fixée une forte barre longitudinale sur laquelle peut coulisser un chariot porte-outils que l'on manœuvre au moyen d'un levier à main. Le porte-outils est en outre commandé, au moyen d'une petite manivelle latérale, par une vis sans fin qui prend écrou sur le chariot, pour se mouvoir perpendiculairement au banc du tour. Pour fabriquer un poids au-dessous de 50 grammes, on introduit dans l'axe du tour une tige de laiton de 4 mètres de longueur et on la maintient au centre à l'aide de la poupée du tour constituée par une lunette, portant en son centre deux coussinets à profil angulaire réglables au moyen de deux vis à tête carrée (fig. 119).

La tige de laiton traverse donc l'arbre du tour ; cet arbre est supporté par deux paliers solidaires de la barre longitudinale ; il tourne dans des coussinets en acier trempé et porte deux poulies folles encadrant une poulie fixe. On met le tour en marche par une courroie droite ou croisée suivant le sens de rotation que l'on veut obtenir. Le porte-outils est prolongé latéralement par une sorte de petit châssis relié à deux traverses qui servent à porter différents petit outils, *ay* est celle du *guide* dont la position se règle au moyen d'une vis et d'un écrou ou d'une coulisse avec vis de pression. Ce guide vient buter contre la tige de laiton dont il détermine la partie utile, celle qui apparaît libre pour être entamée par l'outil, cette tige de laiton traversant à frottement doux le corps du chariot. Le levier s'articule à l'extrémité d'une pièce perpendiculaire à la barre, pouvant se mouvoir le

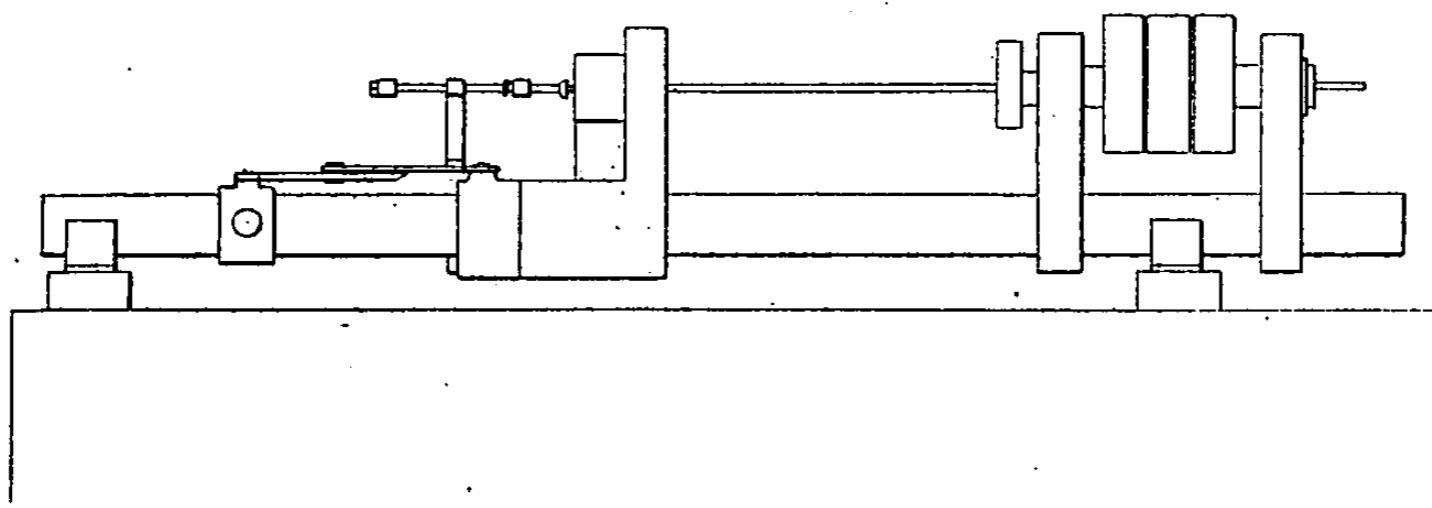


Fig. 117. Tour à décolleter (élévation).



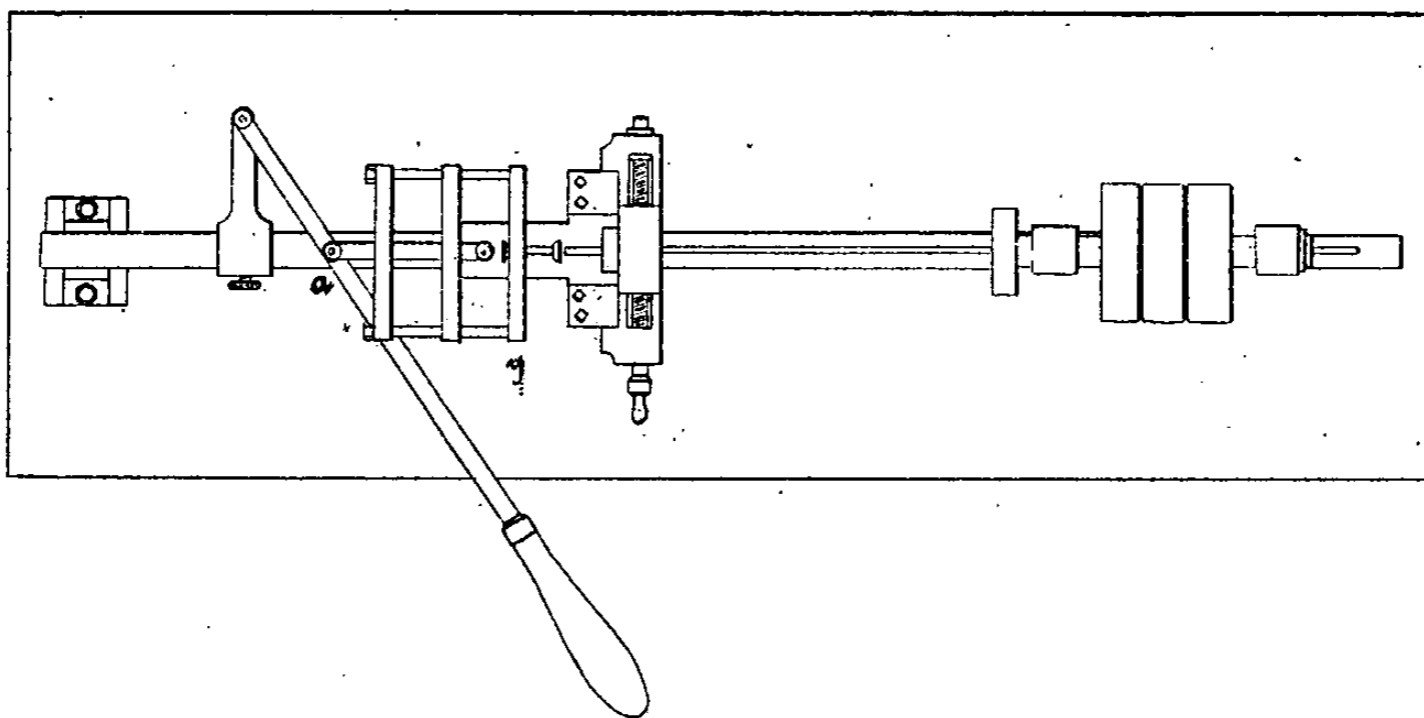


Fig. 118. Tour à décolleter (plan).

long de cette barre et s'y fixer par une vis de pression, il est relié au chariot par une bielle fixée en *a* (fig. 118).

Le levier entraîne donc dans son mouvement l'ensemble, guide et chariot, qui se déplace par rapport à la barre de cuivre fixe. Quand on désire un grand déplacement du chariot, il faut successivement faire mouvoir le levier et coulisser la pièce.

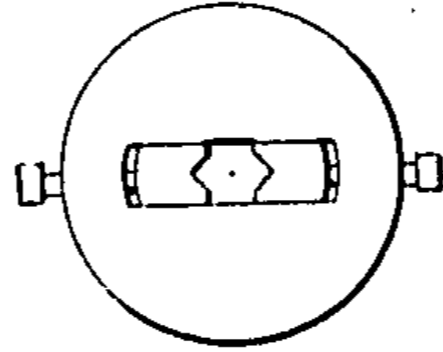


Fig. 119.

L'outil présente en plan la forme du profil à donner au poids, c'est un burin de forte section trempé dur, dont l'angle de coupe dépasse 60 degrés (fig. 120).

Il s'emmanche dans le porte-outil et s'y assujettit au moyen de deux vis à têtes carrées. Le tour étant en marche, l'ouvrier, placé sur la gauche du tour, fait simplement avancer le porte-outil sur le chariot au moyen de la manivelle, avec la main droite; le burin donne rapidement à la tige de laiton le profil voulu, il dessine le bouton du poids. L'ouvrier saisit alors le levier de la main gauche et amène le guide en contact avec le bouton; il en résulte pour tout le chariot et l'outil un déplacement d'une longueur égale à la hauteur totale du poids; ainsi l'outil se trouve dans la position

voulue pour décoller un nouveau poids en même temps qu'il sépare le poids précédent de la tige. On continue ainsi rapidement jusqu'à épuisement de cette tige.

Chaque grosseur de poids exige naturellement un outil spécial.

Les poids de 50 grammes et ceux de 100 grammes, qui généralement s'obtiennent par moulage, se fabriquent aussi au tour à décoller, en cuivre

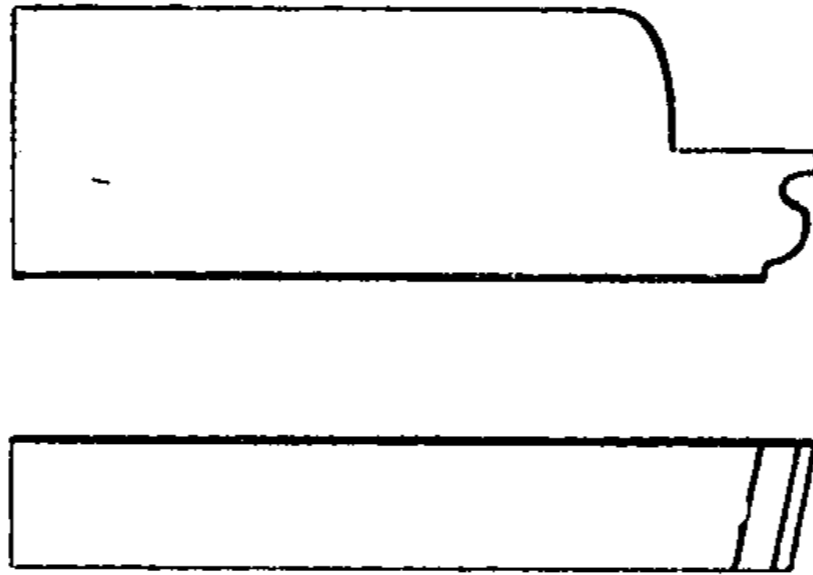


Fig. 120. Burin.

massif ; afin de pouvoir les travailler, on perce au fond des poids un orifice de 9 millimètres dans lequel on enfonce plus tard une goupille.

A partir de 200 grammes les poids en cuivre sont obtenus par moulage, en deux parties : le corps cylindrique et le bouton muni d'un collet destiné à être fileté pour se visser dans le corps. On travaille au tour les pièces brutes de fonderie. On commence par produire la portée du bouton au moyen de l'outil à dégager ; pour cela on monte au centre de la poupée du tour un mandrin creux dans lequel on fait entrer à force le bouton par sa

partie supérieure. Le pas de vis s'obtient alors au moyen d'un peigne dont les dents présentent l'écartement voulu, variable suivant les dimensions du poids. L'ouvrier tourne d'abord la partie à fileter, au moyen de l'outil à dégrossir, puis il appuie le peigne assez légèrement en lui imprimant un petit mouvement de translation de gauche à droite ; il recommence plusieurs fois et finit par donner au pas de vis toute sa valeur. Il démonte le bouton et l'essaie sur le corps d'un poids terminé. Le pas de vis étant satisfaisant, l'ouvrier visse solidement le bouton dans un mandrin creux taraudé à la demande et monté sur le tour ; il commence par travailler à l'outil à dégrossir : pour cela l'ouvrier prend cet outil dans les deux mains, le serre fortement pour le guider avec certitude, et appuyant les mains sur un support il approche l'outil du bouton en le dirigeant convenablement. Il se sert d'un calibre en tôle pour contrôler le profil qu'il découpe. Lorsque ce profil est à peu près atteint, l'ouvrier travaille à la plane. Enfin la gorge s'obtient au moyen d'un outil de forme spéciale dit outil à demi-gorge. On termine au brunissoir.

Le corps du poids se fait avec l'outil à dégrossir, la plane et le brunissoir. La partie filetée s'obtient en passant d'abord l'outil à dégorger, puis un taraud. L'ouvrier a soin de ne pas laisser une arête vive à l'entrée de l'orifice.

Lorsqu'on a fini de tourner les poids, on les polit ; pour cela on monte successivement sur le tour le corps et le bouton par l'intermédiaire de deux mandrins, et on polit avec un drap sur lequel on a étendu de la terre pourrie à l'huile. On finit

avec du blanc d'Espagne. On opère bien entendu par série de boutons et de corps.

**Charge. — Ajustage et marque des poids  
en cuivre**

Les poids en cuivre, obtenus par les deux procédés que nous avons vus, présentent très sensiblement les dimensions normales, mais ils n'ont pas encore le poids légal. Les gros poids, obtenus par moulage, sont inférieurs au poids qu'ils devront indiquer; on les pèse par comparaison avec l'étalon sur une bonne balance ordinaire et on charge leur capacité intérieure de plomb fondu qui s'attache aux aspérités du métal brut. On porte alors le poids et son bouton sur une balance très précise et achève le réglage au moyen de cendre de plomb, on l'obtient rigoureusement par la méthode de la double pesée : le fabricant prend un étalon dont il établit la tare très exactement; il enlève ensuite l'étalon et le remplace par le poids à régler, il cherche à faire équilibre à la tare en ajoutant peu à peu de la cendre de plomb. On visse alors le bouton sur le corps en le serrant avec force, on donne un coup de pointeau sur le collet du bouton à l'endroit où se placera la goupille en cuivre rouge qui recevra le poinçon de contrôle de l'Etat. Pour percer le trou de la goupille, le mieux est de monter sur le tour un foret de grosseur convenable dans un petit mandrin en cuivre : on lui présente le poids à l'endroit où on a donné le coup de pointeau et le fait avancer en s'appuyant sur le support pour assurer le centrage.

La figure 121 représente le four à plomb employé par le fabricant de poids en cuivre.

Si l'on a un grand nombre de poids à construire,

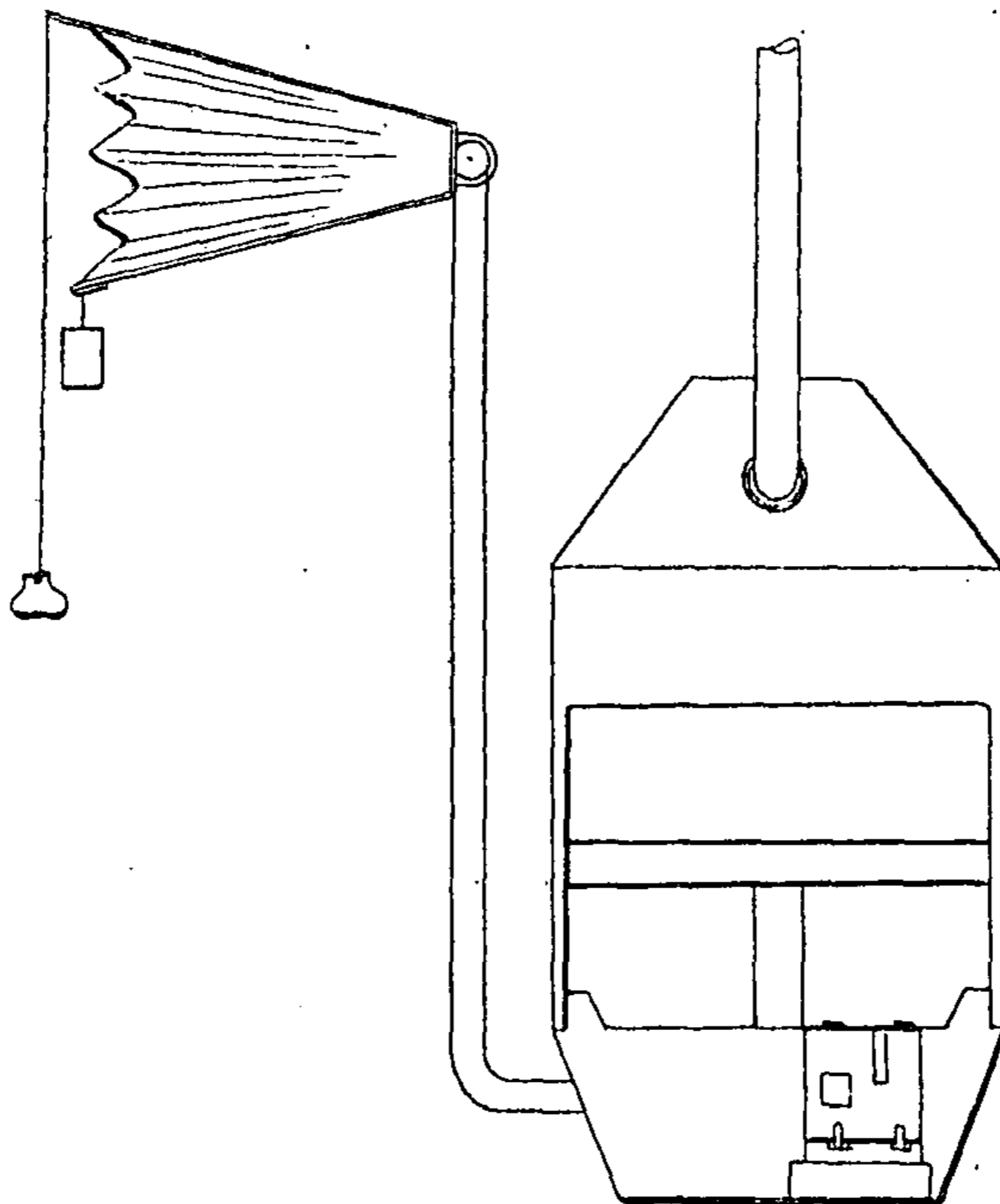


Fig. 121. Four à plomb.

on fait toutes les mêmes pièces ensemble, et après on les ajuste et on les poinçonne à la fois. On commence par ranger ses poids, on leur met le chiffre

qui exprime leur valeur avec le poinçon correspondant, puis la dénomination et enfin la marque du fabricant.

Il faut avoir des poinçons de toutes les grandeurs pour les différentes sortes de poids, et comme toutes ces marques se font sur la face supérieure du poids, il faut que le poinçon de la dénomination soit un peu cintré pour suivre le bord circulaire du poids.

Les petits poids obtenus par décolletage d'une tige de laiton sont un peu trop lourds. On les pèse sur une première balance et on enlève à la lime douce la majeure partie de l'excédent en limant le fond du poids. On les reporte ensuite sur une balance sensible au milligramme et achève le réglage à la lime fine.

Les étalons dont on se sert pour régler les poids doivent être vérifiés de temps en temps, parce qu'ils s'usent; on les compare à ceux qui se trouvent aux bureaux de vérification des poids et mesures.

*Nota.* — Les gros poids ne doivent jamais être réglés à la lime.

---

## CHAPITRE XII

## Du zinc

—

SOMMAIRE. — I. Métallurgie. — II. Calcination de la calamine. — III. Raffinage.

## I. MÉTALLURGIE

On extrait le zinc de ses deux principaux minerais qui sont : la blende ou sulfure de zinc, et la calamine, mélange de silicate et de carbonate de zinc.

On peut opérer par voie sèche où par voie humide.

**Voie sèche. Traitement de la blende**

On commence par jeter le minerai brut sur de gros tamis constitués par des grilles, et qui séparent le menu du gros. Ce dernier est concassé grossièrement; puis on broie le tout à nouveau très finement dans des moulins ou des cylindres.

On procède ensuite à la seconde opération : le *grillage*. Il a pour but de faire passer la blende ou sulfure de zinc à l'état d'oxyde, en la chauffant fortement au contact de l'air. Ce résultat ne s'obtient jamais qu'imparfaitement; il reste toujours une petite quantité de sulfure non décomposé, et d'autre part l'oxydation du sulfure peut donner lieu à la formation de sulfate. Enfin, les composés du plomb mélangés au minerai donnent du sulfate et de



l'oxyde de plomb, de même le fer se transforme en oxyde.

Le grillage s'effectue quelquefois en tas ou en stalles, mais le plus souvent on emploie les fours à réverbère ou les fours à moufles. Le four à cuve permet de griller la blende en morceaux, et de recueillir le gaz sulfureux provenant de la combustion du minerai. Si on ne recueille pas ce gaz en vue de l'utiliser ultérieurement, il faut toutefois l'empêcher de se répandre dans l'atmosphère; il suffit pour cela de faire passer les gaz de grillage dans un lait de chaux.

Les fours à moufles permettent aussi la récupération du gaz sulfureux employé à la fabrication de l'acide sulfurique. Ces fours sont généralement à trois étages comprenant chacun deux chambres ou moufles, l'ensemble est chauffé au moyen d'un foyer inférieur à grille; le minerai, chargé à la partie supérieure, est grillé méthodiquement, c'est-à-dire qu'on lui fait suivre une marche descendante de moufle en moufle de manière à ce que le minerai neuf rencontre des gaz déjà chargés de gaz sulfureux, et qu'au fur et à mesure qu'il perd son soufre et s'oxyde, il se trouve soumis à l'action de gaz plus oxydants.

## II. CALCINATION DE LA CALAMINE

(Four Hasenclever)

Au rouge sombre, la calamine perd de l'eau et du gaz carbonique, il reste un mélange de silicate anhydre et d'oxyde, avec un certain nombre d'impuretés.

Cette calcination s'effectue dans des fours à cuve ; on y charge le minerai et le combustible (charbon de terre) par couches successives, la consommation de la houille est d'environ 50 kilogr. par tonne de calamine. Les minerais pulvérulents se traitent dans des fours à réverbère à soles très allongées, dits fours à pelletage continu. L'ouvrier muni d'un ringard brasse la masse et la pousse vers le foyer ; suivant la porosité du minerai, la calcination dure de vingt-quatre à quarante-huit heures.

La troisième opération, dite *réduction*, consiste à traiter les minerais grillés ou calcinés par le charbon et en vases clos. Le carbone prend l'oxygène, tandis que le métal zinc se volatilise ; on le condense par refroidissement. Cette réduction a donné lieu à trois méthodes différentes.

*Méthode belge.* — On y distille le mélange dans des tubes cylindriques en fer de 1<sup>m</sup>10 de longueur, 0<sup>m</sup>20 de diamètre et 0<sup>m</sup>03 d'épaisseur. Ces tubes sont placés les uns au-dessus des autres dans un four ; on les incline légèrement de l'intérieur vers l'extérieur. Les produits de la distillation vont se condenser dans une allonge placée en dehors du four, et à laquelle s'adapte un récipient en tôle fermé par une plaque percée d'un petit orifice pour le départ des gaz carbonés.

Le four est un prisme rectangulaire à parois verticales. On dispose les tubes de manière à ce que la flamme lèche toute leur surface ; à cet effet, les tubes sont supportés à l'intérieur du four par de simples tasseaux. Le combustible est placé sur une grille située à un mètre au-dessous des derniers tubes, les produits de la combustion s'échap-

pent à la partie supérieure du four par des carneaux qui aboutissent à la cheminée.

On réduit la déperdition de chaleur par rayonnement en adossant les fours deux par deux ou bien en les réunissant par groupes de quatre.

*Méthode silésienne.* — La réduction s'effectue dans des cornues en terre réfractaire de forme voisine de celle des cornues servant à la fabrication du gaz d'éclairage. Un orifice pratiqué à la partie supérieure permet aux vapeurs de se dégager pour aller se condenser dans une chambre située à un niveau inférieur à celui de la cornue, ou plus simplement dans des allonges.

*Méthode anglaise.* — Cette méthode est basée sur l'emploi de creusets en terre réfractaire de 1<sup>m</sup>20 de hauteur. Elle est onéreuse et donne un rendement faible par suite du manque d'uniformité de la température dans ces grands creusets. Le départ des vapeurs de zinc se fait à la partie inférieure du creuset, dans un tube vertical en fer garni intérieurement d'un revêtement réfractaire. Les creusets sont rangés en cercle sur la banquette d'un four à galets, les tubes inférieurs traversent cette banquette et débouchent au-dessus d'une cuve pleine d'eau. On remplit les creusets du mélange de minerai grillé et de charbon, en ayant soin de mettre d'abord au fond un lit de coke. On ferme l'orifice inférieur au moyen d'un bouchon de bois qui deviendra poreux en se carbonisant peu à peu et laissera passer les vapeurs de zinc.

On règle le tirage au moyen d'orifices que l'on ouvre plus ou moins et situés au-dessus de chacun des creusets.

*Potier d'étain.*

## III. RAFFINAGE

Avant de livrer le zinc au commerce, on le raffine. Cette opération consiste à le faire fondre soit dans des fours à réverbère à sole d'argile, soit dans de grandes chaudières en fonte. Il faut conduire cette fusion lentement, de manière que les impuretés se rassemblent à la surface sous forme d'écumes ou *crasses* que l'on enlève.

**Voie humide**

. On dissout le zinc du minerai au moyen d'un acide; le sel de zinc ainsi obtenu est traité par une lessive alcaline qui précipite un oxyde hydraté.

On recueille le précipité et le calcine avec du charbon comme on a vu précédemment dans la méthode par voie sèche.

Ce procédé n'est pour ainsi dire pas employé.

**Voie électrolytique**

On fait passer un courant électrique dans une solution de chlorure de zinc ou de sulfate de zinc; le zinc se dépose à l'électrode négative.

On traite aussi par le courant le chlorure de zinc en fusion.

---

## CHAPITRE XIII

## Balance

SOMMAIRE. — I. Généralités. — II. Considérations générales sur la justesse et la sensibilité. — III. Construction des fléaux. — IV. Balance de Roberval. — V. Balance pendule. — VI. Balances romaines. — VII. Balance automatique. — VIII. Pèse-lait de MM. Renaud et fils. — IX. Bascule de Quintenz. — X. Bascule romaine Béranger. — XI. Bascule de Kolb et Jundt. — XII. Pont à bascule. — XIII. Balance bascule de comptoir au  $1/10^e$ . — XIV. Balances de précision et de laboratoire. — XV. Description de la balance de Fortin. — XVI. Ordonnance du 20 décembre 1892.

## I. GÉNÉRALITÉS

La balance est un instrument de mesure qui, dans les transactions commerciales, sert à déterminer la quantité de matière contenue dans un corps, c'est-à-dire la *masse* de ce corps. Dans le langage usuel, on dit le poids au lieu de la masse, quoique ces deux mots ne soient pas synonymes : le poids d'un corps varie avec le point du globe où il se trouve, tandis que la masse est une quantité constante indépendante du lieu considéré. En pratique, on compare, *en un même lieu*, le poids d'un corps au poids d'un autre corps pris pour unité ; ce rapport est indépendant de la valeur de l'accélération de la pesanteur en ce lieu, il est égal au rap-

port des masses: (Le poids d'un corps est proportionnel à l'accélération de la pesanteur, qui varie faiblement avec la latitude et l'altitude du point considéré). Les poids échantillonnés dont on se sert pour effectuer les pesées ont été marqués par comparaison avec la masse du gramme prise pour unité de masse (millième partie de l'étalon déposé aux Archives nationales).

La balance se compose essentiellement d'un levier rigide appelé fléau, mobile autour d'un couteau d'acier trempé qui le traverse en son milieu et qui repose, de part et d'autre du fléau, sur deux petits plans horizontaux parfaitement dressés et rigides en agate ou en acier trempé; ces deux petits plans sont situés l'un en avant, l'autre en arrière du fléau et au même niveau. Le couteau n'est autre qu'un petit prisme triangulaire à faces légèrement convexes, il repose par une arête sur les deux petits plans; c'est autour de cette arête qu'oscille le fléau. A chacune des extrémités du fléau et à la même distance de l'axe sont suspendus les plateaux de la balance, destinés à recevoir les marchandises à peser et les masses échantillonnées. Chacun de ces plateaux est suspendu au fléau par l'intermédiaire de chaînes et d'un crochet qui repose sur l'arête vive d'un couteau horizontal d'acier traversant le fléau; ce couteau tourne son arête vive vers le haut, contrairement au couteau central.

Les arêtes des trois couteaux A O B (fig. 122) sont parallèles et dans un même plan. Le fléau porte en son milieu une aiguille qui lui est perpendiculaire; cette aiguille se meut donc en même temps que le

fléau et son extrémité se déplace devant un petit arc de cercle divisé, de centre O, fixé à la colonne de la balance. Le zéro de la graduation correspond à l'horizontalité du fléau. On a tracé de part et d'autre de ce point, et symétriquement, un nombre quelconque de divisions de grandeur arbitraire (fig. 122).

Pour peser un objet, la méthode ordinaire con-

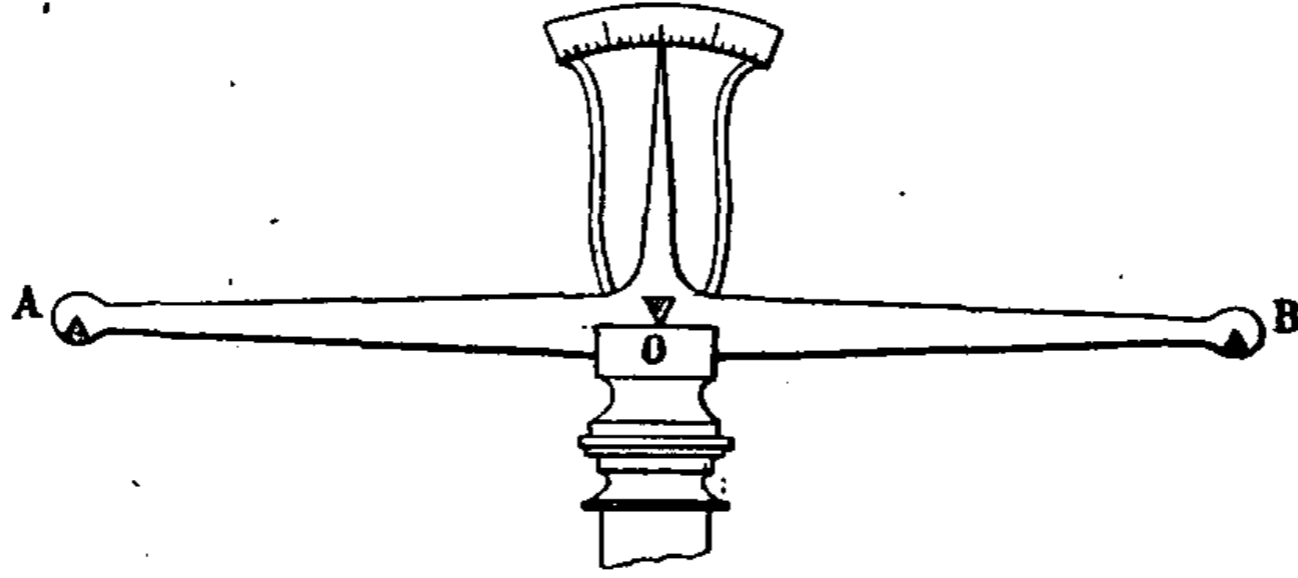


Fig. 122. Fléau.

siste à placer cet objet sur l'un des plateaux de la balance et à lui faire équilibre par l'intermédiaire du fléau en mettant des *poids* dans l'autre plateau, de façon à ce que le fléau soit horizontal. On additionne les valeurs des divers poids et l'on attribue comme poids à l'objet le total trouvé. Nous verrons plus loin une autre méthode qui offre toute garantie d'exactitude.

## II. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA JUSTESSE ET LA SENSIBILITÉ

La méthode de pesée que nous venons de voir ne donne un résultat exact que sous les deux conditions suivantes : 1° La balance doit être *juste*, c'est-à-dire que le fléau doit se placer horizontalement quand les plateaux se trouvent chargés de masses égales. 2° La balance doit être *sensible*, c'est-à-dire que la position d'équilibre du fléau doit être modifiée dès que l'on place dans un des plateaux une petite surcharge.

Il est évident que sans la première condition toute pesée effectuée par la méthode indiquée plus haut donnera un résultat quelconque. Cette première condition pourrait s'énoncer ainsi : une balance est juste lorsque, en plaçant des masses égales dans les deux plateaux, le fléau reprend la même position d'équilibre que lorsque les plateaux étaient vides. On dirait que dans cette position la balance est au *zéro*. Mais cette conception purement théorique est précisée dans la pratique : on construit la balance de telle façon que le zéro corresponde à la position *horizontale* du fléau.

La seconde condition, qui a rapport à la sensibilité, n'apparaît pas *a priori* aussi nécessaire que la première ; cependant supposons que la balance soit peu sensible, il en résultera que deux objets de poids voisins sembleront avoir le même poids, en un mot la balance manquera de *précision*. (Nous laissons de côté le cas d'une balance insensible qui n'offre aucun intérêt).



Chacune de ces qualités : *justesse*, *sensibilité*, se traduisent géométriquement par des relations simples entre les divers éléments constitutifs de la balance ; ce sont ces relations que le constructeur doit chercher à réaliser ; il arrivera de cette manière, sans tâtonnements, au résultat qu'il vise.

### Conditions de justesse

Pour simplifier le langage, nous allons supposer les arêtes des trois couteaux réduites à trois points, nous appellerons *bras du fléau* les longueurs  $AO$  et  $OB$  qui mesurent les distances des couteaux extrêmes au couteau du milieu. Nous considérerons donc le point  $O$  comme point de suspension du fléau ; et les points  $A$   $B$  comme points de suspension des plateaux (fig. 123).

L'ensemble du fléau et de ses plateaux constitue un système déformable : quand le fléau oscille, son inclinaison varie par rapport aux plateaux, mais par suite du mode de suspension des plateaux, leur poids agit toujours verticalement sur les couteaux ; ces poids peuvent donc être considérés comme appliqués aux points  $A$  et  $B$  ; de sorte que l'on peut faire abstraction des plateaux et admettre que les masses à peser sont suspendues directement au fléau, en  $A$  et  $B$ .

Supposons les deux plateaux égaux en poids. La seule condition théorique de justesse d'une balance est que *les deux bras du fléau soient égaux en longueur*.

En pratique, pour que la position d'équilibre de la balance vide soit la position horizontale du fléau,

il faut une seconde condition géométrique à savoir que le centre de gravité du fléau soit situé sur la perpendiculaire menée par le point de suspension  $O$  à la ligne  $A B$  du fléau.

Supposons que  $G$ , centre de gravité du fléau, se trouve situé sur la perpendiculaire à  $A B$  menée par le point  $O$  ; nous allons démontrer que si la ligne  $A B$  est horizontale et les plateaux vides il y aura équilibre. En effet, suivant une règle de mécanique, il faut que le point  $G$  soit sur la verti-

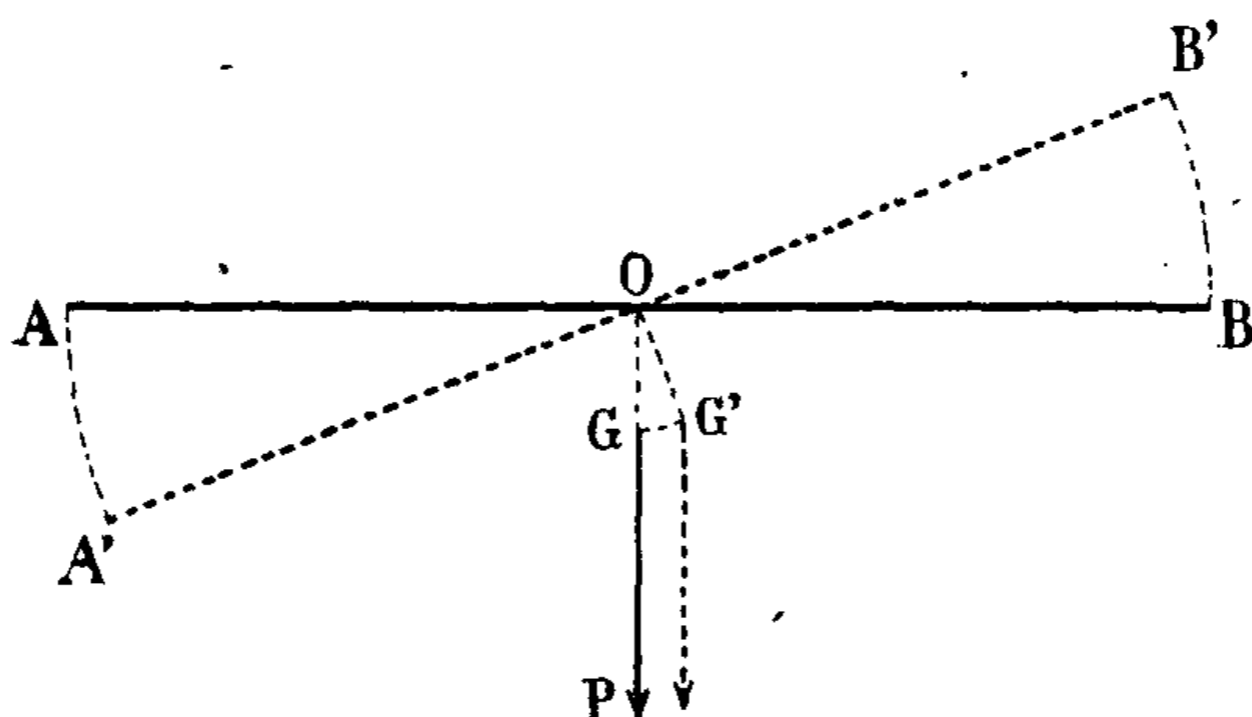


Fig. 123. Conditions de justesse.

cale du point de suspension  $O$ , ce qui a lieu d'après notre hypothèse (On admet implicitement que le plan  $A G B$  est un plan de symétrie du fléau chargé de ses plateaux). Le poids  $P$  de l'ensemble ne produira qu'une pression de l'axe  $O$  sur ses coussinets. On voit en outre que si le point  $G$  est au-dessous de l'axe de suspension  $O$ , comme dans la figure, le fléau sera en équilibre stable, car si on le déplace en  $A' B'$ ,  $G$  venant en  $G'$  le poids  $P$  ten-

dra à ramener le centre de gravité à sa première position G et fera osciller le fléau jusqu'à ce qu'il en soit ainsi.

Si le point G se confondait avec le point O, le fléau pourrait être déplacé de sa position d'équilibre horizontale sans cesser d'être en équilibre, il serait donc dans une position d'équilibre indifférent.

Enfin si le centre de gravité G se trouvait au-dessus de l'axe O, la balance serait encore en équilibre quand le fléau serait horizontal, mais elle se renverserait dès que l'on dérangerait le fléau de cette position, l'équilibre serait instable et la balance *folle*. Il faut donc, pour que la balance soit facile à manier, que le centre de gravité du fléau soit un peu au-dessous de l'axe de suspension.

Examinons maintenant la condition théorique de justesse. Supposons égaux les deux bras du fléau. Plaçons des masses égales dans les deux plateaux, la balance devra rester au zéro. En effet, ces forces verticales agissant en A et B produiront le même résultat qu'une force verticale unique, égale à leur somme et appliquée au milieu de A B, c'est-à-dire en O, elle produira simplement une pression de l'axe sur ses supports et par suite le fléau reprendra sa position primitive d'équilibre. En outre, si le centre de gravité du fléau est situé au-dessous de l'axe de suspension, le poids P tendra à ramener le fléau de A' B' en A B en cas de rupture de l'équilibre. Il est donc démontré que si les deux bras du fléau sont d'égale longueur, la balance chargée de poids égaux sera en équilibre horizontal, et si de plus le point G est au-dessous de l'axe de suspension, cet équilibre sera stable (fig. 123).

### Conséquence pour la construction

Le constructeur devra chercher à obtenir des fléaux parfaitement symétriques par rapport au plan perpendiculaire à la ligne A B du fléau et d'une matière bien homogène, le centre de gravité du fléau se trouvera ainsi dans ce plan. De plus il s'appliquera à faire des plateaux de même poids, pouvant être interchangeables sans que ce changement trouble l'équilibre. Les deux conditions de justesse seront réalisées de cette manière. Il convient de remarquer que l'emploi des couteaux aussi bien au milieu du plateau qu'à ses deux extrémités permet de considérer l'axe de suspension et les points de contact des crochets avec le fléau comme de véritables points géométriques, invariables les uns par rapport aux autres ; il en résulte que la longueur des bras reste toujours la même quelle que soit la position du fléau.

### Vérification pratique de la justesse d'une balance

Le fabricant ayant construit une balance peut en vérifier la justesse de la manière suivante :

En premier lieu il s'assure de la position du centre de gravité. Pour cela, il observe la position d'équilibre que prend la balance vide. Si le fléau ne se place pas horizontalement, on ajoute d'un côté, et d'une façon définitive, la charge nécessaire à donner au fléau la position convenable.

En second lieu, pour vérifier l'égalité des deux bras, on place un objet quelconque sur l'un des plateaux et on en fait la tare en mettant dans l'autre

plateau des poids marqués ou une matière quelconque (sable, grenaille de plomb, etc.), de façon à ce que l'aiguille s'arrête devant le zéro de la graduation. Puis on remplace l'objet par sa tare et vice-versa ; l'aiguille doit revenir au zéro, sinon les deux bras ne sont pas de même longueur. En effet, cette condition est nécessaire, car si elle n'était pas remplie il faudrait pour rétablir l'équilibre faire varier la tare, et il en résulterait qu'un même corps changerait de masse suivant qu'on le mettrait dans un plateau ou dans l'autre, la balance serait donc fautive. Je dis maintenant que la condition est suffisante, c'est-à-dire que, si l'aiguille revient au zéro, l'objet et la tare sont deux masses égales. En effet s'il en était autrement la résultante du poids de l'objet et du poids de la tare ne passerait pas par le milieu  $M$  du fléau (fig. 124) ; mais, puisqu'il y a équilibre, cette résultante passe par l'axe de suspen-

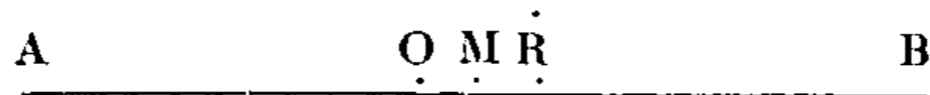


Fig. 124.

sion  $O$  ; les deux points  $O$  et  $M$  ne se confondent pas. Donc en changeant de plateau l'objet et la tare, leur résultante passera de l'autre côté de  $O$  par rapport à  $M$ , en un point  $R$  tel que  $MO = MR$ . Ce point  $R$  étant distinct de l'axe de suspension, l'équilibre sera rompu ; l'aiguille ne pourra par conséquent pas revenir au zéro. Nous avons vérifié la position du centre de gravité du fléau ; donc dire que la balance est juste revient à dire que les deux bras du fléau sont égaux.

On peut donc vérifier la justesse d'une balance sans avoir de masses échantillonnées de même valeur.

#### Conditions de sensibilité

Une balance est d'autant plus sensible qu'elle permet de constater une variation de masse plus petite. Cette sensibilité est accusée par la plus ou moins grande inclinaison du fléau sous l'influence d'une surcharge, le fléau étant primitivement horizontal.

On dit que la sensibilité d'une balance est *constante* lorsque, quelle que soit l'importance de la charge primitive, une surcharge déterminée placée dans l'un des plateaux produit toujours la même inclinaison du fléau. Dans le commerce et l'industrie, on recherche principalement cette dernière qualité de la balance. Pour l'obtenir, il faut et il suffit que les *trois couteaux*, A, O, B, soient en *ligne droite* (fig. 125).

On obtient une sensibilité d'autant plus grande que l'on donne à la balance *des bras plus longs, un poids plus petit, et que le centre de gravité G se trouve plus rapproché de l'axe de suspension*.

Le constructeur qui veut obtenir une balance très sensible doit concilier la grande longueur des bras avec le poids réduit de la balance et la position du centre de gravité, ce qui exige des dispositifs spéciaux dont nous parlerons plus loin.

La démonstration des conditions de sensibilité que nous venons d'énoncer se fait très simplement en calculant la valeur de l'inclinaison du fléau lorsqu'on ajoute dans l'un des plateaux une sur-

charge déterminée, la balance étant chargée de masses connues. Le calcul montre :

1° Que si l'on suppose les trois couteaux en ligne droite l'inclinaison est indépendante de la charge primitive. Si l'on ne fait pas cette hypothèse, au contraire, on constate que l'inclinaison du fléau dépend de cette charge primitive ;

2° Que pour une valeur donnée de la surcharge l'inclinaison est proportionnelle à la longueur du

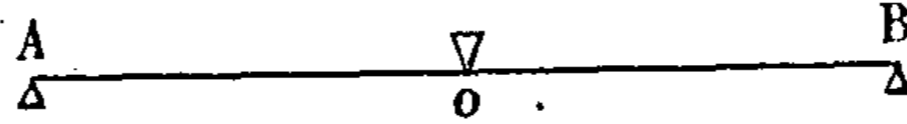


Fig. 125.

bras du fléau, inversement proportionnelle à la masse de la balance et à la distance du centre de gravité G à l'axe de suspension.

Le calcul montre aussi que pour une balance donnée, l'inclinaison du fléau varie sensiblement en raison directe de la surcharge.

Dans le cas où les trois points A, O, B ne sont pas en ligne droite, si les bras OA et OB de même longueur sont dirigés vers le bas, la balance n'est jamais folle (fig. 126).

La balance est d'autant plus sensible que la ligne brisée A O B se rapproche davantage d'une droite et dans ce cas nous avons dit que la sensibilité était indépendante de la charge primitive, ce qui est un grand avantage. Si A O B n'est pas une droite et que le centre de gravité se confonde avec l'axe de suspension, la sensibilité est indépendante de la longueur des bras, elle est en raison inverse

de la charge totale ; il est préférable d'avoir une sensibilité indépendante de la charge.

Dans le cas où les bras non en ligne droite sont dirigés vers le haut (fig. 126), la balance ne peut toujours servir quelle que soit la position du centre de gravité par rapport à l'axe de suspension (au-dessus ou au-dessous).

La forme à adopter n'est donc pas celle-là. Il

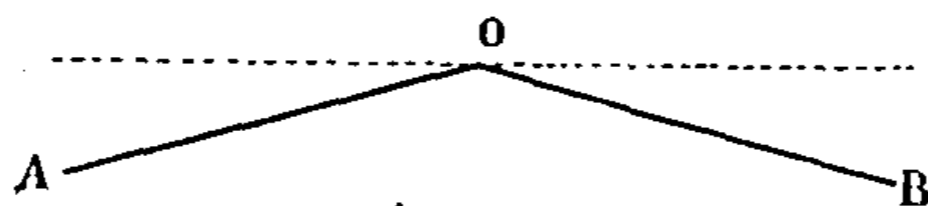


Fig. 126.

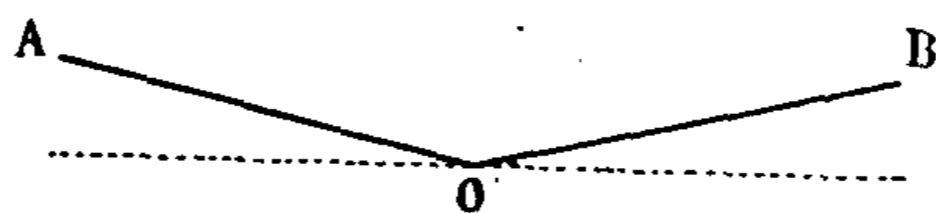


Fig. 127.

faut au contraire que les bras tendent plutôt à être dirigés vers le bas ; le constructeur devra tendre à rapprocher A O B de la ligne droite, il y aura intérêt au point de vue de la sensibilité à augmenter la longueur des bras, à prendre un fléau léger et à diminuer la distance du centre de gravité à l'axe de suspension. Le cas où A O B est une ligne droite, ce qui donne à la balance une sensibilité constante, n'est qu'un cas limite jamais réalisé dans la pratique.

*Remarques.* — Les résultats que nous venons de donner, concernant la sensibilité, découlent de calculs reposant sur la théorie des moments des



forces ; ces calculs ne sauraient rentrer dans le cadre de cet ouvrage, mais les résultats peuvent intéresser certains constructeurs qui, en les analysant, se rendront compte du pourquoi de certains vices de construction qui leur paraissent anormaux.

Les conditions de justesse s'établissent rigoureusement par des calculs analogues.

Tout ce que nous venons de dire suppose, bien entendu, un fléau rigide, indéformable. Ce fléau devra donc être en une matière suffisamment résistante, et la balance devra être appropriée au poids et au volume des objets qu'elle pèsera couramment.

#### Méthode de pesée par inversion

Pour suppléer au défaut de justesse d'une balance on peut opérer de la façon suivante : on met dans un plateau le corps à peser, dans l'autre les poids marqués nécessaires à établir l'équilibre, puis on change l'objet à peser de plateau et on rétablit l'équilibre au moyen de poids marqués dont la somme diffère de celle précédemment obtenue. Soient  $Q$  et  $Q'$  les deux poids obtenus, le calcul montre que le poids réel de l'objet est égal à la racine carrée du produit de  $Q$  par  $Q'$ , ce qui s'écrit, en appelant  $P$  le poids cherché :

$$P = \sqrt{Q Q'}$$

ce qui fournit un nombre supérieur à la moyenne arithmétique de  $Q$  et de  $Q'$ . C'est la méthode de l'inversion, qui s'emploie rarement.

**Méthode de la double-pesée ou méthode de Borda**

Cette méthode permet de faire rapidement et sans calcul une pesée exacte avec une balance qui n'est pas juste, ce qui présente un intérêt appréciable, car les conditions de justesse sont très rarement réalisées d'une manière rigoureuse. Il faut seulement que la balance soit sensible.

On place dans un des plateaux de la balance l'objet à peser et on lui fait équilibre très exactement avec du plomb de chasse ou du gros sable (cette opération s'appelle *faire la tare*). On enlève ensuite l'objet pour le remplacer par des poids marqués jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'aiguille revienne au zéro. Il est facile de comprendre que ces poids marqués représentent le poids de l'objet, puisque ces poids et l'objet ont fait successivement équilibre à la même tare, par l'intermédiaire du même levier dont le point d'appui n'a pas varié. On voit aussi le rôle de la sensibilité : elle permet d'apprécier avec exactitude la quantité de poids marqués nécessaire à rétablir l'équilibre.

Cette méthode s'emploie assez souvent, même avec les meilleures balances ; elle permet de garantir l'exactitude du résultat fourni par la pesée.

**III. CONSTRUCTION DES FLÉAUX**

Le fléau est un levier à bras égaux, c'est-à-dire que son point d'appui (ou l'axe de suspension) se trouve à égale distance des points d'application des forces ou poids agissant à ses extrémités. Sa cons-

truction, lorsqu'il s'agit de balances ordinaires du commerce, paraît assez simple et n'exige pas une grande habileté de la part de l'ouvrier. Celui-ci se règle sur quelques principes donnés une fois pour toutes.

1° Il faut que les deux points A et B de suspension des plateaux et le clou ou pivot F du milieu soient alignés, l'ouvrier le constate au moyen d'une ficelle tendue. Néanmoins il doit enterrer un peu le pivot, c'est-à-dire le placer un peu au-dessous de la droite AB, pour augmenter la sensibilité (fig. 128).

2° Les deux bras du fléau doivent être de la même longueur, on le reconnaît à l'aide d'un com-

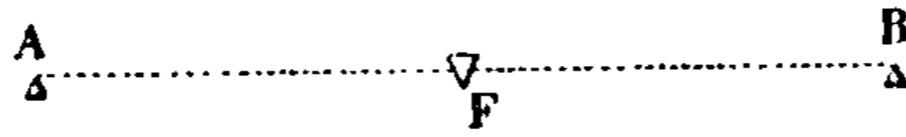


Fig. 128.

pas à pointes sèches, on dit alors que les deux bras du fléau sont *au compas*. Quand le fléau penche d'un côté, on dit qu'il a de la jauge, et dans ce cas on raccourcit le bras qui penche ou on le relève légèrement. Si le fléau tend à se renverser, on abaisse les points de suspension des plateaux, ou ce qui revient au même, on relève le pivot qui se trouve trop enterré. Si le fléau est dur, c'est-à-dire s'il est peu sensible, on devra faire de même. Au contraire s'il est trop vif on relèvera le pivot. Dans le cas où le fléau reste en équilibre dans n'importe quelle position, il faut relever un peu le couteau central, ou si c'est incompatible avec le principe de l'alignement de AFB, on recharge la moitié inférieure

du fléau, de façon à en abaisser le centre de gravité.

Au point de vue des métaux à employer, l'important est de faire les couteaux en acier trempé, d'une seule pièce et parfaitement d'équerre avec le fléau ; si la balance doit porter de lourdes charges, on arrondit la vive-arête en proportion de la charge. Les coussinets se font également en acier trempé, ils sont construits de façon que les couteaux puissent osciller librement, sans aucun frottement extérieur.

Lorsqu'il s'agit du fléau d'une balance sensible au centigramme ou au milligramme, on conçoit que sa construction demande une grande précision et beaucoup d'habileté chez l'ouvrier qui l'exécute. Nous dirons plus loin quelques mots sur ce genre particulier de balances.

On ne saurait employer indifféremment tel ou tel métal à la construction des fléaux. Il faut une matière très homogène afin que la symétrie des formes entraîne celle des poids, et ainsi, les bras du fléau étant de même longueur et de même forme, la première condition de justesse (centre de gravité situé sur la verticale de l'axe de suspension) sera réalisée. Le fer forgé ou l'acier fondu présentent cette garantie d'homogénéité à un degré très satisfaisant, cependant on ne les emploie pas uniquement dans la construction des fléaux ; on se sert beaucoup du cuivre, et dans les balances de précision on utilise l'aluminium à cause de sa légèreté. Le cuivre jaune, qui est un mélange de cuivre rouge et de zinc, peut n'être pas parfaitement homogène si le mélange n'a pas été bien effectué ;

dans ces conditions, comme le cuivre a une plus grande densité que le zinc, il en résultera une différence de poids correspondante.

Le cuivre jaune présente un autre défaut, c'est son manque de dureté; il se manifeste surtout pour les fléaux à bouts tournés qui présentent une résistance moindre que les fléaux droits ordinaires, il arrive qu'un fléau d'abord reconnu bon se dérange par suite d'un choc reçu à une extrémité, le bras touché se raccourcit, le fléau n'est plus juste il a de la jauge du côté du bras le plus long. Un fléau en fer ne prend pas de la jauge aussi facilement et sa limite d'élasticité est beaucoup plus éloignée que celle du cuivre. Il arrive que si l'on fait une pesée trop forte avec une balance à fléau de cuivre, les bras fléchissent et le fléau devient dur parce que les couteaux des extrémités se trouvant alors au-dessous de l'axe de suspension, la ligne A F B cesse d'être une ligne droite.

En conséquence, il faudra prendre soin de préserver des chocs les balances en cuivre, et de ne pas les faire servir à peser des objets lourds pour lesquels elles n'ont pas été prévues; en outre, on apportera tous ses soins à la fusion du mélange de cuivre et zinc, en évitant d'employer des déchets ou des matières déjà usinées, on aura ainsi une bonne fonte quant à l'homogénéité. Certains fabricants comprennent mal leur intérêt en n'opérant pas de cette façon, car en se servant de vieille mitraille, ce qui constitue une économie de 50 0/0, il s'exposent à n'obtenir jamais que des fléaux difficiles à régler et très cassants, d'où perte de main-d'œuvre et mauvais résultat final.

Il importe de dire que les métaux à employer dans la construction des balances ne sont pas déterminés par les lois et règlements actuellement en vigueur. Mais chaque fois qu'un constructeur présente une balance faite d'une matière non encore en usage, le Ministère du commerce, d'accord avec le Comité consultatif des Arts et Manufactures, décide si cette balance doit ou non être admise à la vérification et au poinçonnage ; il en est de même quand un fabricant propose un nouveau système de balance, breveté ou non, ou une modification à un modèle déjà existant. Nous verrons plus loin les circulaires ministérielles les plus intéressantes sur cette question.

#### Fabrication des fléaux en général

Les fléaux les plus précis consistent simplement en une règle plate en acier ou en fer forgé, ceux à bouts tournés ou à cols de cygne ne peuvent jamais les égaler en précision. Nous ne pouvons ici que répéter la condition essentielle de justesse : égalité parfaite des bras. Le fléau ayant reçu la forme convenable (voir les diverses figures), il faut en déterminer le centre de gravité. Pour cela on suspend le fléau par une de ses extrémités à un fil fin et souple, on attend qu'il soit immobile et on prolonge sur le fléau avec de la craie ou de toute autre façon la direction du fil, le centre de gravité se trouve sur cette première ligne (fig. 129). On recommence la même opération en suspendant le fléau par le milieu ou en le plaçant en équilibre horizontal entre deux pointes, par serrage léger

dans un étau ; la seconde ligne tracée sur le fléau ou la verticale des pointes coupe la première ligne en G, centre de gravité. Ce point sert à déterminer la position du couteau central ; on place l'arête inférieure de ce couteau un peu au-dessus du centre de gravité, puis on trace par le point ainsi choisi une droite perpendiculaire au plan de symétrie du fléau (une droite dans toute la longueur du fléau) ; sur cette droite devront se trouver les arêtes vives des couteaux des extrémités.

On commence donc par poser le pivot (en acier trempé) puis les couteaux de suspension des pla-

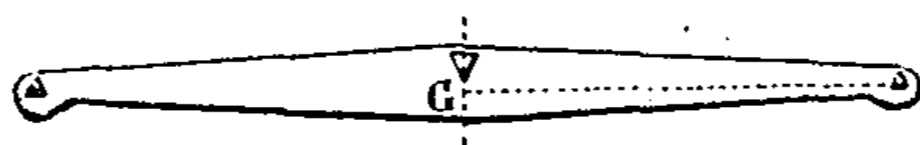


Fig. 129.

teaux. Plus exactement on détermine les positions des trois couteaux et on procède dans l'ordre que l'on veut. [Les points d'appui ou de suspension se nomment couteaux, parce qu'ils en affectent un peu la forme, les pans latéraux sont un peu convexes afin de donner plus de force à la pièce, on les trempe très dur ; quand il s'agit de balances servant à peser des matières lourdes, au lieu d'une arête tranchante on fait une arête mousse, pour éviter l'écrasement de cette arête sous l'effet de la pression.] Il serait maladroit de commencer par poser les couteaux des extrémités et de déterminer ensuite la position du pivot central, car il ne suffit pas que celui-ci se trouve au milieu de la distance qui sépare les deux autres, il faut en outre

que la partie du fléau qui se trouve au-dessous de la ligne des couteaux soit un peu plus lourde que celle située au-dessus et que la différence soit très faible, pour obtenir une bonne sensibilité. Si cette différence était trop considérable, le fléau serait dur, au contraire si la partie du dessus était la plus lourde, le fléau serait *fou*.

On tiendra compte naturellement du poids de l'aiguille placée sur le fléau, ce qui fait remonter le centre de gravité, et on contre-balancera ce surcroît de poids en donnant au bas du *chef* une force suffisante. L'aiguille se met toujours au-dessus du chef quand on fait un fléau à chape, mais pour les fléaux à colonne on place ordinairement l'aiguille la pointe dirigée vers le bas, on la fait se déplacer devant un arc de cercle gradué fixé à la base de la colonne; cette disposition évite d'augmenter la hauteur de la balance par l'addition d'une aiguille supérieure. Pour déplacer à volonté le centre de gravité du fléau on adaptait souvent autrefois sur le chef, une vis munie de deux écrous réglants. Ce dispositif n'est plus autorisé depuis le 25 juin 1903, sauf pour les balances de laboratoires non soumises à la vérification et au poinçonnage. Une circulaire ministérielle portant cette date dit en effet que toute balance de précision, pour être légale, doit se composer exclusivement :

- « 1° d'un fléau à bras égaux ;
- « 2° d'un axe central ou couteau d'oscillation ;
- « 3° d'un couteau de suspension à l'extrémité de chaque levier ;
- « 4° d'une aiguille ou index dépourvu de tout appendice mobile ;



« Les balances à écrous réglants ne sont pas admises ».

**Fléau à double crochet (fig. 130 et 131)**

Ce fléau se construit en fer forgé, on commence par la partie du milieu que l'on forge séparément avec du fer plat de l'épaisseur en rapport avec les dimensions du fléau futur ; cette partie se compose

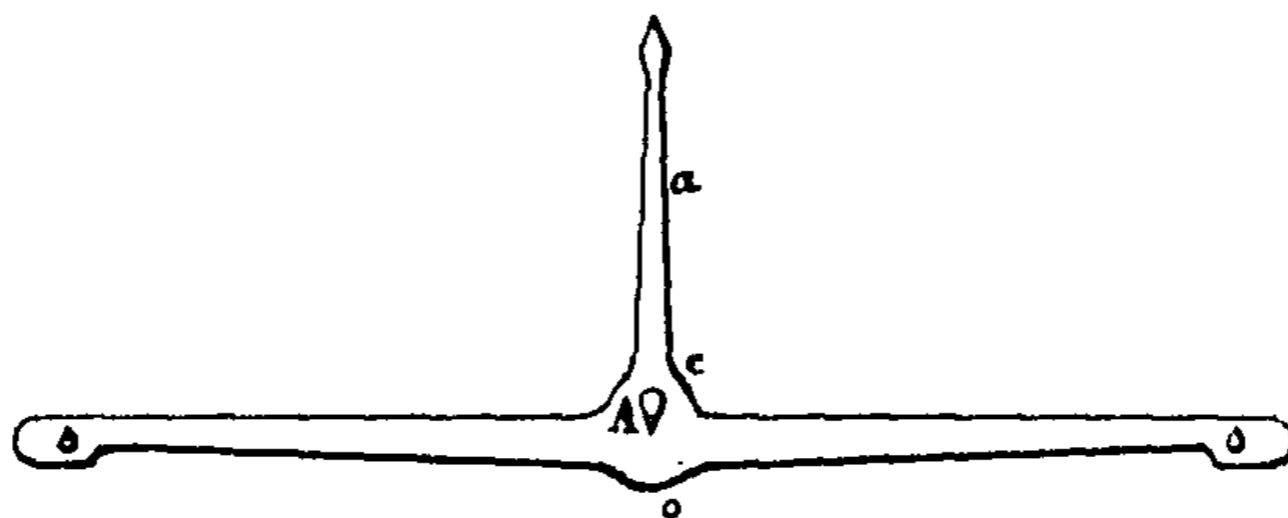


Fig. 130. Fléau à double crochet.

du *chef c*, du *cul de lampe o* et, de part et d'autre, de l'amorce des bras sur une longueur de dix à quinze centimètres. On soude ensuite, au feu de forge, les bras aux extrémités ainsi préparées ; lorsqu'on a obtenu la forme voulue, on perce les trous destinés à recevoir les couteaux. Ces couteaux se font de deux façons : soit en les taillant dans des barres d'acier, soit en introduisant dans un morceau de fer carré une âme d'acier qui formera l'arête vive du couteau. Dans ce second cas, on chauffe le fer au rouge vif, puis on le fend dans sa longueur pour introduire dans cette fente une lame d'acier ; on remet le tout au feu en le sau-

poudrant de borax pour empêcher l'acier de se brûler, et on soude le fer à l'acier sur l'enclume. Il ne reste plus qu'à couper le couteau à la longueur convenable et à l'ajuster à la lime de façon à ce qu'il soit symétrique par rapport à la lame. On le reporte au rouge vif et on le jette dans l'eau froide pour produire la *trempe*.

On met ensuite les couteaux en placé, celui du milieu l'arête vive en bas, les deux autres l'arête

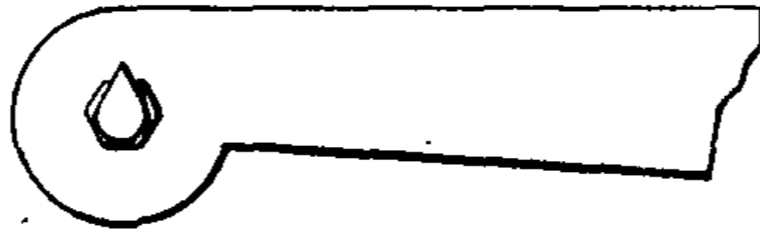


Fig. 131. Fléau à double crochet.

vive en haut; il faut les rendre parfaitement solidaires du fléau en les assujettissant au moyen d'une petite cale de fer que l'on fait entrer à force entre le fléau et le couteau par petits coups de marteau. On vérifie que les axes de suspension sont bien placés au moyen d'un compas à pointes sèches. Pour percer dans le fléau les logements des couteaux on se sert de la machine à percer après avoir tracé sur la surface du fléau les positions respectives des trois couteaux; on ajuste ensuite les ouvertures à la lime. Pour assurer la fixité des couteaux par rapport au fléau dans le sens transversal, on entaille généralement leur arête vive pour y encastrer l'épaisseur du fléau; ce dispositif exige l'emploi d'une première cale pour rattraper la hauteur de l'encoche, et d'une deuxième que l'on fait entrer à force et qui assure l'invariabilité du

pivot ; cette seconde cale est limitée à l'épaisseur du fléau, tandis que la première, plus large, est arrondie à ses extrémités et maintient la chape pour que celle-ci n'ait qu'un jeu très faible. On laisse ordinairement, du côté où l'on fait entrer le pivot et les cales, un peu d'*entrée* pour faciliter le montage.

On met ensuite l'aiguille qui est en général vissée sur le chef ; cette aiguille doit être d'une force suffisante pour ne pas être tordue au moindre choc.

La chape qui sert à porter ou à suspendre la balance doit être très solide ; elle se compose de deux branches parallèles assemblées au moyen d'une forte traverse à tenons maintenus par deux goupilles fendues et ouvertes (fig. 132). Au milieu de cette traverse on a percé un trou, à chaud, pour y passer le tourillon *t* que l'on maintient en place par une rivure à tête carrée ou à goutte de suif ; il va sans dire que ce tourillon doit pouvoir tourner assez librement dans la traverse ; sa partie supérieure est un anneau qui sert à accrocher le fléau. Les deux branches de la chape sont carrées et le bord appelé pied de chape est plat ; on perce chaque branche d'un trou rond à la partie inférieure duquel on dispose un coussinet d'acier trempé que l'on a fait entrer au moyen d'un burin et d'un bédane (burin à deux biseaux). On perce de même un trou tout à fait à la base de la chape pour mettre en place le *brayer* B, qui est un fer plat deux fois coudé à angle droit destiné à maintenir l'écartement des deux branches de la chape, concurremment avec la traverse supérieure. On

remplace quelquefois les coussinets d'acier par des viroles posées à chaud ou des croissants, mais c'est d'une mauvaise pratique.

Il faut que les trous percés dans le pied de la

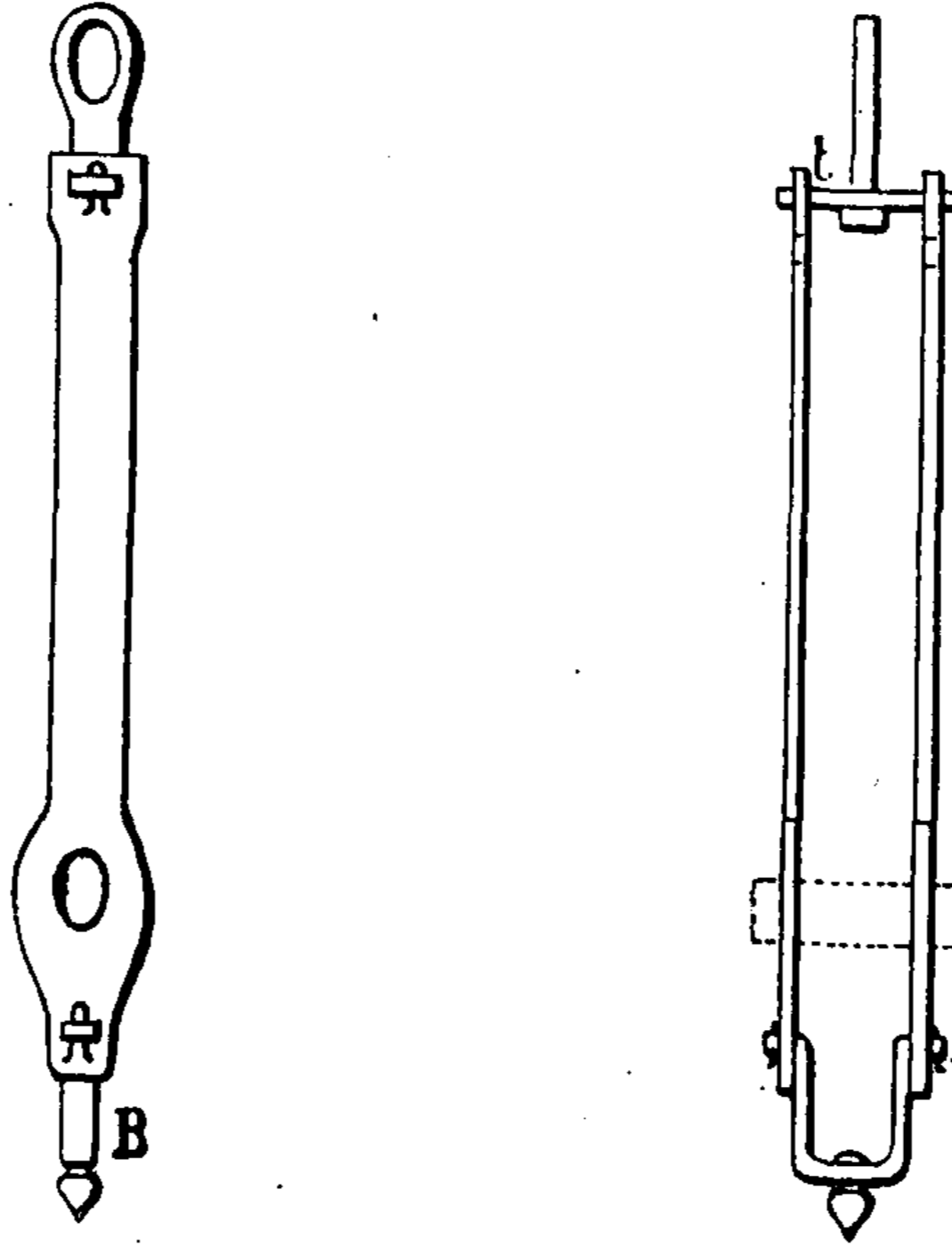


Fig. 132. Chape.

chape soient d'une largeur suffisante pour que la chape ne s'appuie pas contre la noix du couteau.

La hauteur totale de la chape doit être environ des  $\frac{3}{7}$  de celle du fléau ; l'aiguille a toute la hauteur intérieure de la chape entre le chef du fléau

et la traverse, sans toutefois pouvoir toucher cette dernière. Dans cette balance il n'y a donc pas de cadran divisé en regard de l'aiguille, ce sont les branches de la chape qui indiquent le zéro.

Les compteaux placés aux extrémités des bras du fléau supportent les plateaux de la balance par l'intermédiaire de sortes de chapes que l'on appelle *jumelles* et qui se composent chacune de deux *joues* *u* assemblées, en haut et en bas, par deux traverses ; les traverses supérieures sont des petits



Fig. 133. Jumelles.

barreaux ronds rivés ; les traverses inférieures sont en fer plat et percées en leur milieu pour recevoir l'extrémité d'un crochet double rivé à goutte de suif, pouvant tourner librement sur lui-même (fig. 133).

Les plateaux (fig. 134), sont formés de plusieurs planches de bois de chêne d'une épaisseur de 3 ou 4 centimètres, leur largeur varie suivant la force de la balance ; il ne s'en construit guère de plus de un mètre carré de superficie, mais on n'en fait pas de très petites dimensions : les moindres plateaux des balances à double crochet sont des carrés de

cinquante centimètres de côté. On les garnit ordinairement de deux plates-bandes en fer placées au-dessous et transversalement aux planches ; ces plates-bandes sont fixées au moyen de cinq ou six clous à tête plate dont les têtes se logent dans des

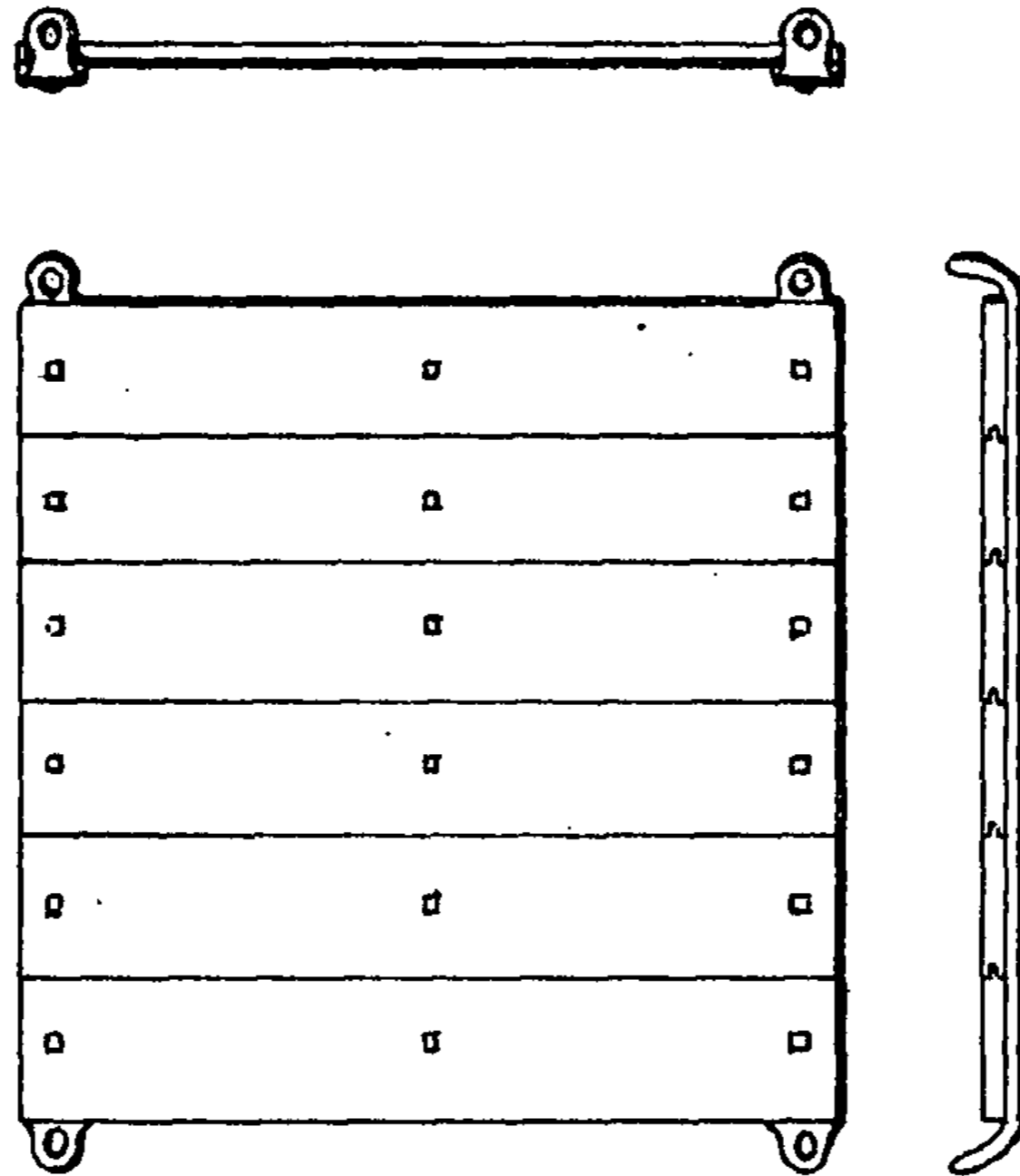


Fig. 134. Plateau.

entailles préparées à cet effet, tandis que les pointes sont rivées en dessous. Les plates-bandes portent à chacune de leurs extrémités un œil soudé destiné à recevoir le crochet de fer qui tient à la

corde. On met souvent pour plus de solidité trois plates-bandes au lieu de deux.

Une garniture de cordes se compose de huit branches avec autant de crochets qui se mettent aux plates-bandes des plateaux et quatre anneaux de forme ovale que l'on passe sur les crochets doubles du fléau.

#### Fléaux à boîtes (fig. 135)

Le fléau à boîtes est un fléau ordinaire dont les extrémités constituent en quelque sorte des boîtes renfermant chacune un couteau sur lequel passe

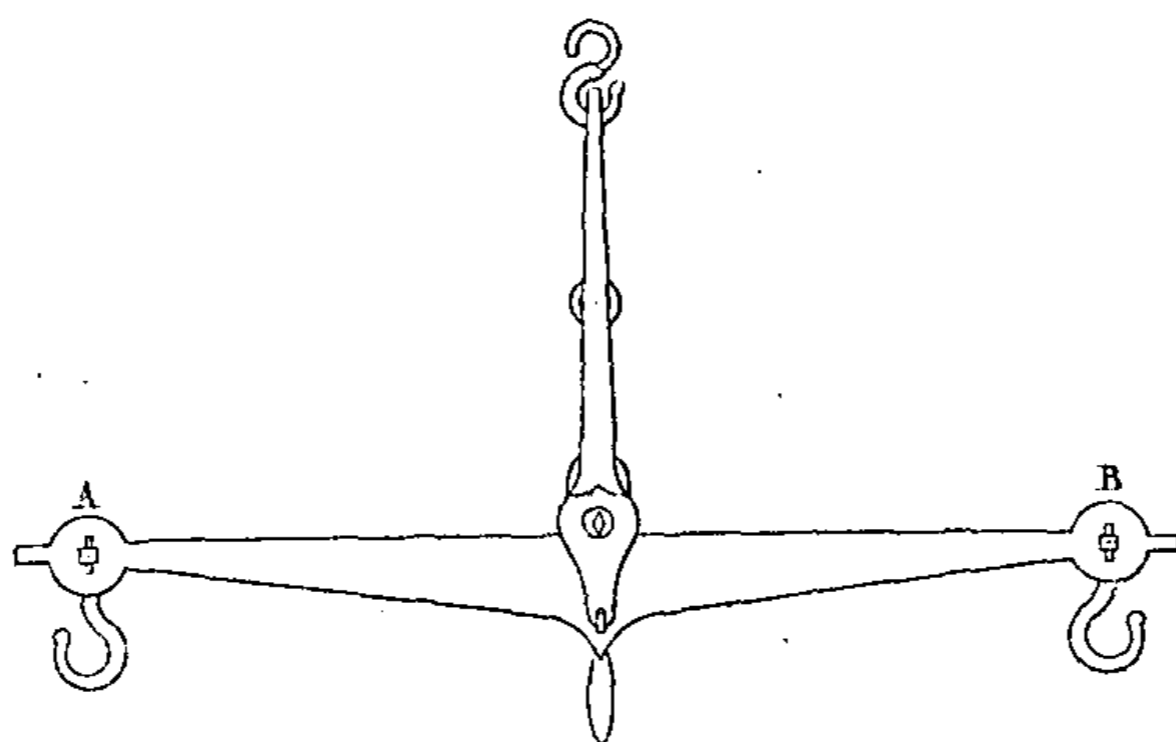


Fig. 135. Fléau à boîtes.

le crochet du plateau. Ces extrémités se forgent séparément avec un fer plat, que l'on replie sur lui-même et dont on soude les bouts ainsi rapprochés, en ayant soin de placer un coin en fer non chauffé pour ménager l'ouverture qui s'appelle boîte. Cette boîte est traversée par un couteau

d'acier rivé d'un côté et maintenu de l'autre par une goupille fendue.

Ces fléaux sont ordinairement recouverts d'un vernis noir. Ils portent, comme les fléaux de magasin, une chape centrale avec un tourillon à crochet qui permet la rotation de la balance, ou simplement un crochet fixe; dans ce dernier cas, on a ce qu'on appelle une chape plate, à position fixe. Le pivot du milieu n'est assujéti que par une cale en dessous. La chape supporte l'axe de suspension par l'intermédiaire de viroles d'acier trempé; son écartement est encore maintenu au moyen d'un brayer. L'aiguille est vissée ou soudée sur le chef.

Les plateaux correspondant à ces sortes de fléaux sont le plus souvent en forme de plats creux ou de bassins circulaires, dont l'un porte parfois un bec pour faciliter le transvasement des matières à peser; on les monte avec des chaînes en fer, en cuivre ou même avec des cordes.

La boîte qui se trouve à l'extrémité de chaque bras n'est pas un système à recommander, elle alourdit le fléau sans lui donner aucune qualité nouvelle.

On soude la boîte au fléau qui se forge en une seule pièce, ou plus généralement en trois, que l'on réunit ensuite.

On fait, dans ce genre, des balances très convenables pour le commerce, à condition que les pivots soient bien taillés et que les essés des plateaux jouent parfaitement.



## Fléaux à col de cygne (fig. 136)

Ces fléaux, encore dénommés fléaux à bouts tournés et fléaux à la française, se composent d'un corps à cul-de-lampe *c*, d'une chasse plate *d*, garnie de viroles d'acier *v*, de son brayer *b* à oreilles et à tête et de son esse de suspension *e*. Les extrémités du fléau présentent la forme représentée par la figure

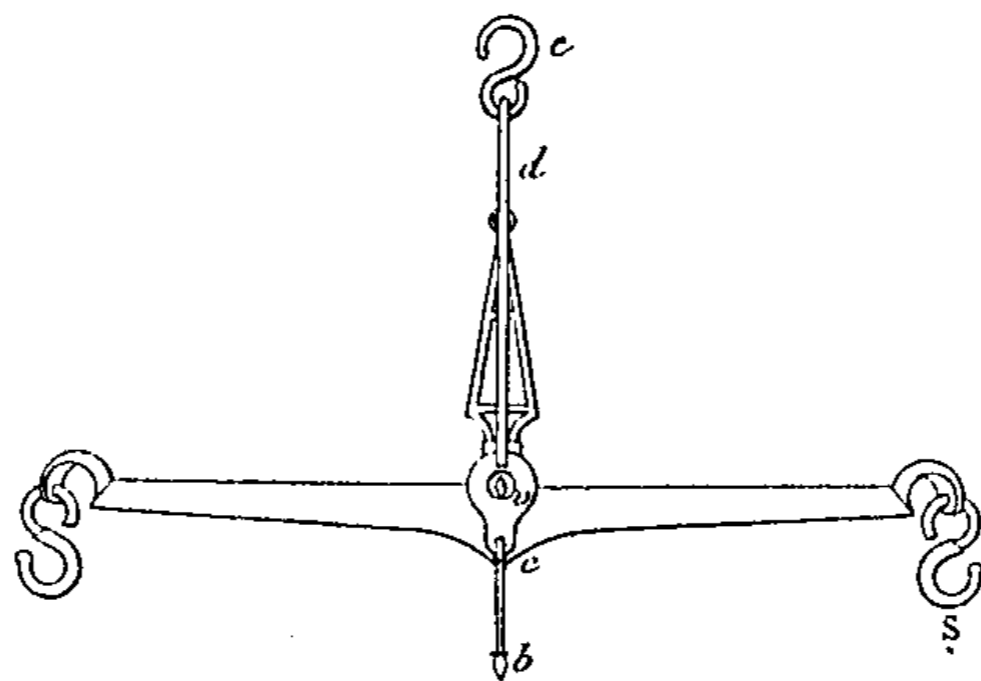


Fig. 136. Fléau à col de cygne.

136; elles sont percées d'un trou taillé en forme de couteau sur lequel s'accrochent les esses S garnies d'acier à la partie qui repose sur le couteau. Ces esses B portent un triangle A dont chaque angle accroche une des trois chaînes D des plateaux en cuivre. Le triangle maintient l'écartement des chaînes (fig. 137).

L'aiguille est plus légère que dans les fléaux à double crochet, on l'ajoute pour lui donner néanmoins une assez grande longueur; les cols de cygne en acier doivent être également ouverts, ils se soudent à chaud au corps du fléau.

Pour polir le fer, on le passe au brunissoir, ce qui consiste à le frotter avec un outil d'acier arrondi (appelé brunissoir), en mettant sur le fléau un peu de suif et d'eau de savon.

On vernit aussi les fléaux bruts en noir.

On construit des fléaux de ce genre, à bon mar-

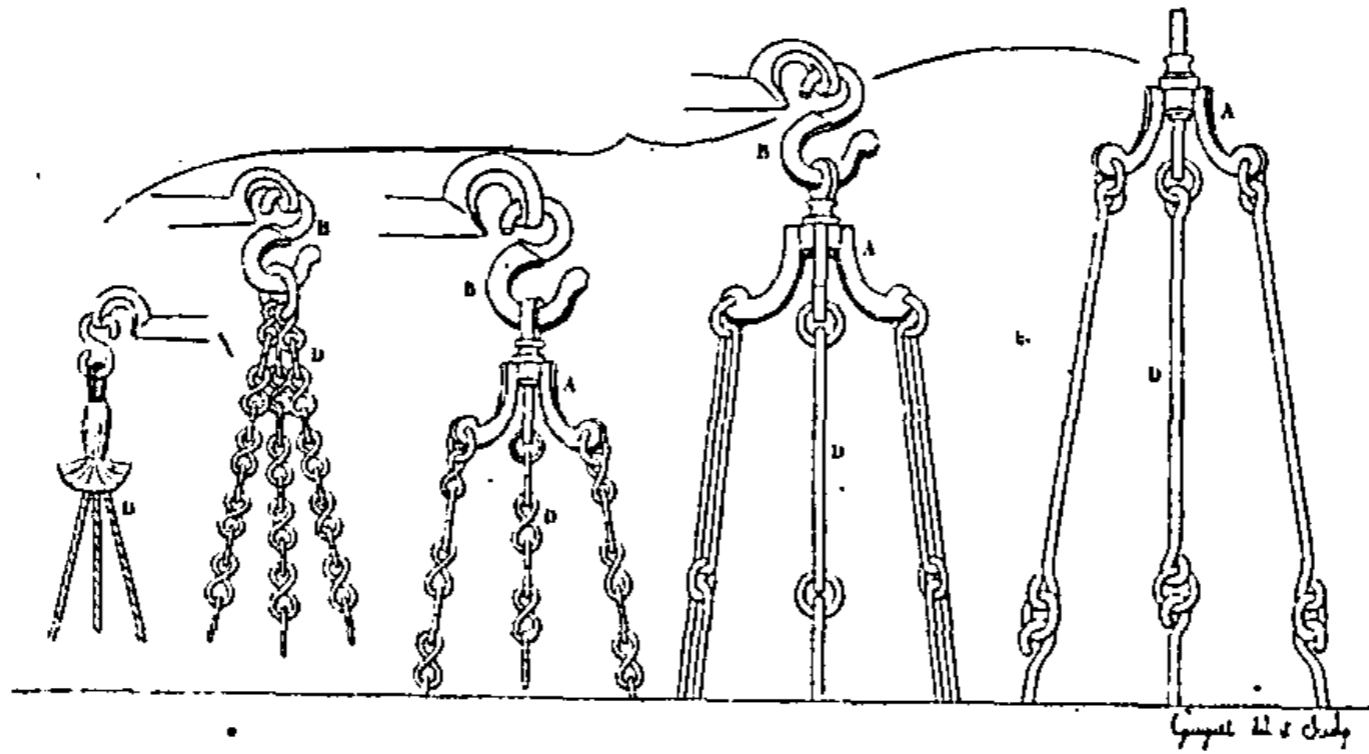


Fig. 137.

ché, en fer forgé brut : on forge les deux bras et les soude aussitôt en interposant un petit disque de fer plat pour former le chef et le cul-de-lampe.

La construction du fléau en fer poli s'opère comme celle du fléau en cuivre que nous allons étudier.

#### Fléau en cuivre à chape

Le fléau en cuivre est coulé en même temps que ses accessoires dans un moule en sable, ainsi qu'on a vu dans la fonderie de cuivre. Après le démoulage, on procède à l'ébarbage puis à un ajustage

du fléau. On détermine les positions que devront occuper les couteaux, et avec un bédane on perce les trous des extrémités ou cols de cygne, puis on y creuse de petites mortaises à queue d'aronde destinées à recevoir les couteaux d'acier; ces couteaux sont taillés en forme de prismes triangulaires aplatis coupés à chaud (fig. 138), on les ajuste dans les entailles préparées à cet effet et on les attache provisoirement dans cette position au moyen



Fig. 138. Couteau d'acier.

d'un fil de fer très fin pour les souder au fléau; la soudure que l'on emploie doit être une soudure forte, c'est-à-dire riche en cuivre, de façon qu'elle ne coule pas lorsqu'on trempe les couteaux; on saupoudre les pièces de borax pour faciliter l'opération. On sait que le fer et le cuivre se soudent parfaitement, les couteaux d'acier font donc bien corps avec le fléau. On ajuste à la lime bâtarde, en dedans comme en dehors, avec beaucoup de soin.

Les extrémités étant parfaitement exécutées, on pose le pivot du milieu, et quoique l'on ait déterminé les positions des trois couteaux après la recherche du centre de gravité, on recommence la détermination de l'axe de suspension central, en considérant l'opération primitive comme insuffisante et servant uniquement à bien mettre en place les couteaux extrêmes. On cherche donc très exac-

tement le milieu du fléau sur la ligne droite qui joint les couteaux déjà posés, on mène par ce point une perpendiculaire à cette droite et on vérifie que le chef comme le cul-de-lampe sont bien symétriques par rapport à cette perpendiculaire. S'il n'en est pas tout à fait ainsi, on ajuste au grattoir pour obtenir la symétrie parfaite.

On perce le fléau à la machine et on ajuste le trou avec une lime fine pour y placer le pivot qui doit être légèrement *enterré*, c'est-à-dire au-dessous de la ligne joignant les couteaux extrêmes (environ un demi-millimètre). On dresse le fléau et on lime les bras de façon à leur donner une section en forme d'amande. On dresse la tête du chef et on lui adapte l'aiguille par l'intermédiaire d'un goujon fileté qui pénètre dans des trous percés et taraudés de l'aiguille et du fléau; on a soin de monter l'aiguille bien d'aplomb.

Le fléau doit être plus large en son milieu qu'aux extrémités et le moins épais possible, de façon à ne pas nuire à la sensibilité de la balance; il faut néanmoins lui conserver une force suffisante pour qu'il porte sans fléchir les charges à peser.

Le pivot du milieu est un morceau d'acier fondu de section carrée que l'on enfonce à force dans le trou du fléau et dont on a taillé et coupé de même longueur les parties extérieures au fléau de part et d'autre; ces parties formant couteaux ont le dessus arrondi, plat ou à deux pentes (fig. 139).

La chape se coule en une pièce ou en deux que l'on soude ensuite par le haut; après l'avoir ébarbée et dégrossie, on trace sur chaque branche son axe de symétrie sur lequel devront se trouver les

centres des trous destinés l'un au passage du pivot, l'autre au montage du brayer. Pour faciliter le travail, il faut écarter les deux branches de la chape. Après avoir percé les trous du pivot, il faut garnir chacun d'eux d'une virole d'acier que l'on peut couper dans un tube d'acier du calibre voulu ou faire avec une bande d'acier que l'on enroule à chaud sur un petit mandrin d'un diamètre légèrement supérieur à la hauteur du pivot et dont on soude les extrémités. On prend une bande d'acier

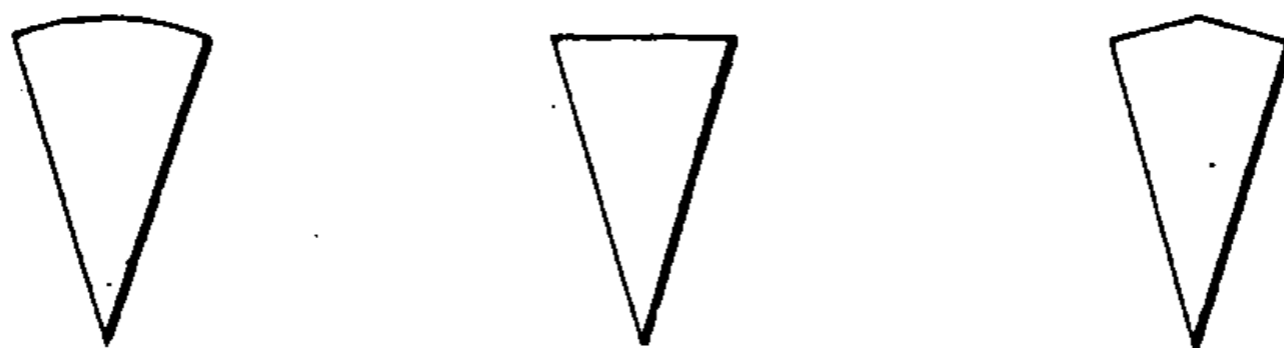


Fig. 139. Pivots.

d'une largeur un peu supérieure à l'épaisseur du pied de chape, de façon à pouvoir la refouler de chaque côté du trou fraisé à cet effet, produisant ainsi une rivure qui garantit la fixité de la virole. On rode le trou ainsi préparé, on arase les viroles au niveau de la chape, puis on perce les trous pour le brayer à même hauteur, on trempe et on polit les viroles, on redresse les branches et on termine l'ajustage de la chape en mettant une broche dans les deux viroles afin de bien se rendre compte de son aplomb. On perce un trou à la partie supérieure de la chape pour l'esse destinée à la suspension de l'instrument. Le pivot est ajusté de telle façon que ses extrémités, taillées en forme de cou-

teaux, ne puissent échapper la chape; pour cela, il porte de chaque côté des bossages appelés pommelets, réglés d'après l'écartement de la chape, qui touchent intérieurement les pieds de la chape; ces pieds ont été dégauchis, afin de ne pas gêner les pommelets.

Le brayer qui sert à maintenir l'écartement de la chape se fond d'une seule pièce; il est formé de deux branches qui s'accrochent à la chape par deux oreilles et forment le cul-de-poule dans le bas qui se termine par un bouton genre bouton de sucrier.

Les deux eses de suspension des plateaux portent à l'endroit qui repose sur les couteaux un coussinet d'acier trempé, soudé à l'esse.

Les diverses parties du fléau sont polies au brunissoir après le finissage à la lime douce et au grattoir.

#### Fléau à colonne

La forme du fléau à colonne ne diffère pas de celle du fléau à chape, sauf par la position de l'aiguille que l'on dirige vers le bas afin de ne pas augmenter encore la hauteur de la balance; cette aiguille s'adapte au pivot, du côté que l'on appellera par suite le devant de la balance, au moyen d'un petit écrou.

#### Autres genres de fléaux

On fabriquait autrefois en quantité des fléaux de tous genres pour balances à bon marché, par exemple les fléaux dits d'Allemagne, à trompette A (fig. 140) ou à boîte C, les fléaux dits pesettes B et

ceux de Limoges D; ces fléaux, de mauvaise qualité, tendent à disparaître par suite de leur non-acceptation aux bureaux de vérification. Cependant leur bas prix fait qu'ils trouvent encore acheteurs et que l'on trouve dans le commerce des balances de cette fabrication inférieure. Il faut toutefois mettre à part les fléaux dits pesettes B, dont une certaine proportion, faits et garnis à Paris, ne le cèdent en rien aux fléaux que nous avons étudiés en premier lieu.

On appelle *fléau à trébuchet* ou à *pédale* un genre de fléau spécial à certaines balances de précision;

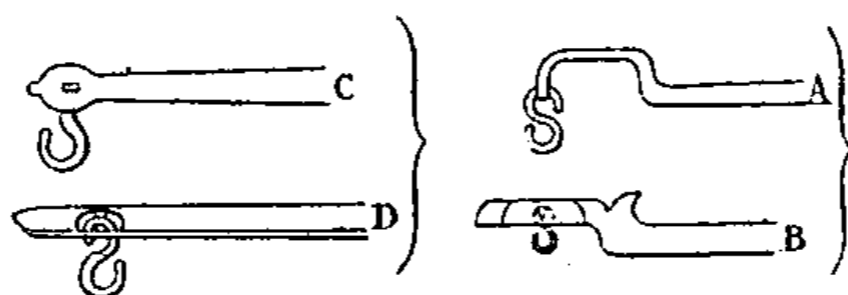


Fig. 140. Fléaux.

il tire son nom d'un petit levier, placé devant la colonne, qui sert à soulever ou à abaisser le fléau de façon à mettre ou non les couteaux en contact avec leurs coussinets respectifs. Cette disposition a pour but d'empêcher l'usure des couteaux, en ne les faisant travailler qu'au moment où l'on veut faire une pesée. On voit de semblables fléaux chez les pharmaciens. Ils diffèrent des fléaux de balances de précision, dont nous parlerons plus loin, en ce qu'ils sont pleins. L'aiguille a une grande longueur, elle oscille devant un cadran placé à la base de la colonne.

Les différentes parties des fléaux en fer peuvent  
*Potier d'étain.*

se fabriquer rapidement et par séries à la machine à estamper.

### Fabrication de la colonne

Les colonnes en cuivre servant à supporter les fléaux de balances se construisent de différentes formes : le piédestal se fait à socle et tambour, carrés ou cylindriques, plus souvent cylindriques; la colonne cylindrique ou légèrement tronconique, varie de hauteur suivant le modèle (fig. 141).

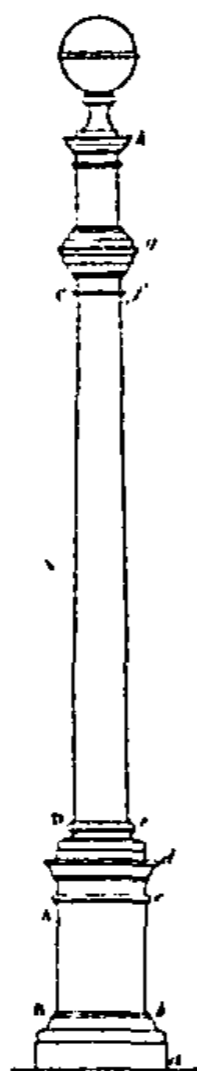


Fig. 141.  
Colonne.

Le tambour A B et le fût C D de la colonne se taillent dans des planches en laiton, tracées au préalable avec un calibre en tôle; il faut donc avoir une série de tels calibres à la demande. Après le découpage, on dresse à la lime les deux bords à souder, on courbe la feuille de laiton sur un mandrin et on la maintient dans cette position par quelques ligatures de fil d'archal (fil très fin en laiton). Pour souder, on garnit de borax l'intérieur du joint et on met de la soudure tout du long, on pose la pièce sur un feu de forge jusqu'à ce que le borax soit calciné; on chauffe du côté opposé à la soudure

jusqu'au rouge cerise, et on retourne la pièce avec les pinces de forge; on la fait tourner pour qu'elle chauffe partout également, jusqu'à ce que la soudure commence à couler, on s'arrange alors pour répartir la soudure d'une façon régulière



dans le joint. Après refroidissement, on lime et enlève le morfil des parties voisines de la soudure; pour achever d'enlever les défauts, on plonge la colonne pendant quelques heures dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique dans la proportion de un dixième, on lave ensuite dans l'eau, on fait sécher et on passe à la lime douce les parties défectueuses. On parfait la forme de la colonne en y passant le mandrin et en frappant à petits coups avec un marteau.

Toutes les autres pièces de la colonne se fondent dans des moules en sable (fig. 142), les unes se travaillent ensuite au tour, les autres sont limées et ajustées à la demande des premières : on commence par les blanchir (dégrossir) à la lime d'Allemagne, puis on continue à la lime bâtarde en ayant soin de croiser les traits, puis à la lime demi-douce, et on termine par la lime douce.

Le travail au tour se fait comme nous l'avons dit au chapitre des poids en cuivre; les outils, dont la force est en rapport avec la masse à tourner, doivent toujours être en acier trempé, bien affûtés et adoucis à la pierre à l'huile, et les mandrins parfaitement calibrés.

Avant d'aller plus loin et d'étudier l'assemblage des diverses parties, il est indispensable d'énumérer ces parties qui composent la colonne et de les désigner par les noms en usage dans les ateliers de fondeurs (fig. 141) :

*L'embase du socle* est la partie comprise de *a* à *b*.  
*Le socle ou tambour* est la partie comprise de *b* à *c*.  
*Le chapiteau du socle* est la partie comprise de *c* à *d*.

L'embase de la colonne est la partie comprise de *d* à *e*.  
 Le fût ou corps est la partie comprise de *e* à *f*.  
 Le chapiteau du fût est la partie comprise de *f* à *g*.  
 La lanterne est la partie comprise de *g* à *h*.

Chacune de ces parties présente une portée qui s'enclave dans la partie voisine, de la façon suivante :

« On tire une portée dans le socle carré pour y  
 « placer son embase, on en tire une autre sur l'em-

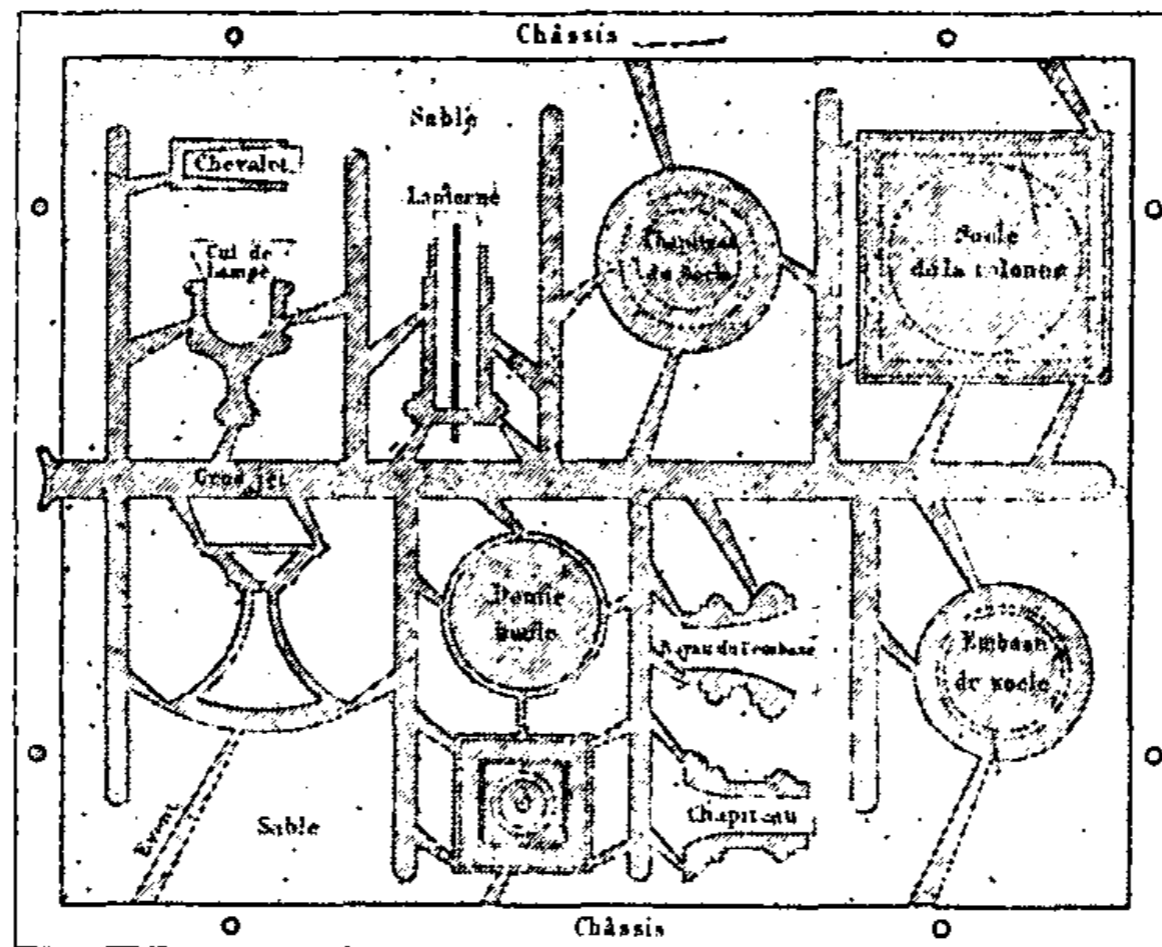


Fig. 142. Châssis.

« base, en dedans ; on dresse les deux parties exté-  
 « rieures du corps du socle, l'une pour entrer  
 « dans l'embase, l'autre pour recevoir le chapiteau  
 « du socle. On tire une portée en dessous du cha-

« piteau pour l'enclaver sur le corps, et une en  
« dessus pour enclaver l'embase de la colonne. On  
« dresse parfaitement les deux extrémités, l'une  
« pour entrer dans l'embase, l'autre pour recevoir  
« le chapiteau. Au chapiteau, on tire la portée en  
« dessous, ensuite on en tire une en dedans pour  
« recevoir la colonne, et une en dessus pour rece-  
« voir le carré. Ce carré du chapiteau a une petite  
« portée en dessous et en dessus, l'une pour repo-  
« ser sur le chapiteau et l'autre pour recevoir la  
« lanterne; le milieu doit rester plein et avoir un  
« téton en dessous et un en dessus, placés au centre;  
« celui du dessous reçoit une tringle de fer tarau-  
« dée des deux bouts, et qui consolide toutes les  
« pièces jusqu'au socle que l'on arrête avec un  
« carré en fer fondu et un écrou. Le téton de des-  
« sus reçoit la vis qui tient à la fois le chevalet et  
« la lanterne. La lanterne a une petite portée en  
« dessous, pour enclaver sur le carré, et une por-  
« tée un peu longue en haut pour recevoir le *cul-*  
« *de-lampe*. La fente pour recevoir les bras du  
« fléau se fait avec une scie ronde, montée sur le  
« tour; on pose la lanterne sur un support fait pour  
« cela, de manière à pouvoir être avancé douce-  
« ment ou arrêté à volonté. Le chevalet se fait à la  
« lime, seulement retenu par la vis, dans l'intérieur  
« de la lanterne. Pour poser les coussinets sur le  
« chevalet, on refend les bouts et on les ouvre à  
« queue d'aronde, on fait entrer à force les bouts  
« d'acier que l'on soude ensuite; on les lime, on  
« les adoucit et on les trempe; après quoi on les  
« polit à l'émeri fin sur une broche en cuivre rouge,  
« montée sur le tour. Le cul-de-lampe a une forte

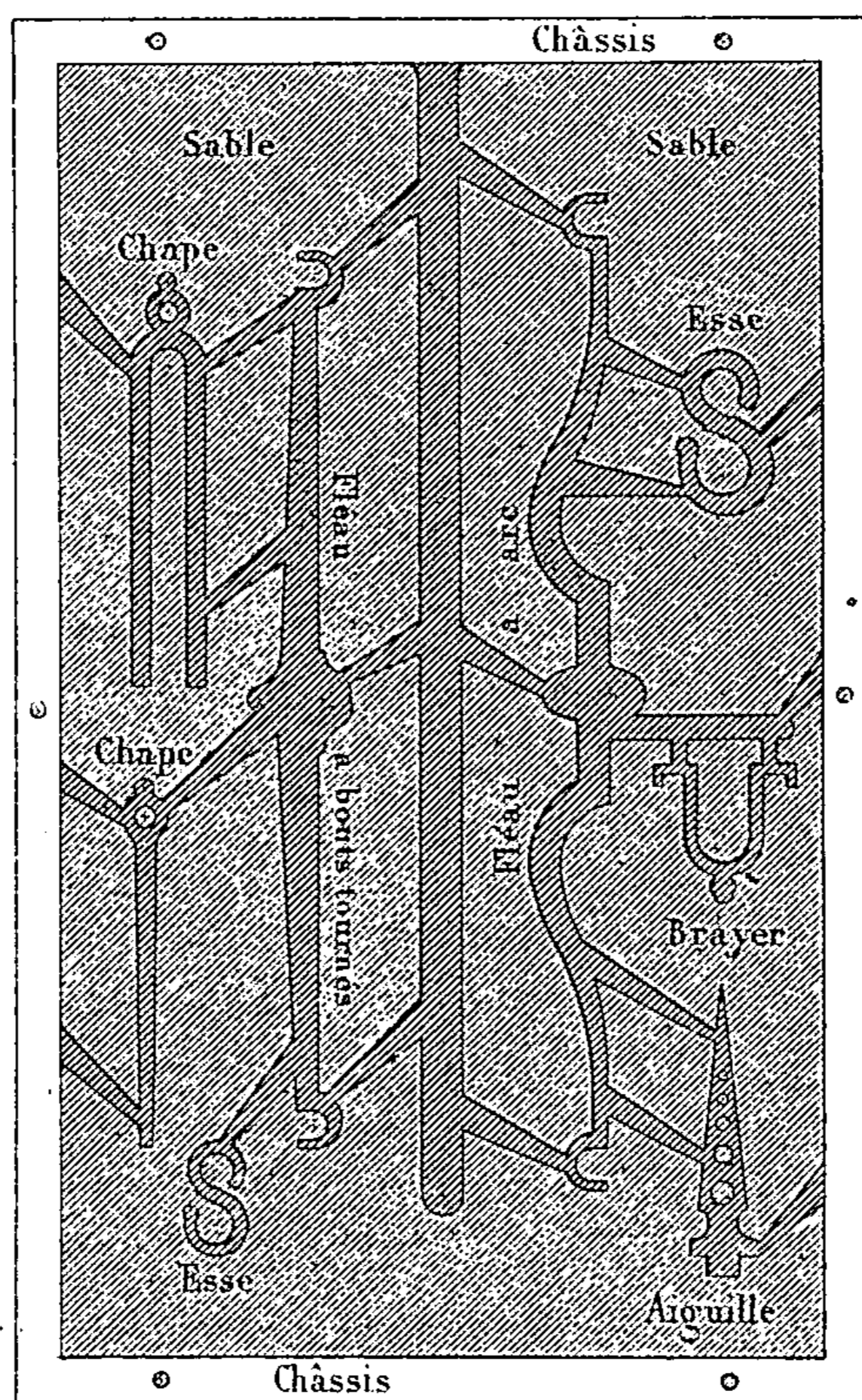


Fig. 143. Coupe horizontale d'un châssis.

« portée tirée en dedans pour enclaver solidement  
 « sur la lanterne; sur le petit bout du cul-de-lampe,

« on perce un trou pour y monter un bout de fer  
« taraudé sur lequel on monte la boule.

« Cette boule (qui peut aussi être remplacée par  
« un autre objet) est de deux pièces : celle de des-  
« sous doit avoir à son centre un téton pour lui  
« donner de la force et recevoir la vis en fer adap-  
« tée au cul-de-lampe; on tire la portée au bord,  
« en dehors, pour recevoir la partie supérieure qui  
« s'enclave dessus, et à force; on tourne ensuite  
« cette partie.

« On polit toutes les pièces de la colonne avec du  
« drap, de la ponce fine à l'huile et de la terre  
« pourrie.

« La coulée des fléaux de cuivre se fait dans les  
« châssis comme on voit figure 143 (Rayon) ».

#### Garniture de la balance (fig. 137 et 144)

La garniture de la balance comprend : les pla-  
teaux, les chaînes D, le triangle A et les essés B.

Les plateaux sont ordinairement en cuivre jaune,  
on leur donne la forme concave ou la forme plane,  
avec ou sans rebords. On préfère le cuivre au fer  
malgré la différence de prix, à cause de l'oxydation  
trop facile du fer; puis le cuivre se nettoie très fa-  
cilement et offre un plus bel aspect que le fer.

Certains plateaux grossiers sont en fer galvanisé,  
mais c'est là une pratique mauvaise, car on obtient  
difficilement, de cette manière, des plateaux ayant  
exactement le même poids. Chez les marchands de  
tabac on voit quelquefois des plateaux concaves, *en*  
*corne*, dont l'un porte un bec; mais cette substance  
très hygrométrique ne convient pas très bien, car

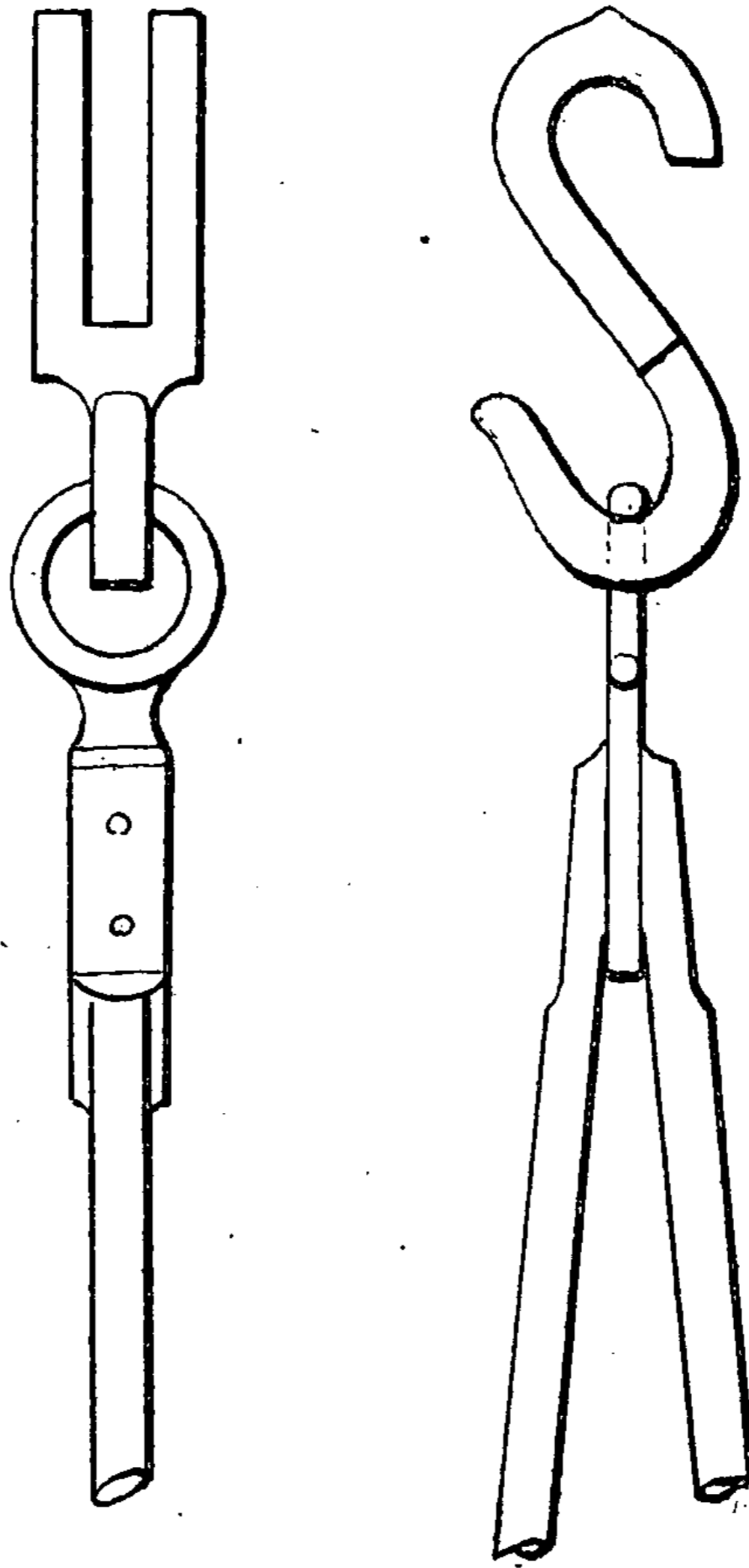


Fig. 144. Garniture de balance.

le plateau qui reçoit le tabac plus ou moins sec subit des variations plus grandes que celui dans lequel on met les poids, il est préférable d'employer dans ce commerce le melchior (alliage renfermant 55 de cuivre, 23 de nickel, 17 de zinc, 3 de fer et 2 d'étain, et présentant un aspect très voisin de celui de l'argent).

Les plateaux en cuivre se font à la machine à estamper, c'est-à-dire qu'ils sont coupés circulairement d'un seul coup, puis on les emboutit et on rogne leurs bords; un petit nombre de fabricants les tournent. Il est bon d'ajouter que ces plateaux se vendent au poids.

Les chaînes D (fig. 137) se font de différentes manières : celles à maillons courts ne s'emploient guère que pour les balances communes; les balances construites avec soin sont garnies de chaînes à deux ou trois longues mailles seulement, réunies par de petits anneaux.

Ces chaînes se fabriquent à la machine, le fabricant de balances les reçoit toutes prêtes à être montées.

Le *triangle* A, ainsi appelé parce que c'est une pièce qui a trois branches destinées à maintenir l'écartement des chaînes à leur partie supérieure, est relié à une esse au moyen d'un anneau dont la queue peut tourillonner au sommet du triangle.

Les *esses* B, qui tirent leur nom de leur forme, s'accrochent aux extrémités du fléau, ont une partie en acier : celle qui appuie sur le couteau correspondant; cette partie n'est pas aussi arrondie que le reste de l'esse, car elle ne porterait sur le couteau que par un nombre trop restreint de points, et par

suite s'égrènerait bientôt, en même temps que l'esse risquerait de se déplacer trop facilement; on donne donc à l'acier qui joue le rôle de coussinet une forme un peu méplate.

La *colonne*, qui supporte le fléau de la balance, se fait comme nous l'avons vu précédemment, en plusieurs pièces. La forme importe assez peu; l'essentiel est que les coussinets soient établis sur le même plan, et que leur largeur soit aussi grande que possible, ainsi que la longueur des couteaux, de façon à répartir la pression sur une ligne plus étendue.

A l'intérieur de la colonne des balances de précision se trouve placé un arbre qui, par l'intermédiaire d'un pignon à engrenage et d'une petite crémaillère, soulève le fléau pour éviter la fatigue du couteau quand la balance ne sert pas.

La hauteur des plateaux au-dessus du sol doit être en rapport avec la longueur du fléau; ainsi les grandes balances de magasin ont leurs plateaux au moins à douze centimètres, les balances de comptoir ont les leurs à deux ou cinq centimètres du plan sur lequel elles reposent, et jamais à moins de un centimètre pour les plus petites. Pour préciser ce que l'on entend par les dénominations ci-dessus, donnons quelques dimensions de fléaux :

Les grandes balances, ou balances de magasin à crochets doubles, ont des fléaux d'environ 1<sup>m</sup> 30 de longueur, les fortes balances de comptoir atteignent la moitié de cette longueur; les moyennes n'ont pas moins de 30 centimètres; enfin les petites ont 25 centimètres et au-dessous, de longueur de fléau.



*Notu.* — Le système de suspension que nous avons vu pour les balances à chape — anneau dont la queue tourillonne dans une traverse de la chape — présente quelques inconvénients : d'abord l'oscillation de la balance dans tous les sens, puis un

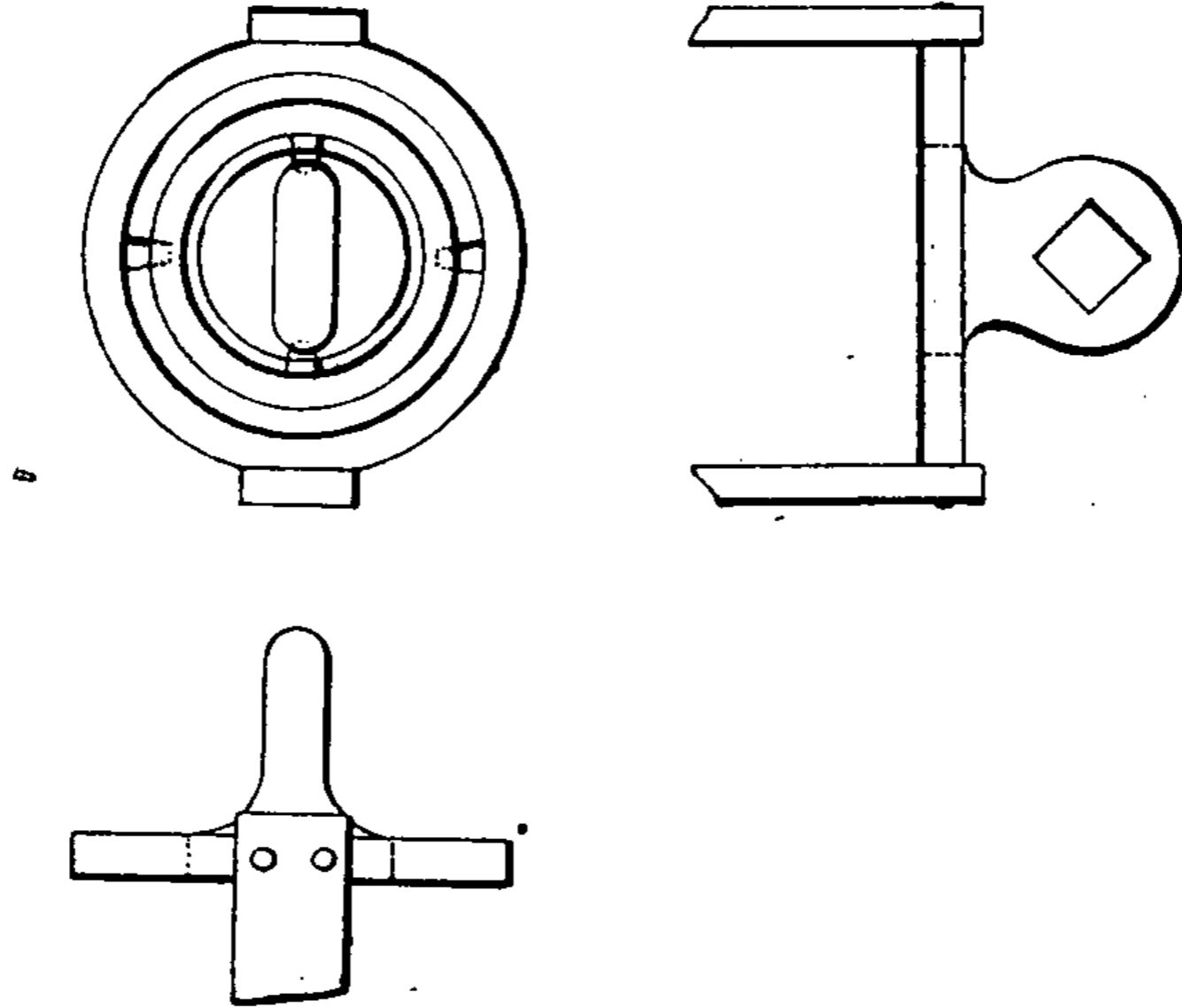


Fig. 145. Suspension à la Cardan.

coincement possible de l'anneau dans la traverse. On évite ces défauts par la *suspension à la Cardan* (fig. 145), qui consiste à ne permettre l'oscillation de la balance que dans deux plans verticaux perpendiculaires l'un à l'autre, il en résultera forcément que le centre de gravité de tout le système pesant se placera de lui-même sur la verticale du

point auquel on accrochera la chape. On peut réaliser ce genre de suspension de la manière suivante : la chape, au lieu de porter une traverse à sa partie supérieure, a ses deux branches réunies par un cadre carré ou circulaire garni intérieurement de deux fortes pointes placées suivant l'axe ou le diamètre perpendiculaire au couteau central ; ces deux pointes entrent dans deux alvéoles ménagées dans un autre cadre analogue au premier et intérieur à lui, de telle sorte que le premier cadre puisse osciller librement autour de la ligne des deux pointes, le second cadre étant supposé fixe. Il faut maintenant que le second cadre puisse osciller autour d'un axe perpendiculaire à la ligne des deux pointes. Pour cela il porte intérieurement deux pointes convenablement placées qui saisissent la base de l'anneau de suspension. Celui-ci est carré intérieurement et s'accroche à une broche recourbée horizontalement, de même section que lui.

#### Réglementation

« Les fléaux de balance ne doivent plus, depuis  
« le 1<sup>er</sup> janvier 1856, porter de goupille pour rece-  
« voir le poinçon primitif ; la marque de vérifica-  
« tion sera apposée sur l'un des bras, et aussi près  
« que possible du centre du fléau.

« Les balances devront être présentées au poin-  
« çonnage entièrement montées. Si elles sont ver-  
« nies, il devra être réservé sur l'un des bras et  
« aussi près que possible du centre du fléau une  
« place nette pour l'apposition du poinçon.

« Les balances doivent toujours être accompa-

« gnées de poids, même dans les établissements  
« autorisés à se servir de tare (21 octobre 1876).

« Les fléaux de provenance étrangère ne sont  
« pas revêtus de la marque de vérification pre-  
« mière.

« Les instruments destinés à l'exportation sont  
« dispensés de cette vérification (3 janvier 1879).

« La fonte malléable n'a pas une résistance suffi-  
« sante pour être employée à la fabrication des  
« supports destinés à recevoir le fléau (19 novem-  
« bre 1889).

#### Moyen de vérifier les fléaux au bureau central des poids et mesures

On se sert de deux poids à crochet, parfaitement égaux, on les suspend à chaque extrémité du fléau; celui-ci doit rester en équilibre, sinon il faut le retoucher soit en frappant un peu sur le bout qui penche, quand c'est un fléau à cols de cygne, soit en lui enlevant un peu de matière, soit encore en remontant ce bras très légèrement. Si le fléau tombe d'un côté ou de l'autre tout d'un coup sans continuer à osciller, il est fou, les couteaux des extrémités sont trop élevés par rapport à celui du milieu. (On suspend au fléau des poids proportionnés à sa portée et à sa force).

Supposons que le fléau soit resté en équilibre, on s'assure alors de la sensibilité en ajoutant d'un côté une surcharge égale à la deux-millième partie de l'un des poids; par exemple si l'on a employé des poids de 1 kilogramme, la surcharge sera de 1 demi-gramme ou 5 décigrammes; elle devra

*Potier d'étain.*

faire incliner le fléau d'un angle appréciable. Ces deux conditions étant remplies, le vérificateur poinçonne le fléau.

#### IV. BALANCE DE ROBERVAL (fig. 146)

Cette balance se compose de deux fléaux  $AB$ ,  $A'B'$  parallèles dont les extrémités sont réunies par des tiges verticales  $AA'$ ,  $BB'$  articulées au

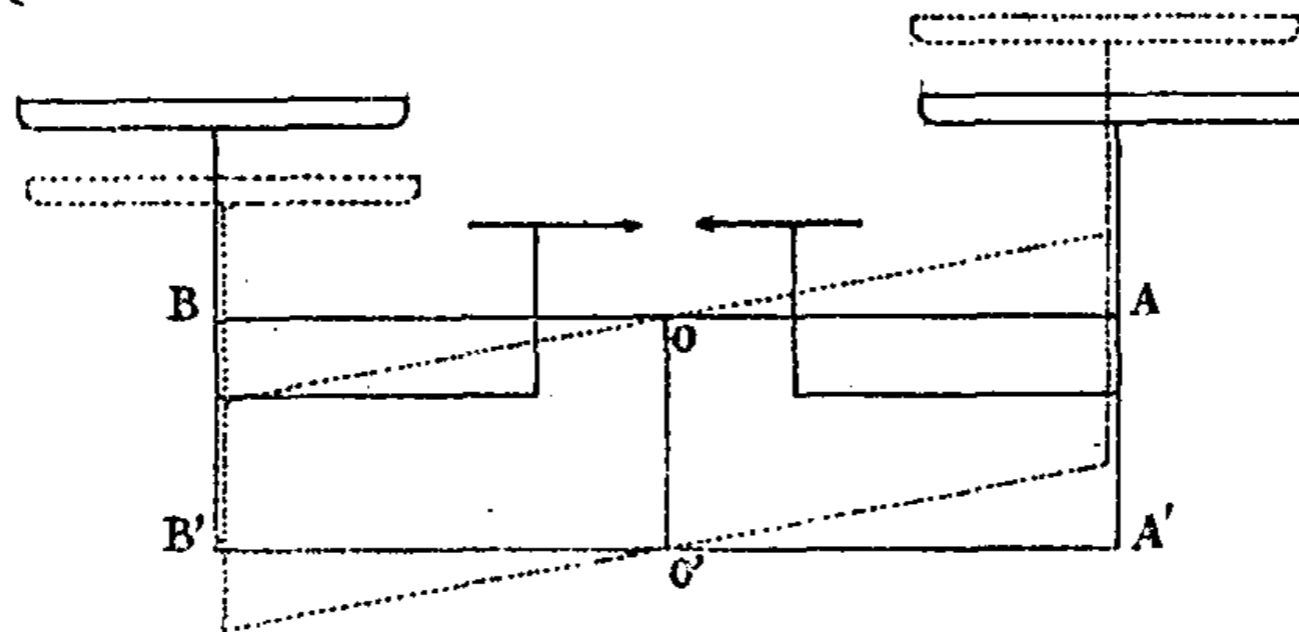


Fig. 146. Balance de Roberval (schéma).

fléau aux points  $AA'BB'$ . Ces tiges portent les plateaux. Le fléau  $AB$  joue le rôle du fléau des balances ordinaires, l'autre  $A'B'$  n'est qu'un organe de liaison qui sert à maintenir la verticalité des tiges  $AA'$  et  $BB'$ . Ce genre de balance diffère donc de la balance ordinaire en ce que les plateaux sont au-dessus du fléau; ils reposent sur des croisillons portés par les tiges  $AA'BB'$ . On démontre en mécanique que le résultat de la pesée est indépendant du point sur lequel on place les corps à peser, c'est-à-dire qu'on peut indifféremment mettre les

poids et le corps à peser au milieu des plateaux ou sur le pourtour. Deux index horizontaux *oo* reliés aux tiges *AA'*, *BB*, oscillent en même temps que le fléau et indiquent par leur coïncidence le zéro de la balance.

On en fait de différentes formes (voir plus loin circulaire du 23 juin 1863); généralement tout le mécanisme, sauf les index et les plateaux, est ren-

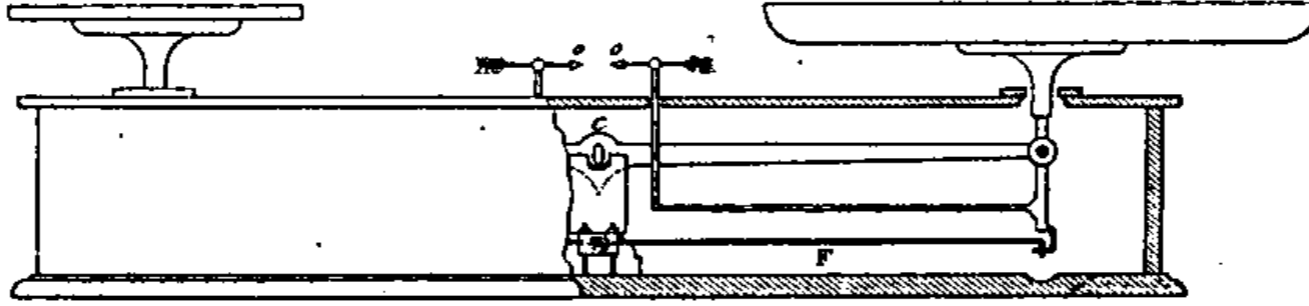


Fig. 147. Balance Roberval (ancien modèle).

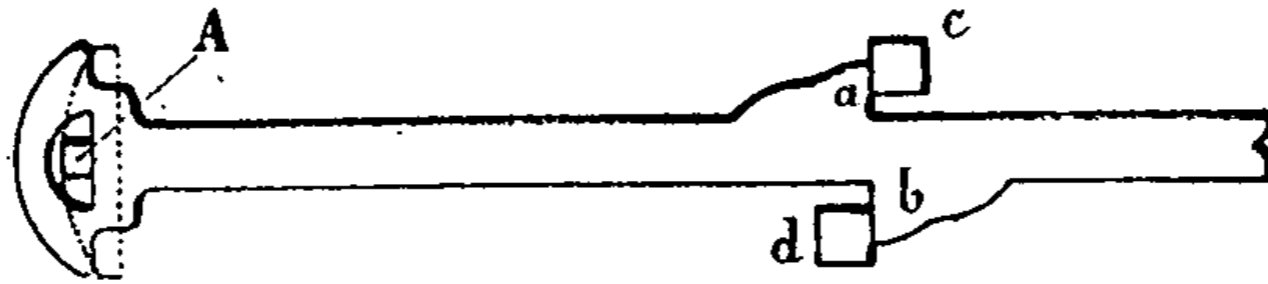


Fig. 148.

fermé dans une caisse métallique; quelquefois le fléau supérieur sort de cette caisse. Toutes ces balances ne valent pas les balances ordinaires au point de vue de la sensibilité, les frottements dus au genre d'articulations nuisent beaucoup. Cependant il s'en fabrique de grandes quantités, et elles sont d'un usage très courant dans le commerce à cause de leur faible hauteur et de la disposition de leurs plateaux.

La figure 147 montre un ancien modèle de balance Roberval. On a préféré par la suite aux articulations correspondant à A et B une suspension des tiges A A', B B' au fléau par l'intermédiaire de couteaux dont l'arête vive est dirigée vers le haut. Le fléau inférieur ou contre-fléau n'oscille pas toujours comme le fléau supérieur autour d'un couteau, quelquefois il n'est que guidé : d'une part en son milieu par deux ergots *a b* qui s'appuient contre deux butées verticales *c d*, d'autre part à ses extrémités par une sorte d'étrier dans lequel passe la tige A (fig. 148).

Les balances Roberval étant très répandues dans le commerce, des règlements spéciaux les visent :

#### Réglementation

« Les couteaux et les coussinets des balances  
« Roberval devront être en acier trempé et poli,  
« toutes les autres pièces sujettes à frottement  
« seront en acier trempé ; les fléaux et autres pié-  
« ces du mouvement seront préférablement en fer  
« forgé, mais ils pourront être en fonte, pourvu  
« que cette matière soit assez malléable pour rece-  
« voir l'empreinte du poinçon de vérification, et  
« ils auront la force nécessaire pour la portée de  
« la balance ; sur le socle sera indiqué le maximum  
« de cette portée.

« L'oscillation devra être parfaitement régulière  
« quelle que soit la place qu'occuperont les poids  
« sur les plateaux, et pour s'assurer si les balan-  
« ces remplissent cette condition, les vérificateurs  
« des poids et mesures placeront les poids soit au

« centre du plateau soit aux extrémités rappro-  
« chées ou éloignées du milieu du fléau. Pendant  
« le mouvement d'oscillation, les tiges devront être  
« libres dans leur jeu et n'éprouver aucun frotte-  
« ment qui puisse rendre la balance sourde après  
« quelques jours d'usage ; les aiguilles indicatrices  
« devront être saillantes et détachées de toute par-  
« tie pouvant les soustraire à la vue du consom-  
« mateur. » (A partir du 1<sup>er</sup> janvier 1856).

*5 juin 1857.* — « Les vérificateurs admettront  
« les balances Roberval munies d'un point d'appui  
« qui, placé sur le fléau, est destiné à empêcher  
« les pivots de dévier de leurs coussinets.

*23 juin 1863.* — « Les balances dites Roberval  
« comportent de nombreuses variétés : dans les  
« unes les supports des plateaux sont rivés sur des  
« tiges verticales ; dans les autres ces supports  
« sont directement fixés au fléau. Les mouvements  
« oscillatoires sont arrêtés tantôt par la partie su-  
« périeure, tantôt par le fond de la boîte ou le  
« patin de l'appareil. Le nombre et la disposition  
« des couteaux sont variables et ce n'est pas tou-  
« jours la longueur des pièces horizontales consti-  
« tuant les fléaux qui doit déterminer l'étendue des  
« bras de levier considérés d'après les lois de la sta-  
« tique. Quelle que soit au surplus la disposition  
« des diverses pièces constituant le mécanisme  
« d'une balance, il est toujours nécessaire d'exiger  
« un trait régulier et proportionnel et l'on ne sau-  
« rait mieux le déterminer que par la hauteur  
« différentielle des plateaux lorsqu'un seul se  
« trouve chargé. En conséquence, à partir du 1<sup>er</sup> jan-  
« vier 1864, les balances dites Roberval devront être

« construites de manière à ce que la différence de  
« niveau entre les deux plateaux, l'un étant entiè-  
« rement abaissé, soit égale au dixième de l'écar-  
« tement du centre de ces plateaux.

*25 avril 1868.* — « Pour la confection des cou-  
« teaux du contre-fléau et des pièces sur lesquelles  
« ils agissent, on peut admettre au lieu et place  
« de l'acier proprement dit, l'emploi de la fonte  
« malléable, à la condition qu'elle soit, dans les  
« parties agissantes, transformée en acier par la  
« cémentation, et trempée, et, bien entendu, de  
« dimensions et de qualité suffisantes pour faire  
« un bon usage ».

*20 janvier 1888.* — « Interdiction d'employer  
« des plateaux de balances Roberval, munis de  
« cases dans lesquelles est coulé du plomb pour  
« ajustage.

*14 avril 1894.* — « A partir du 1<sup>er</sup> juillet pro-  
« chain : 1<sup>o</sup> Les balances Roberval et de tout sys-  
« tème analogue, ne pourront être admises à la  
« vérification première, qu'autant qu'elles seront  
« munies de plateaux dont le diamètre sera supé-  
« rieur ou égal aux deux tiers de la longueur du  
« fléau. Ces plateaux seront en outre construits  
« de telle sorte que le vérificateur aura toute faci-  
« lité pour placer les poids, non seulement au  
« centre, mais encore aux extrémités les plus  
« éloignées.

« 2<sup>o</sup> Toute balance Roberval dont l'index oscil-  
« lera le long du socle, la pointe en bas, devra  
« être munie de deux aiguilles disposées symétri-  
« quement de chaque côté du fléau chef. Il devra  
« en être de même pour la balance-pendule (voir



« plus loin), toutes les fois que l'index sera placé  
« dans l'intérieur du socle.

« Le fléau, dépouillé des plateaux et des croisil-  
« lons, doit conserver son équilibre. Les croisillons  
« seront de même poids, ainsi que les plateaux.

« Les bouts des pièces de support doivent être  
« recouverts par un seul chapeau de même éten-  
« due ; il est interdit d'y ajouter d'autres plaques  
« de tôle superposées pour équilibrer l'instru-  
« ment.

« Les coussinets doivent être bien enchâssés dans  
« les pièces de support, de manière que les cou-  
« teaux ne puissent s'engager entre la pièce et le  
« coussinet.

« Les tiges de support reposeront sur le socle  
« quand elles seront au bas de leur course, et non  
« sur la table où se trouve la balance.

« 3° Une balance Roberval sera reconnue suffi-  
« samment sensible, lorsque l'addition de la deux-  
« millième partie du poids placé dans l'un des  
« plateaux lui fera parcourir la moitié de sa course  
« vers son support ».

#### V. BALANCE-PENDULE (fig. 149, 150, 151)

La balance-pendule, système Béranger, dite Lyonnaise, approuvée par décision ministérielle du 28 juillet 1847, est une balance de comptoir d'un système particulier, d'une extrême solidité, qui conserve très longtemps sa précision, elle ne nécessite ni entretien ni nettoyage.

Elle se compose de deux fléaux A A oscillant autour d'un couteau unique ; ces fléaux portent à

leurs extrémités des brides mobiles CD qui s'assemblent à l'extrémité D des porte-tiges DE.

En un certain point des longueurs CO sont placées deux autres brides fixées en FG qui sus-

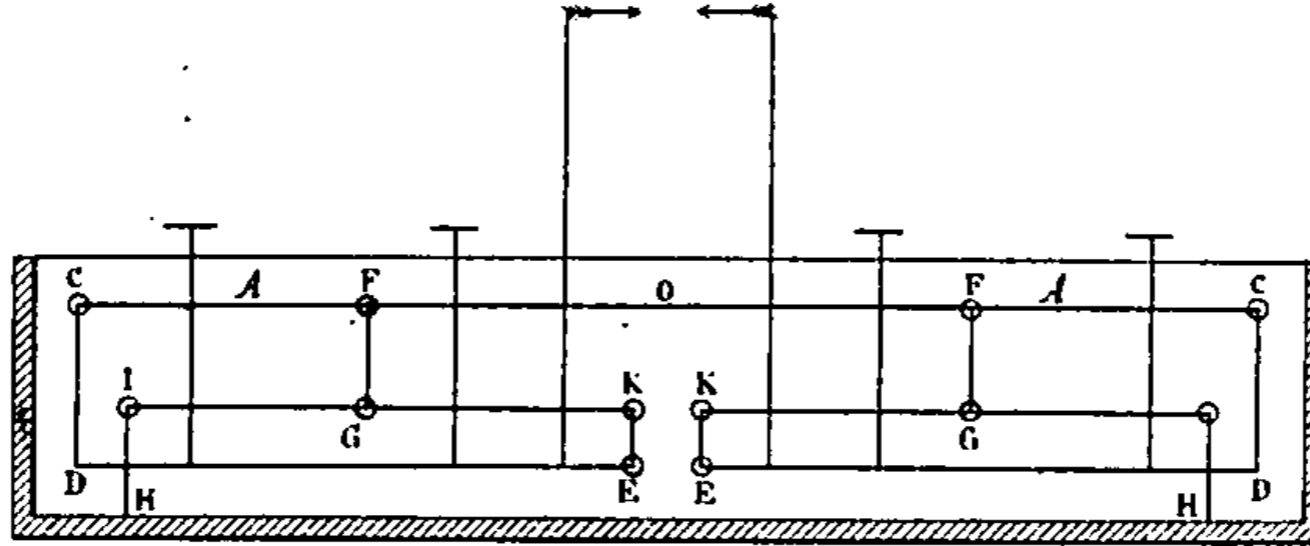


Fig. 149. Balance-pendule (élévation, schéma).

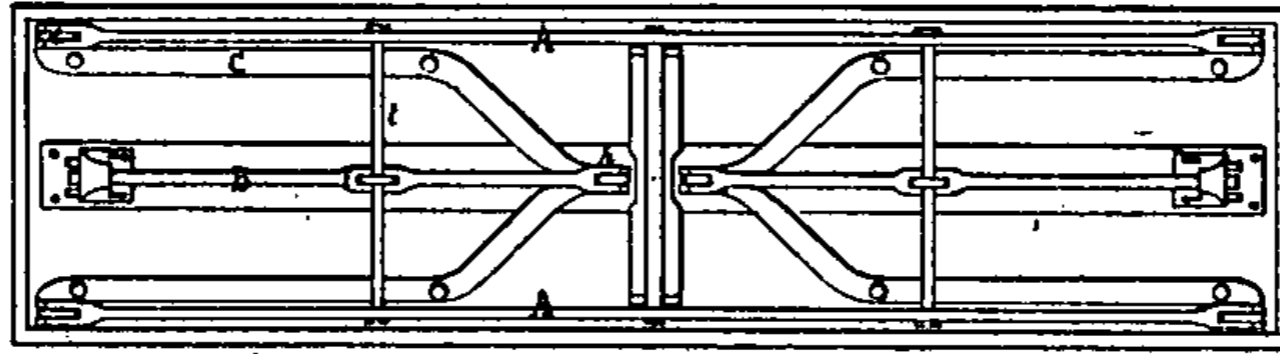


Fig. 150. Balance-pendule (plan).

pendent chacune un levier de transmission IK au point G; les points C et G sont tels que les parties OF et FC d'une part, et les parties IG, GK d'autre part, sont entre elles dans le même rapport :

$$\frac{OF}{FC} = \frac{IG}{GK} \text{ ou } \frac{OF}{IG} = \frac{FC}{GK}$$

L'extrémité I du levier IK est maintenue par

une bride I H attachée au point fixe H au fond de l'encaissement qui renferme l'appareil, et l'autre extrémité K soutient par une autre bride K E la seconde extrémité du porte-tiges E D.

Cette combinaison de leviers s'explique, d'après ce qui précède, par la proportion :

$$\frac{OF}{IG} = \frac{FC}{GK}$$

de laquelle résulte qu'il y a équilibre parfait, quels que soient les points où se trouvent les poids ou charges dans les plateaux.

Nous avons dit que les leviers E D portent chacun deux tiges sur lesquelles, par l'intermédiaire de

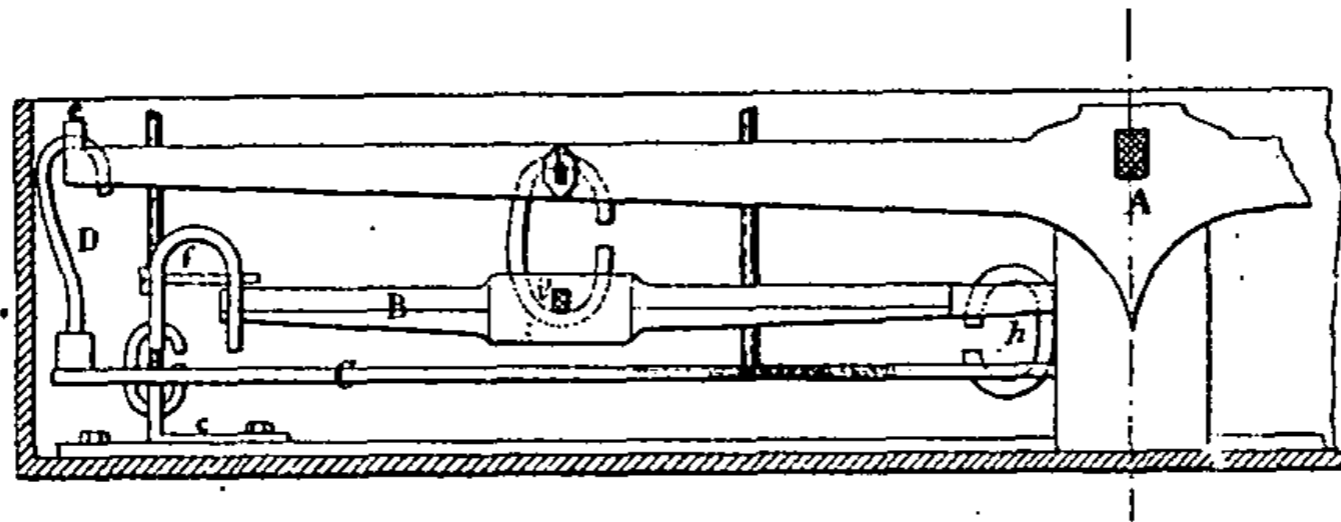


Fig. 151. Balance-pendule (demi-coupe verticale).

croisillons, reposent les plateaux, qui ont ainsi quatre points d'appui; on a construit, pour les petites pesées, des balances du même système, dont les plateaux ne portent chacun que sur une seule tige. Cette balance de comptoir peut en effet s'établir sur toutes dimensions en rapport avec l'emploi auquel on la destine.

Les figures 150 et 151 montrent le détail de la

construction d'une balance-pendule. On voit que les fléaux A sont assez semblables aux fléaux ordinaires, leurs extrémités se terminent par une sorte d'étrier *e*, sur le couteau duquel peut osciller la bride D fixée d'une manière invariable aux portetiges C. Ces quatre portetiges C se réunissent deux à deux au point *h* où le levier I K s'accroche au moyen d'un C qui s'appuie en haut et en bas sur des couteaux. Le dernier levier I K est fixé au fond de l'encaissement par un système qui permet également le déplacement angulaire du levier : ce système comprend une cornière rivée au fond, un C agrafé à la cornière et une pièce *f* en fer à cheval reliée de façon fixe au levier. Les deux fléaux A sont rendus solidaires l'un de l'autre par une tige *l* taillée en couteau au point *i*, sur lequel passe la bride *i i'* qui relie directement les fléaux au levier de transmission I K.

Pour faire usage de cette balance, on la place sur un plan horizontal et l'on s'assure du libre mouvement du mécanisme, ainsi qu'il sera dit ci-après, puis on s'en sert comme d'une balance à bras égaux, dont elle offre toute la sensibilité et la précision.

#### Vérification

La balance étant placée horizontalement, on s'assurera du libre jeu de toutes les pièces ; si la tare n'a souffert aucune altération depuis sa confection, les deux aiguilles devront être en coïncidence parfaite sur le cadran : alors on opérera la vérification avec des poids de même valeur, comme pour une balance à bras égaux.

**Balance-pendule simplifiée** (fig. 152)  
(Système Béranger)

Cette balance, approuvée le 8 septembre 1854, est analogue à la précédente, mais elle en diffère par la disposition des points d'appui et la façon dont reposent les plateaux sur les divers leviers. Le mécanisme est encore renfermé dans un socle métallique très résistant et parfaitement rigide, en fonte généralement. Le schéma représente le tracé géométrique (projection verticale) de la balance. L'ins-

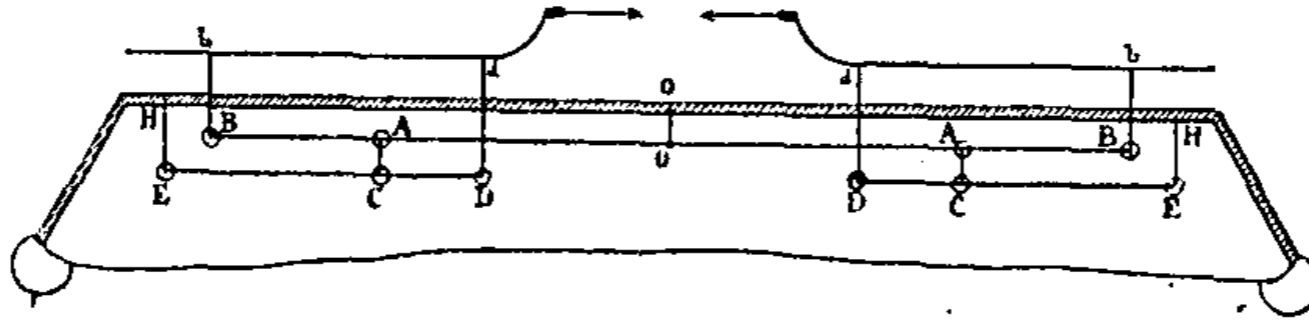


Fig. 152. Balance-pendule simplifiée (schéma).

trument se compose encore de deux fléaux à bras égaux A B, oscillant autour d'un couteau O, qui s'appuie sur des coussinets solidaires de la partie supérieure de la boîte en fonte. Ces fléaux portent à leurs extrémités B une tige verticale solidaire des croisillons des plateaux; en un certain point A des longueurs O B, est attaché au fléau un tirant A C, qui suspend un fléau de transmission D E, dont une extrémité E est attachée au point fixe H, tandis que l'autre D, soutient la troisième tige du triangle porte-plateau. Cette disposition est donc bien une simplification de la balance-pendule primitive, puisqu'il y a un levier double

en moins. Il existe entre les longueurs  $OA$  et  $AB$  d'une part,  $CE$  et  $CD$  d'autre part, la relation

$$\frac{OA}{EC} = \frac{AB}{CD}$$

qui assure le fonctionnement rationnel de la balance, c'est-à-dire rend la pesée indépendante de la position qu'occupent les poids et les charges dans les plateaux. Nous pouvons d'ailleurs le constater par un petit calcul simple : mettons un poids  $P$  dans un plateau ; quelle que soit la position de cette charge, son action peut se décomposer en deux : 1° un poids  $p$ , qui se transmet à  $DE$  par la tige  $Dd$  ; 2° un poids  $p_1$ , qui se transmet à  $OB$  par les tiges  $Bb$  ;  $p$  et  $p_1$  sont liés par la relation  $p + p_1 = P$ . Il faut montrer que le poids  $P$  agit toujours de la même façon, quelles que soient les valeurs respectives de  $p$  et de  $p_1$  ; en effet, le poids  $p$ , agissant au point  $D$  du levier  $DE$ , dont le point fixe est en  $E$ , produit le même résultat qu'un poids  $p \times \frac{ED}{EC}$ , qui agirait au point  $C$  de  $DE$ , ou au point  $A$  de  $OB$ . Le poids  $p_1$ , agissant au point  $B$ , du levier  $OB$ , dont  $O$  est le point d'appui, peut être remplacé par un poids  $p_1 \times \frac{OB}{OA}$ , qui serait appliqué en  $A$ . Donc les poids  $p$  et  $p_1$ , agissant en  $b$  et en  $d$ , équivalent à la somme de deux poids :

$$p \times \frac{ED}{EC} + p_1 \times \frac{OB}{OA}$$

appliqués tous deux en  $A$  sur un levier unique  $OAB$ . Or :

$$p \times \frac{ED}{EC} + p_1 \times \frac{OB}{OA} = p \left[ 1 + \frac{CD}{EC} \right] + p_1 \left[ 1 + \frac{AB}{OA} \right]$$

ou  $= (p + p_1) (1 + k)$ , en posant

$$k = \frac{CD}{EC} \text{ ou } k = \frac{AB}{OA},$$

puisque

$$\frac{CD}{EC} = \frac{AB}{OA},$$

en vertu de l'égalité :

$$\frac{OA}{EC} = \frac{AB}{CD}.$$

L'expression  $(p + p_1) (1 + k)$ , dans laquelle  $k$  est une constante de la balance, montre bien que l'action du poids  $P$  ne dépend pas de la façon dont ce poids se répartit en  $b$  et  $d$ , suivant  $p$  et  $p_1$ , mais du poids lui-même  $p + p_1 (= P)$ .

Tout se passe, en réalité, comme si le poids  $P$  était appliqué en  $B$  :

puisque  $1 + k = \frac{OB}{OA}$ , le poids  $P \times \frac{OB}{OA}$  produit, en agissant en  $A$  sur le levier  $OB$ , le même résultat que le poids  $P$  en  $B$ .

#### Balance Catenot-Béranger

(Approbation ministérielle du 20 novembre 1863)

Cette balance, dite *balance basse*, est une modification de la précédente : Toutes les articulations du mécanisme se trouvent dans un plan horizontal, ce qui a permis, tout en donnant à la balance

une amplitude d'oscillation suffisante, de réduire la hauteur du socle, d'où le nom de balance basse.

### Balance de comptoir à enrayage

(Approbation ministérielle du 11 juillet 1864)

Cette balance, construite par Calais et Chair-grasse, fonctionne en principe comme une balance Béranger simplifiée, mais elle en diffère d'une part par le système de liaison des leviers, de l'autre par une ingénieuse disposition d'enrayage. Cet enrayage a pour but d'isoler les couteaux de leurs

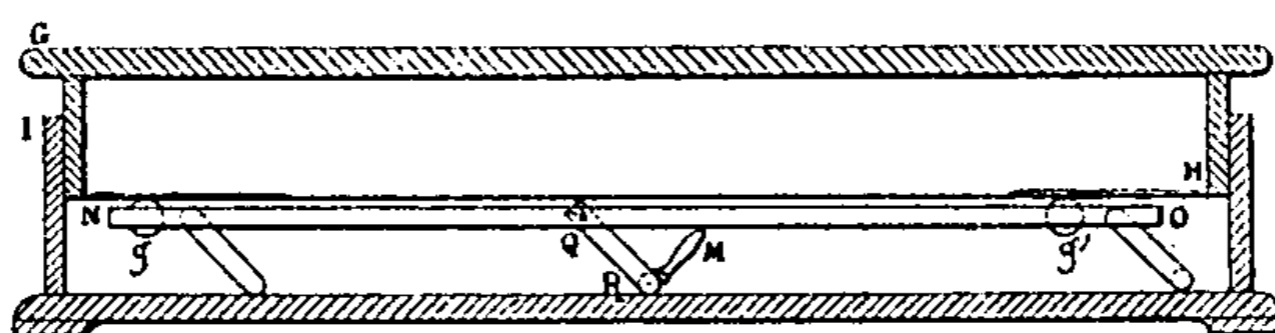


Fig. 153. Balance à enrayage.

coussinets pendant le repos de l'instrument. Le socle se compose de deux boîtes dont la seconde, renversée, entre dans la première à frottement doux ; la boîte supérieure peut être soulevée ou abaissée à volonté au moyen d'une manivelle M et d'une traverse Q R, qui commande un parallélogramme N O muni de galets  $g g'$  sur lesquels repose la boîte supérieure (fig. 153). En amenant la manivelle M dans une position horizontale, on produit le soulèvement de la dite boîte qui entraîne les croisillons des bassins, puis les porte-tiges et enfin les fléaux, de manière à isoler les couteaux



de leurs coussinets. Les trous des tiges sont fermés hermétiquement.

Les figures 154, 155 donnent le schéma du mécanisme : il y a toujours deux fléaux représentés par les lignes BB, BB dont les pivots sont en O ; ces fléaux sont reliés en C aux leviers de transmission DE par une traverse A fixée en *aa* aux fléaux, et par deux leviers porte-tiges BD, BD. Les

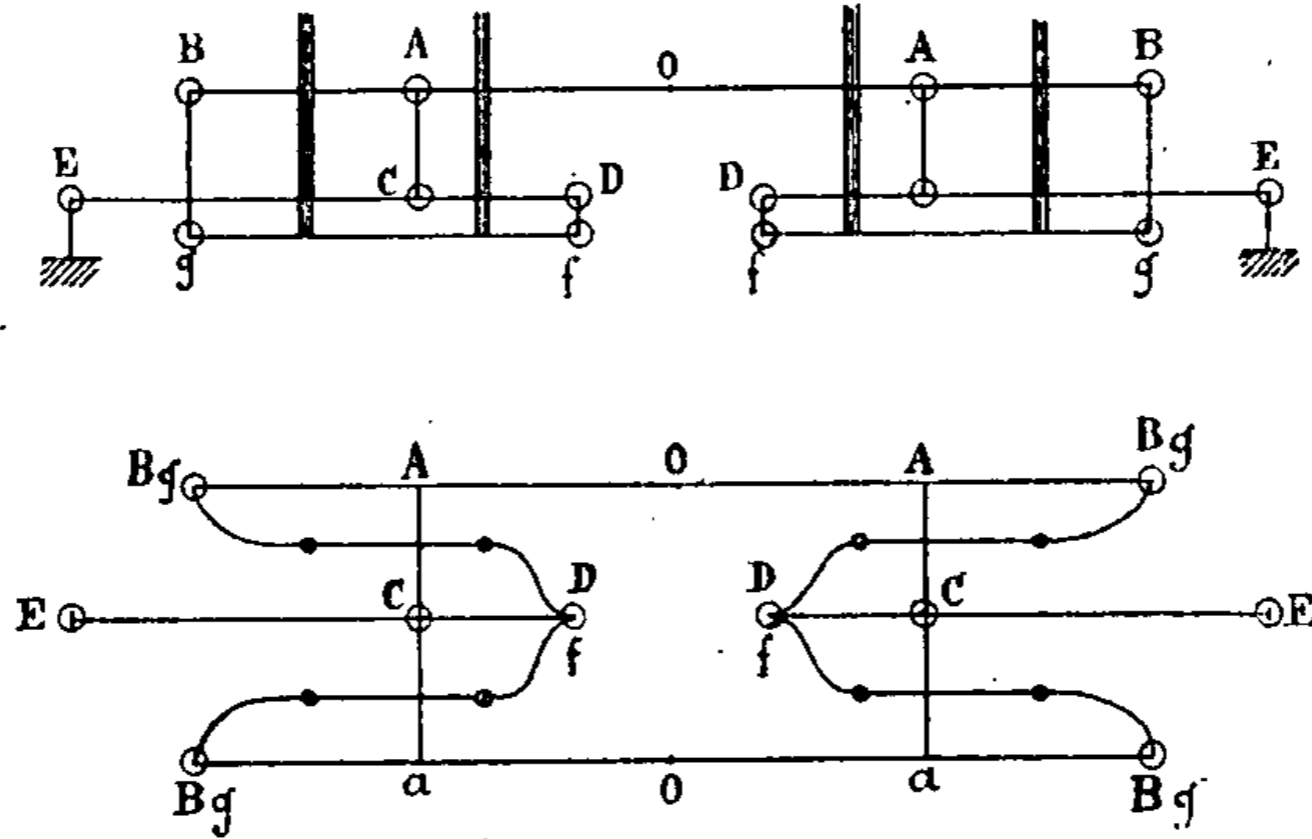


Fig. 154 et 155. Schéma du mécanisme de la balance à enrayage.

extrémités E des leviers de transmission sont maintenues par chapes et fers plats fixés au fond de la caisse inférieure.

La figure 156 donne le détail des coussinets. La balance est remarquable par ses coussinets mobiles ; toutes les liaisons se font en effet au moyen de coussinets, ce qui porte leur nombre à quatorze ; par suite de cette grande mobilité, tous les

points des arêtes des couteaux portent à la fois dans le fond des coussinets, la charge est ainsi répartie sur une ligne entière au lieu de ne porter que sur un point. L'enrayage est tout à fait indépendant du mécanisme proprement dit de la balance, de sorte que, dès que le couvercle repose sur la boîte principale l'appareil fonctionne en tous points, sauf le perfectionnement des coussinets mobiles, comme les balances *Béranger*. Les avantages de l'enrayage, en général, sont les suivants :

1° Suppression des chocs provenant de la pose

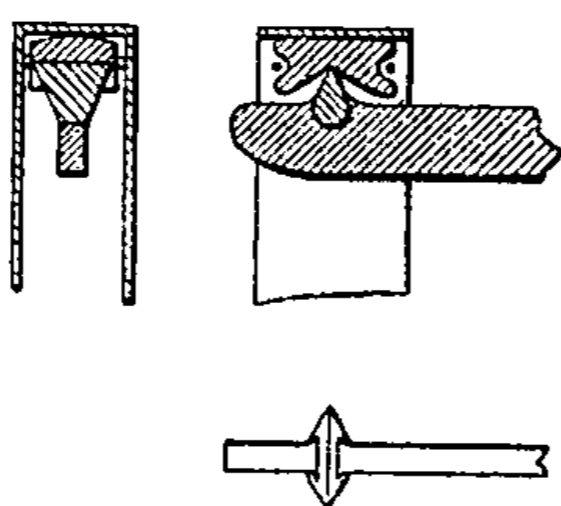


Fig. 156.

Détail des coussinets.

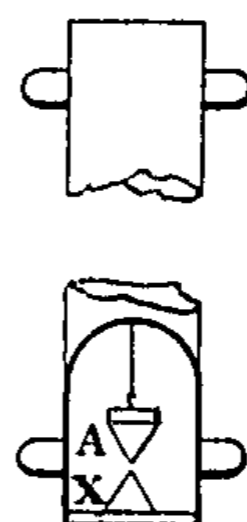


Fig. 157.

des poids sur les bassins et par suite conservation des couteaux et de la sensibilité.

2° Transport de la balance sans crainte d'altération pour les couteaux.

Comme conséquence de leur grande sensibilité, les balances de comptoir à enrayage doivent être placées dans une position rigoureusement horizontale ; pour s'en rendre compte, on a placé sur une face de la boîte principale, un fil à plomb dans

une gaine ; on cale la boîte de manière que la pointe A se place bien en face de l'index fixe X (fig. 157).

Pour les balances dont la force n'excédera pas un kilogramme et pour celles, dites de précision, employées dans la bijouterie, l'orfèvrerie, la pharmacie, etc., l'enrayage se fera de la manière suivante : Un excentrique commandé par un bouton extérieur agira sur une tringle de fer horizontale aux extrémités de laquelle seront montées deux petites pédales, ces pédales soulèveront la seconde boîte à l'aide d'équerres.

## VI. BALANCES ROMAINES

La romaine est une balance à bras inégaux dont le principal avantage consiste à éviter l'emploi des poids marqués, elle se transporte facilement et son maniement est des plus simples. Le petit bras, de forte section, porte un crochet auquel on suspend le plateau destiné à recevoir les charges ; on fait équilibre à ces charges en plaçant convenablement un curseur sur le grand bras, c'est-à-dire en éloignant ou en rapprochant ce curseur de l'axe de suspension. On conçoit facilement que, plus on éloigne le curseur de l'axe de suspension, plus la charge qui lui fait équilibre doit être forte. Il suffira donc pour pouvoir se servir d'un tel instrument de l'étalonner une fois pour toutes.

### Construction de la romaine

Le corps de la romaine se compose ordinairement d'une forte barre en fer forgé et de deux

chapes ; ce corps se forge en deux pièces : 1° la partie graduée, sur laquelle se meut le curseur, se fait avec une barre de section carrée plus faible à l'extrémité qu'au voisinage du point de suspension, on appelle ce bras la *queue* de la romaine ; 2° le petit bras, de section supérieure au premier porte les couteaux, c'est une pièce de section rectangulaire dont les grands côtés sont verticaux. On soude ensemble les deux bras ; on détermine ensuite la position du centre de gravité pour placer le couteau de suspension sur la verticale de ce point, la vive arête de ce couteau doit en outre se trouver sur le plan du fond des encoches qui constituent les divisions du grand bras.

La chape servant à la suspension de la romaine se compose de deux branches métalliques (en fer ou en cuivre) dont la base ou pied de chape est garnie de deux viroles en acier sur lesquelles repose le pivot.

Ces viroles sont rivées d'affleurement sur la chape, comme on a vu pour les balances à bras égaux ; à sa partie supérieure la chape porte un anneau ou un crochet servant à suspendre la romaine. Une seconde chape placée en sens inverse de la première, c'est-à-dire au-dessous du petit bras, est construite de la même façon que la première, elle porte un crochet auquel on suspend les objets à peser soit directement, soit par l'intermédiaire d'un plateau ; le couteau qui la reçoit a sa vive arête vers le haut et dans le même plan horizontal que celle du premier couteau.

A vide la romaine doit rester en équilibre, c'est-à-dire parfaitement horizontale, une aiguille fixée

au fléau entre les branches de la chape supérieure indique les moindres oscillations de l'instrument. L'extrémité du grand bras est ordinairement garnie de cuivre qui peut même servir à l'ajustage final de la balance ; à l'extrémité du petit bras est monté de façon fixe un contrepoids. La longueur du grand bras, et la valeur du contrepoids étant donnés, on pourra peser avec une romaine des objets d'autant plus lourds que la distance des deux couteaux  $O O'$  sera plus petite (fig. 158). Cette distance ne saurait être variable pour une même

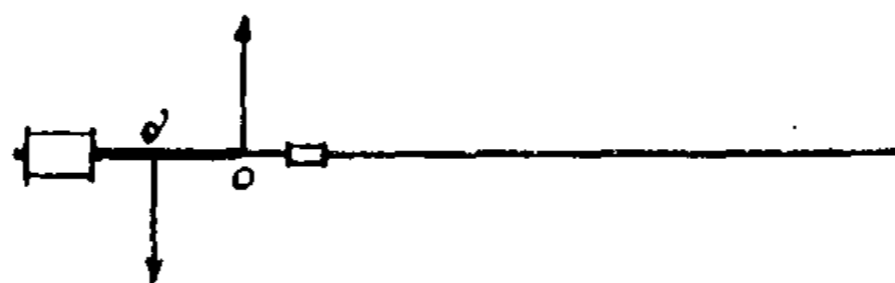


Fig. 158. Romaine (schéma).

balance, mais on a eu l'idée de réunir deux romaines en une seule en montant sur le petit bras un troisième pivot et une troisième chape, de telle sorte qu'en retournant la balance on ait un nouveau rapport de bras, il suffit alors de graduer l'appareil en dessous ; on a ainsi un côté pour les petites pesées, et un autre côté pour les fortes pesées.

#### Division de la romaine

Pour graduer la romaine, il faut avoir une série de poids échantillonnés. On suspend l'appareil par son crochet, puis on le charge d'un poids déter-

miné (le premier ou le dernier de la série), on cherche l'endroit où il faut placer le curseur pour obtenir l'équilibre horizontal, ce point devra être marqué sur le grand bras d'un nombre correspondant au poids. Pour obtenir une certaine précision dans cet étalonnage, il faut donner au curseur une forme appropriée : anciennement c'était une masse cylindrique surmontée d'un crochet ou d'un anneau d'acier taillé en biseau, ce curseur manquait de fixité ; on préfère actuellement un curseur en forme de tonnelet qui coulisse à frottement doux sur le grand bras dont la section reste la même partout, la tranche extérieure de cette espèce de manchon indique sur le bras la position du curseur. On fait à la lime une encoche ou un trait suivant le genre de curseur. On continue avec le second poids de la série jusqu'à la fin. On peut ensuite indiquer entre chaque trait des subdivisions, mais il ne faut pas songer à obtenir une grande précision, ce genre de balance ne sert ordinairement qu'à déterminer le poids approximatif d'un objet, c'est-à-dire à quelques grammes près.

Pour qu'une romaine soit bonne il faut : 1° que la condition relative à la position des vives arêtes des couteaux (sur un même plan horizontal, à vide) soit remplie ; 2° que le centre de gravité de la balance non chargée se trouve sur la verticale du point de suspension, et un peu au-dessous de lui ; 3° que l'arête du pivot soit assez déliée pour que les mouvements du fléau se fassent librement ; 4° que le levier soit d'une force suffisante pour supporter sans fléchir les charges auxquelles on le destine ; 5° que l'aiguille ne touche pas la

châpe ; 6° que les divisions du grand bras soient égales entre elles.

Il arrive souvent qu'une romaine est peu oscillante, le pivot est alors trop enterré ; ou bien le centre de gravité se trouve trop bas par rapport à la ligne des couteaux, on dit que la balance est dure. Si la balance n'est pas oscillante, le centre de gravité se trouvant au-dessus de l'arête du pivot, la romaine est dite folle.

Quelque bien construite qu'elle soit, la romaine ne vaut jamais une balance à bras égaux ; d'ailleurs la dilatation du fléau suffirait à la dérégler. Sa sensibilité dépend du rapprochement des couteaux, mais elle est toujours inférieure à celle des balances ordinaires ; aussi, pour les admettre au poinçonnage, n'exige-t-on que la sensibilité au  $1/500^e$  de la charge. Le poids du grand bras est un poids mort qui nuit à la sensibilité. Malgré ces défauts, la romaine est d'un emploi assez répandu.

**Bascule en l'air à un seul point de suspension  
dite levier Catenot**

C'est en réalité une romaine, mais qui permet d'effectuer des pesées importantes, la force de l'instrument étant de 3,000 kilogrammes. Pour obtenir une portée aussi considérable avec un appareil de ce genre, il fallait un dispositif spécial qui permit de ne pas avoir un grand bras d'une longueur démesurée ; or, on sait que cette longueur est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la distance des deux couteaux de suspension ; si donc on réduit cette distance, le grand bras se trouvera par là même susceptible de garder des dimensions ac-

ceptables. D'autre part, on ne peut descendre au-dessous d'une certaine distance du même ordre de grandeur que la largeur des couteaux. Le levier Catenot tourne très judicieusement la difficulté : le petit bras est tout simplement dédoublé en deux leviers parallèles  $AE$ ,  $BF$  (fig. 159), reliés par des chapes  $AB$ ,  $EF$ . Le couteau de suspension  $C$  est un peu plus rapproché du point  $E$  que du point  $A$ , tandis que le couteau  $D$ , qui porte les charges, est au milieu de  $BF$ . On peut donc par ce moyen rapprocher autant que l'on veut les couteaux, car tout

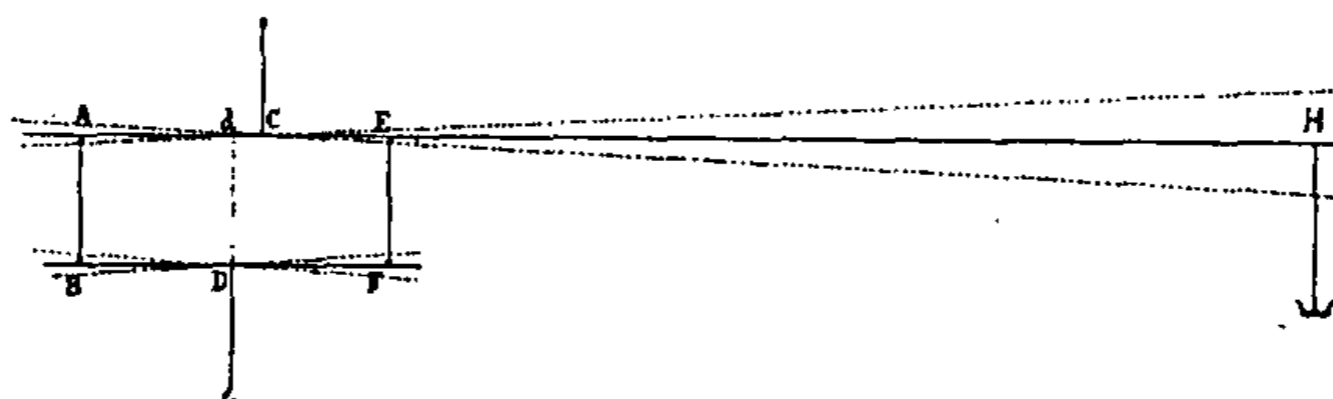


Fig. 159. Bascule en Pair, dite Levier-Catenot.

se passe comme si  $D$  se trouvait en  $d$  au milieu de  $AE$ . La liaison de  $AE$  avec  $BF$  se fait par l'intermédiaire de quatre couteaux secondaires  $AE$ ,  $BF$ , dont les deux premiers ont la vive arête tournée vers le haut. Un curseur mobile en forme de manchon se déplace sur le grand bras gradué de zéro à cent.

Afin de pouvoir effectuer de fortes pesées, le constructeur a imaginé de faire porter à l'extrémité du grand bras un couteau  $H$  sur lequel repose une chape munie d'un crochet à quatre branches. On suspend à ce crochet des poids marqués pour faire

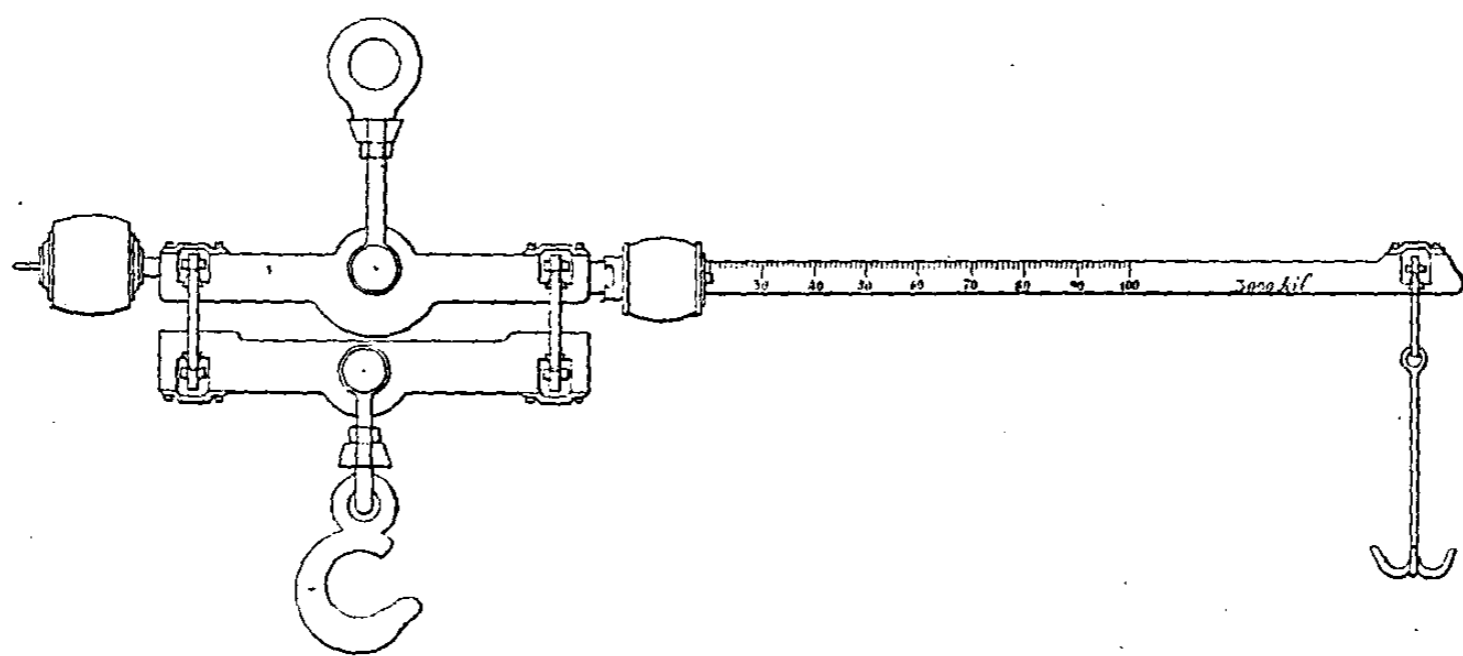


grossièrement équilibre à la charge à peser, puis on termine l'opération à l'aide du curseur. Le rapport entre les distances  $dc$  et  $CH$  est de un centième, en sorte qu'il suffit de suspendre 1 kilogramme à l'extrémité  $H$  pour faire équilibre à une charge de 100 kilogr.; une charge de 3,000 kilogr. suspendue en  $D$  sera équilibrée par 30 kilogr. accrochés en  $H$ .

La figure 160 donne l'élévation détaillée du levier Catenot.

#### Manière de se servir d'une romaine

Il faut la suspendre librement à un solide crochet fixé à un mur ou au plafond; on peut aussi employer une potence. On place l'objet à peser dans le plateau ou bien on l'accroche, puis on déplace le curseur de façon à mettre la balance en équilibre horizontal. On lit sur le grand bras la division qui se trouve en regard de la tranche du curseur ou la division la plus voisine de cette tranche. Il résulte de là que si la romaine est graduée de cinquante en cinquante grammes, on pourra commettre ainsi une erreur maximum de 25 grammes; mais on peut aussi obtenir une approximation meilleure en amenant le curseur sur la première division qui fait dépasser la position d'équilibre, et en établissant l'équilibre horizontal à l'aide de quelques pièces de monnaie placées sur la marchandises à peser. Soit à peser un objet d'un poids compris entre 3 kil. 400 et 3 kil. 450, nous mettrons le curseur sur 3 kil. 450 et nous ajouterons, par exemple, deux pièces de dix centimes



312

BALANCE

Fig. 160. Levier-Catenot (élévation).

pour obtenir l'équilibre, nous en concluons que 3 kil. 450 dépasse le poids de l'objet de 20 grammes, c'est-à-dire que cet objet pèse 3 kil. 430.

#### **Balance romaine de Coulon**

(Autorisation ministérielle du 19 avril 1880)

Figures 161, 162, 163

Extérieurement, l'instrument offre l'aspect d'une boîte à peu près carrée surmontée d'un plateau propre à recevoir la marchandise; ce plateau est soutenu par quatre colonnes reposant sur un châssis dont la fonction est de remonter la charge horizontalement au-dessus des points de suspension. Latéralement à cette boîte, deux fléaux gradués rendus solidaires l'un de l'autre par une tige qui leur est parallèle, sont fixés à un arbre qui leur est perpendiculaire et dont le prolongement les coupe tous deux en leur milieu. Les extrémités de cet arbre forment couteaux et reposent sur des coussinets fixes. Un autre levier, également parallèle aux fléaux et calé sur l'arbre des couteaux par l'une de ses extrémités, porte à l'autre un contre-poids ou masse de tare, constitué par une boîte en fonte dans laquelle on a coulé du plomb. Enfin une chape brisée relie le châssis à l'arbre des couteaux, elle agit parallèlement à l'arbre et verticalement sur une pièce spéciale fixée à l'arbre perpendiculairement à lui. Cette pièce et le contre-poids sont situés de part et d'autre de l'arbre, sur lequel elles agissent en sens inverse (par torsion).

Tous les organes étant en place et les curseurs ramenés à zéro, l'instrument prend sa position

*Potier d'étain.*

d'équilibre horizontal, le poids des deux curseurs contrebalançant exactement l'action en sens contraire de la masse de tare.

Le fonctionnement de l'appareil est facile à saisir : si l'on place une masse pesante dans le pla-

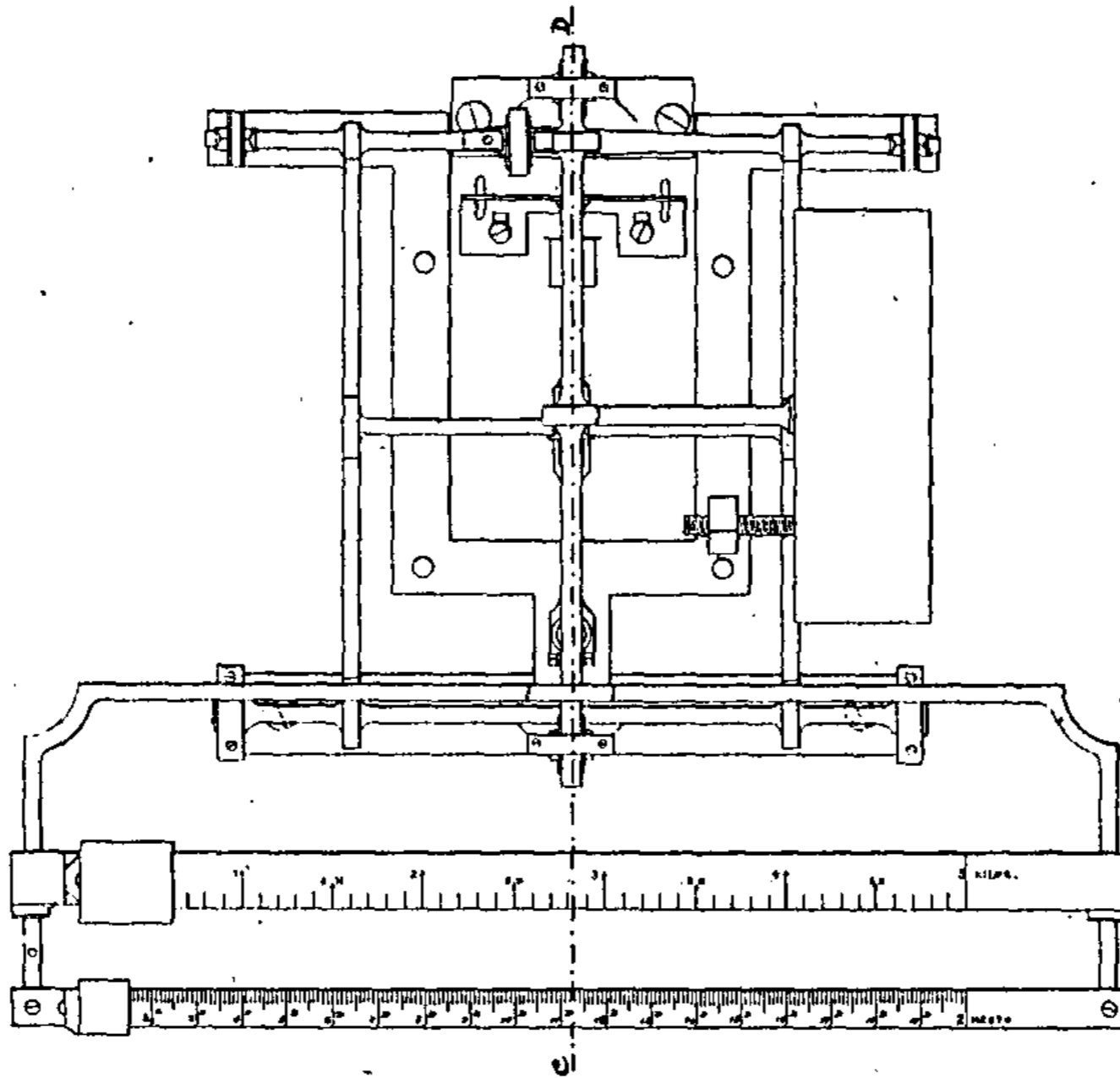


Fig. 161. Balance romaine de Coulon (plan).

teau, son poids se transmet par l'intermédiaire des colonnes au châssis inférieur qui s'abaisse et entraîne dans son mouvement la chape brisée; celle-ci exerce sur l'arbre des couteaux un effort de torsion qui produit l'oscillation de l'arbre et l'élévation du

contrepoids. C'est alors qu'interviennent les curseurs pour rétablir l'équilibre : il suffit en effet de les déplacer le long de leurs fléaux respectifs, quand on les rapproche du milieu de leur course, leur

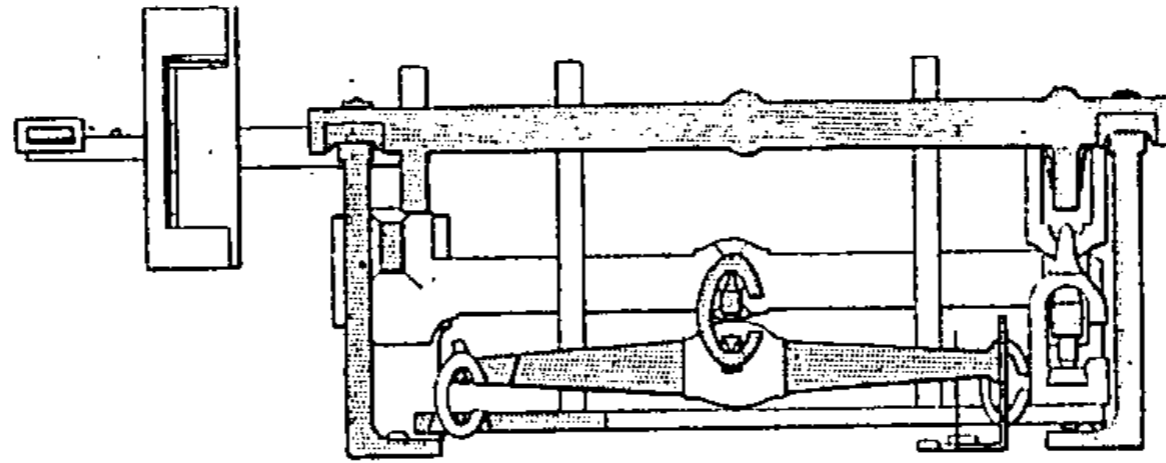


Fig. 162. Balance romaine de Coulon (coupe C D).

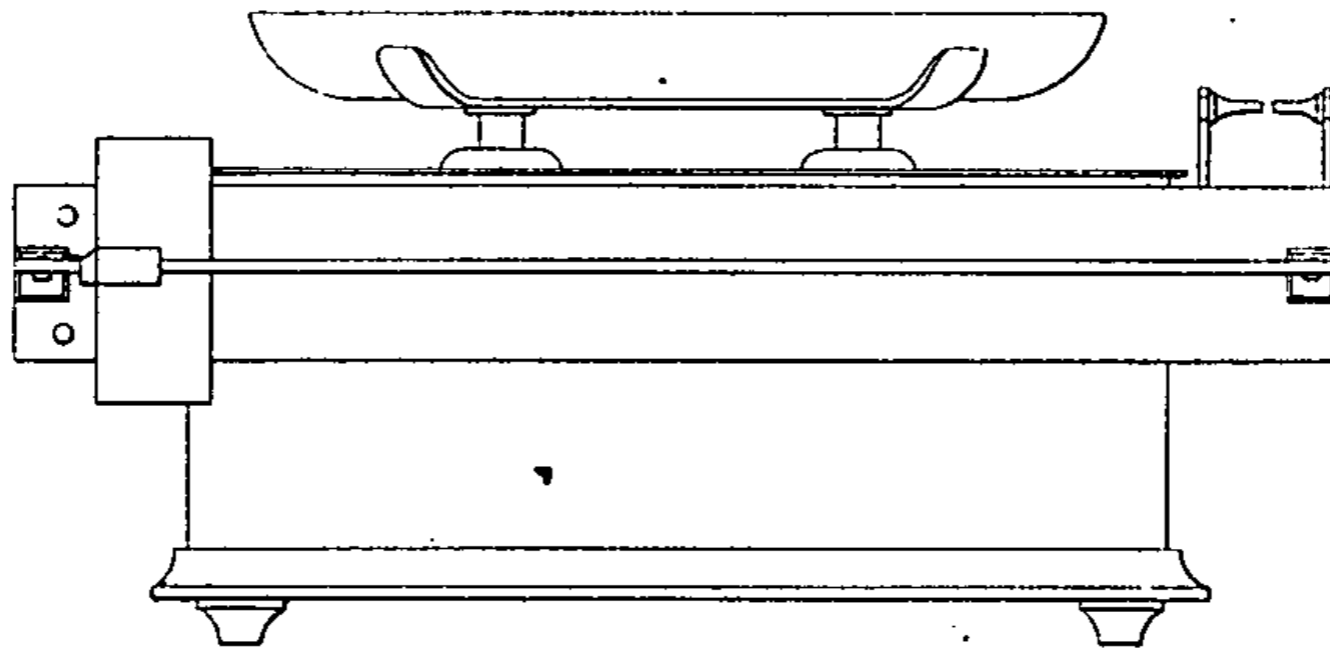


Fig. 163. Balance romaine de Coulon (élévation).

action sur l'arbre des couteaux diminue de plus en plus, elle s'annule puis change de sens; on voit donc que la résistance qu'ils opposent au contrepoids peut diminuer autant qu'on le veut, s'annuler puis devenir du même sens que le contrepoids; on

combine ainsi leurs forces avec celle de la masse de tare pour contrebalancer l'objet à peser ; c'est cette combinaison d'une masse fixe et de curseurs qui permet d'effectuer des pesées d'une certaine importance avec des appareils de petit volume.

La figure 161 représente la balance de Coulon vue en plan (force 5 kilog.) ; la figure 162 est une coupe verticale de l'instrument suivant C D. On y voit la liaison du châssis à l'arbre des couteaux par la chape brisée et les divers leviers de transmission. Enfin une élévation est donnée par la figure 163.

## VII. BALANCE AUTOMATIQUE SYSTÈME

KARL REUTHER

(Autorisation ministérielle du 5 mai 1883)

Cette balance est destinée au pesage des matières sèches. Elle se compose de deux parties distinctes :

1° Une balance à bras égaux munie d'un poids invariable, par exemple 20 kilog., et d'un récipient ou bassin destiné à recevoir, pour le peser et le débiter par quantités constantes de 20 kilog., le grain ou toute autre matière sèche ;

2° Un mécanisme automatique. Ce mécanisme fait mouvoir : 1° deux clapets ouvrant ou fermant l'orifice inférieur d'une grande trémie d'où tombe dans le bassin ou récipient de la balance le grain à peser ; 2° une grande soupape destinée également à ouvrir ou à fermer l'orifice inférieur dudit bassin. Ces deux parties de l'instrument sont reliées l'une à l'autre, mais de telle sorte que l'on peut néanmoins établir ou supprimer à volonté toute com-

munication entre elles et que le fonctionnement de la balance peut s'effectuer et s'apprécier soit à vide, soit chargée.

On peut remplacer le poids métrique de 20 kilogr.

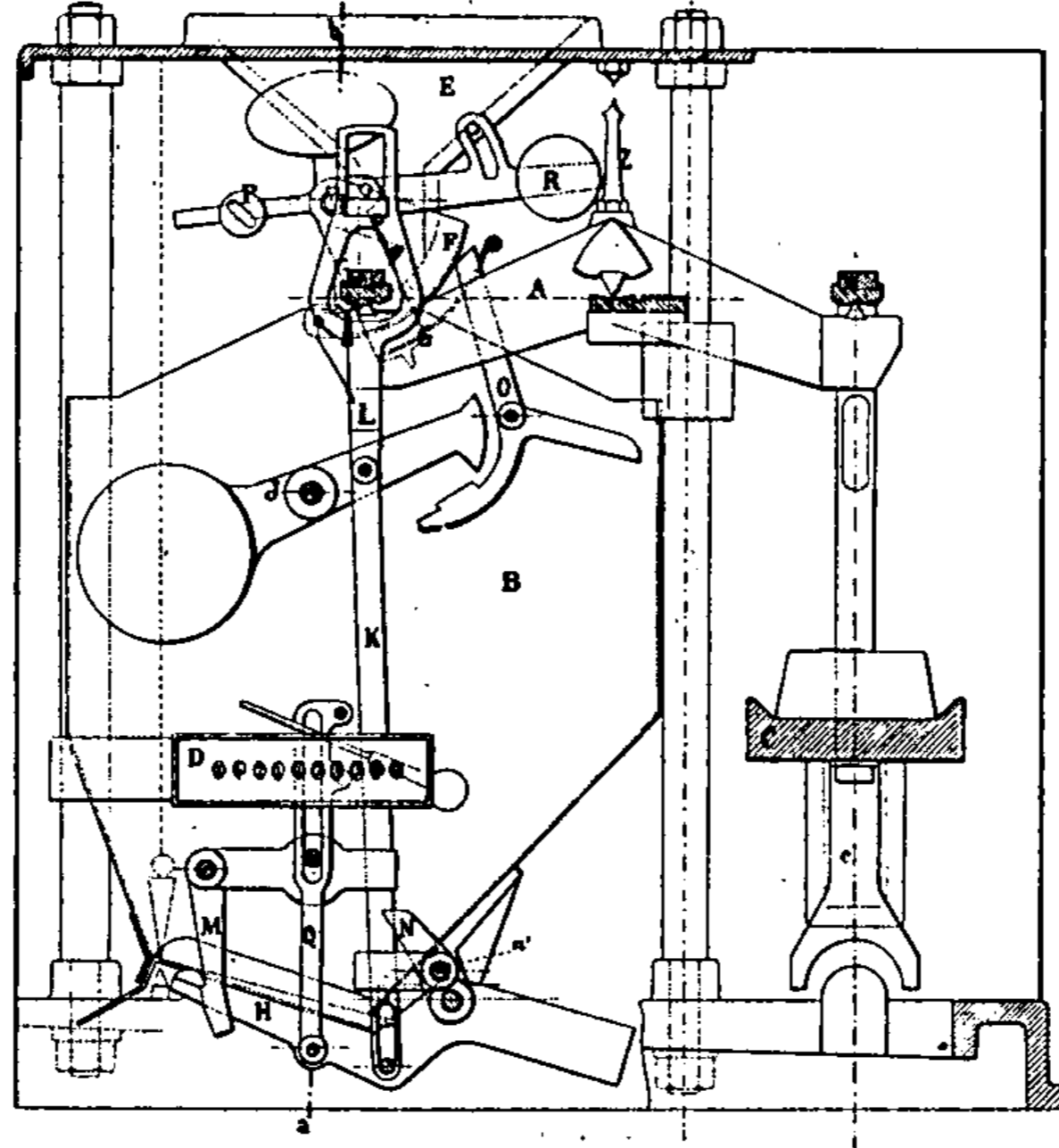


Fig. 164. Balance automatique, système Karl Reuther (élévation).

par un contrepoids fixe et peser par 10 kilogr. par exemple.

Nous donnons les détails de construction, figures 164, 165, 166, 167, 168, 169, qu'explique la légende suivante :

- A Fléau double à bras égaux.  
 B Récipient destiné à recevoir le blé.  
 D Compteur qui marque une unité chaque fois que le récipient se vide.

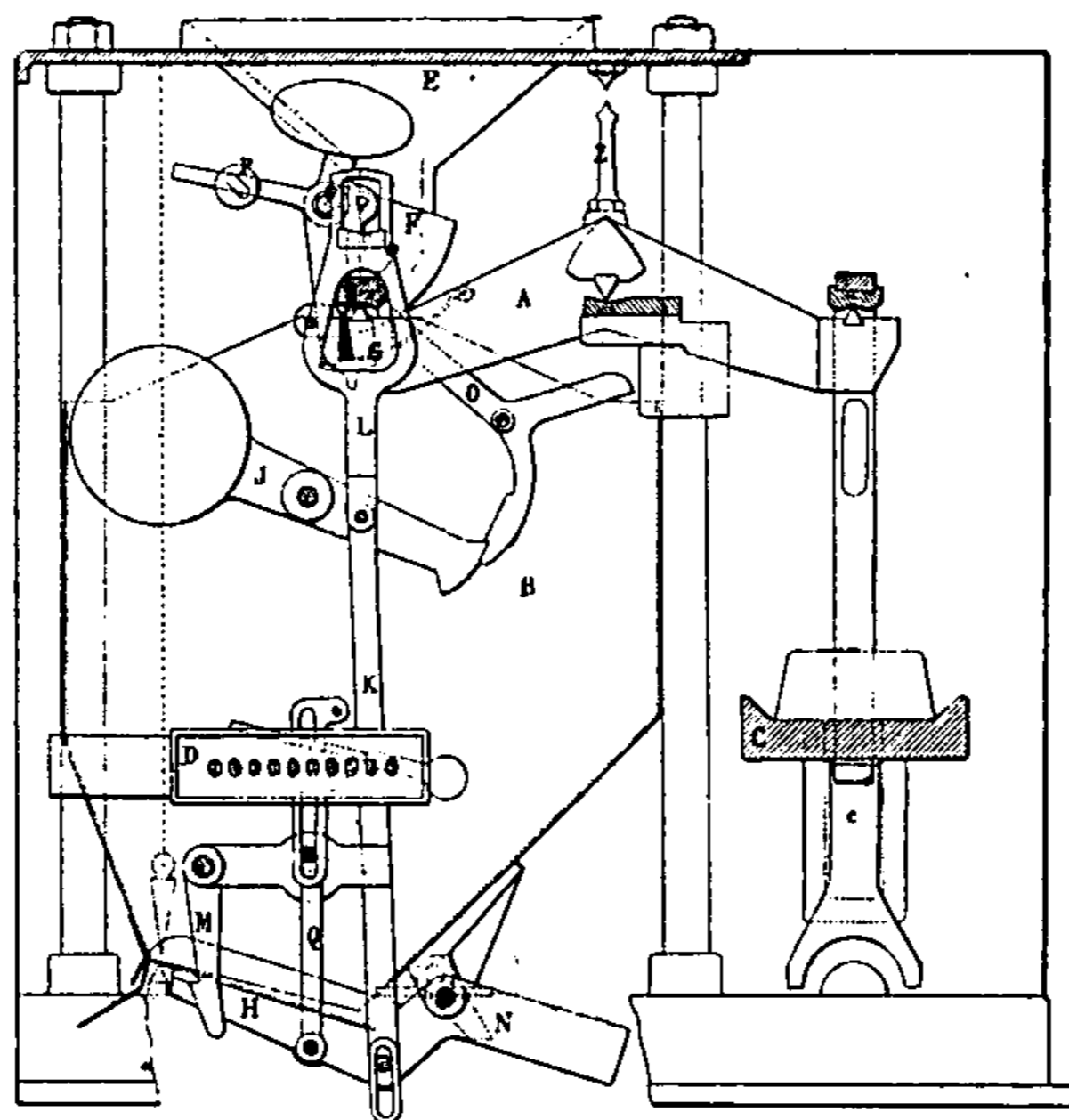


Fig. 165. Balance automatique, système Karl Reuther (élévation).

- E Entonnoir qui reçoit le blé.  
 F Premier clapet, percé de deux ouvertures demi-rondes *ff*, servant à réduire l'alimentation du gruaux à peser dans le récipient un peu avant qu'il se vide ; le blé ne passe alors que par les deux ouvertures *ff* (fig. 168 et 169).



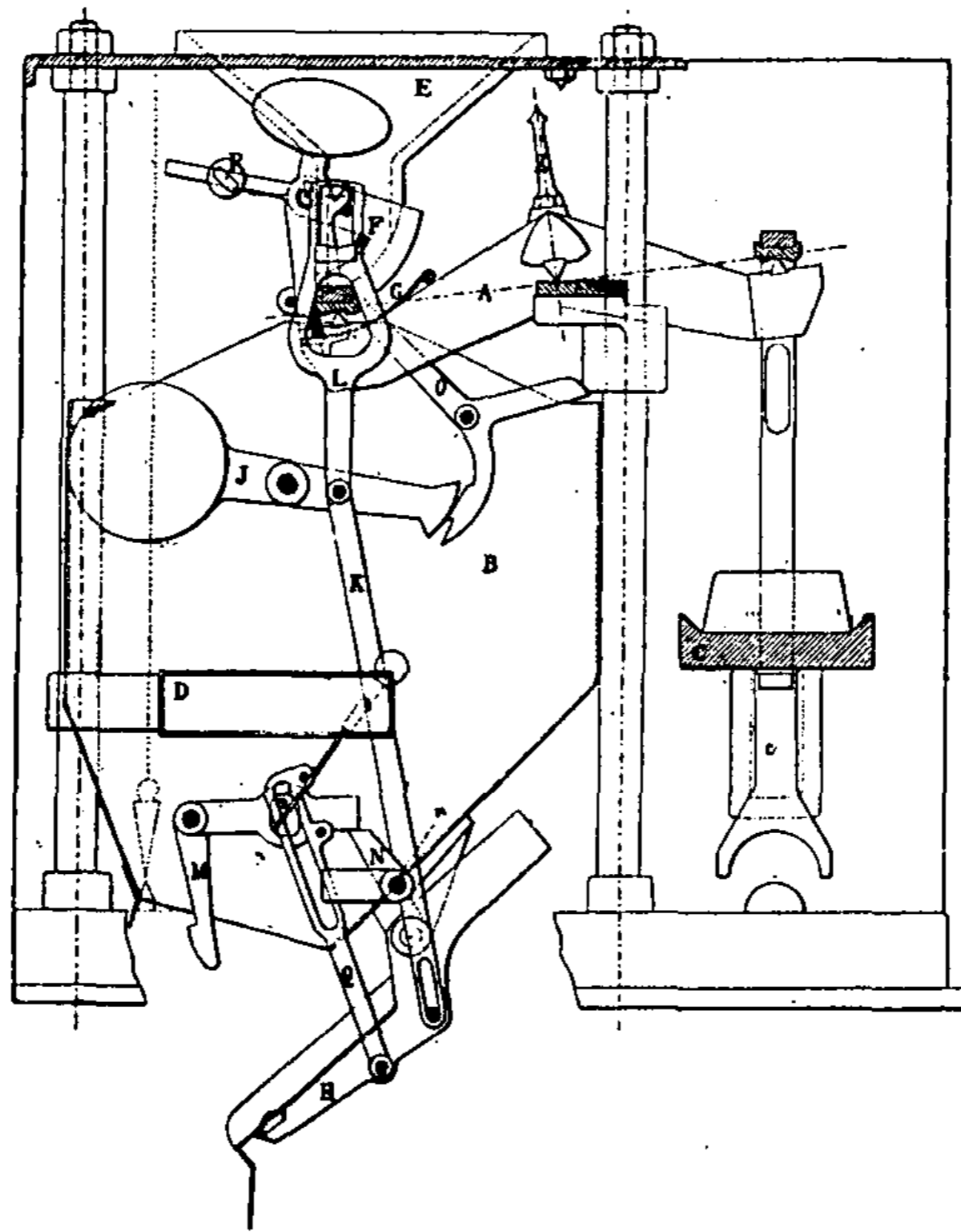


Fig. 166. Balance automatique, système Karl Reuther (élévation).

G Deuxième clapet, servant à arrêter entièrement l'alimentation du grain à peser.

H Troisième clapet, servant à ouvrir et à fermer le récipient.

J Levier articulé au récipient et à la tige K.

K Tige articulée au clapet H.

L Support fixé au levier J, et qui sert à ouvrir les clapets F et G.

M Décllic qui tient le clapet H fermé.

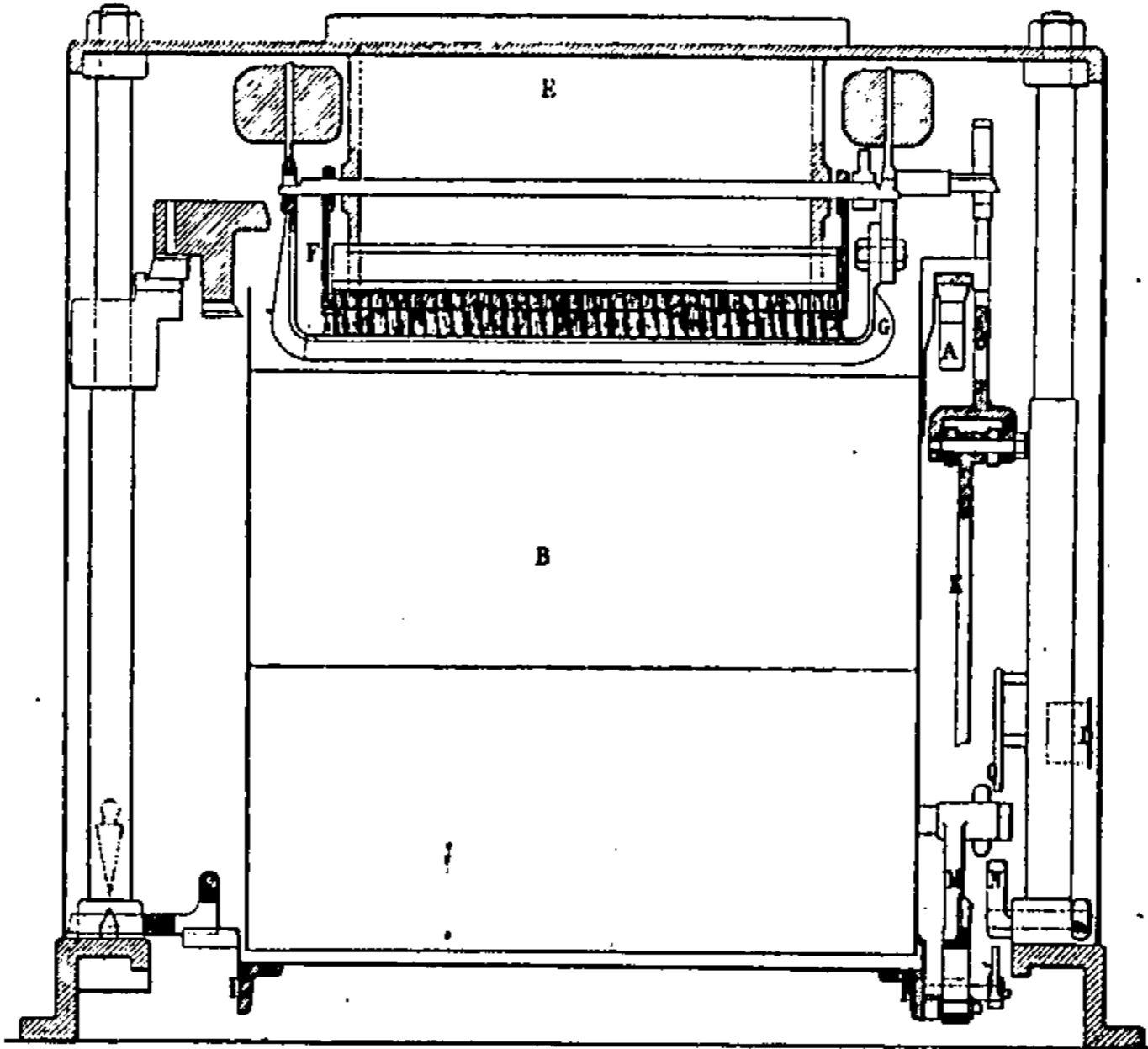


Fig. 167. Balance automatique, système Karl Reuther.  
(coupe *a b*).

N Butoir mobile autour de l'axe  $n'$ , servant à déclencher le décllic M.

O Décllic servant :

- 1° A arrêter le pesage en cas d'accident;
- 2° A immobiliser le support L, de manière qu'il ne touche plus aux clapets F et G, quand on contrôle l'appareil.

P Contrepoids de réglage au moyen duquel on peut augmenter ou diminuer un peu la quantité de blé d'un pesage et le régler ainsi avec précision.

Q Tige servant à faire fonctionner le compteur.

R Levier à contrepoids, servant à modérer la descente du clapet F.

#### Instruction pour le réglage et le contrôle

Le réglage et le contrôle de l'appareil ont lieu de la manière suivante :

Le récipient et le plateau C doivent être absolument de même poids.

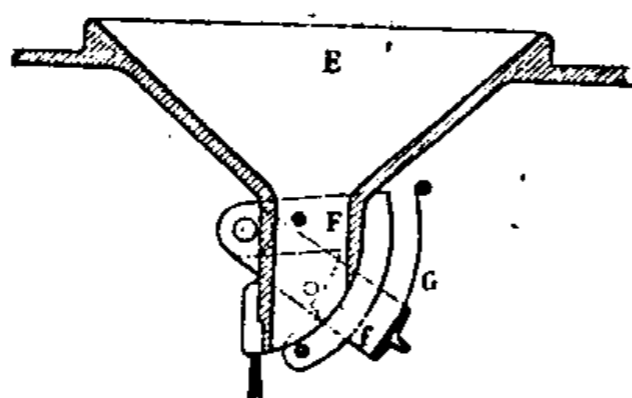


Fig. 168.

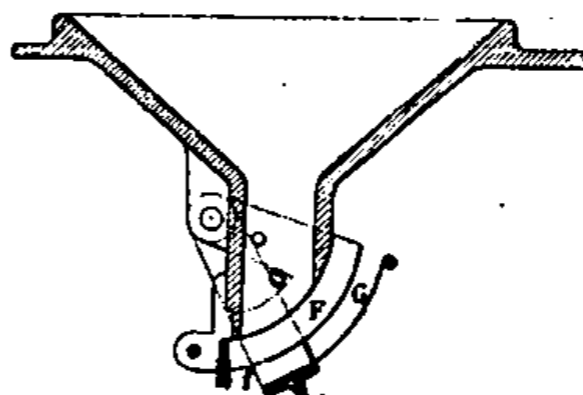


Fig. 169.

L'aiguille Z doit alors être verticale, quand le plateau et le récipient sont tous deux vides. On peut s'en assurer en enclenchant le levier J dans le crochet O.

Si l'aiguille n'est pas verticale, il faut chercher, au moyen d'expériences, la quantité de plomb à ajouter dans l'ouverture *c*, au plateau C.

Chaque pesée automatique ou continue du récipient B doit être absolument égale au poids déposé dans le plateau C.

Si on veut contrôler une pesée, on tourne le butoir *n*, à temps, de manière que le récipient B puisse se remplir, mais ne pas se vider.

Si, après avoir obtenu un résultat satisfaisant, on enclenche le levier J avec le crochet O (fig. 164), l'aiguille Z doit se placer verticalement et ainsi à chaque pesée suivante.

En rapprochant le poids P de son axe on obtient une pesée plus forte, c'est-à-dire qu'il entre plus de grain dans le récipient, le déclic M fonctionne plus tard; c'est le contraire quand on l'éloigne.

*Figures.* — La figure 164 montre la position du mécanisme pendant l'admission en grand du blé dans le récipient B; les clapets F et G (fig. 168, 169) étant ouverts en grand.

La figure 165 indique la position des mécanismes pendant la vérification de la balance. Pour vérifier le poids du grain renfermé dans le récipient après la fermeture des clapets F et G, on tourne le butoir N, de manière que le clapet H ne puisse s'ouvrir ni le récipient se vider.

Le levier J est enclenché par O, de manière à isoler le support L des clapets F et G.

Le fléau a oscillé alors librement sous l'influence unique du poids C et du grain contenu dans le récipient B.

Dans la figure 166, on voit la position du mécanisme pendant que le récipient se vide, les clapets F et G sont fermés intérieurement, le clapet H est ouvert.

Figure 168, position des deux clapets ouverts en grand pour la pleine admission du grain dans le récipient B au commencement de son remplissage.

Figure 169, position des clapets F et G vers la fin du remplissage du récipient B ; G est presque fermé et F ne laisse plus tomber le grain que peu à peu par les ouvertures *f*.

#### VIII. PÈSE-LAIT DE MM. RENAUD ET FILS

(Autorisation ministérielle du 23 novembre 1877)

Un pied en fer fixé sur une plate-forme porte à sa partie supérieure un couteau et un secteur gradué : sur le couteau s'appuie une tringle en fer terminée d'un bout par un crochet auquel s'attache un seau en fer-blanc, de l'autre bout par un contrepoids. En outre, au-dessus du point de suspension de la tringle est fixée une aiguille, dont le mouvement répond à celui du seau et qui peut parcourir toutes les divisions du cadran. Enfin, une sorte de large entonnoir dit « couloir », placé sur le derrière de l'appareil en contre-haut du seau, déverse dans ce dernier le liquide qu'il reçoit.

L'usage de cet instrument est seulement toléré dans les fromageries.

#### IX. BASCULE DE QUINTENZ

##### Principe

C'est un instrument de pesage qui permet de faire équilibre à une charge donnée à l'aide d'un poids moindre, généralement dans le rapport de dix à un. Il se compose essentiellement (fig. 170), si on considère le plan de symétrie vertical de l'appareil : 1° d'un fléau à bras inégaux A B dont le point d'appui est en *o* ; 2° de deux leviers coudés

BCD, EFH, dont le premier repose sur le sol par un couteau D, et le second repose sur le premier suivant HK.

On place le corps à peser sur la partie horizontale FH tandis qu'on lui fait équilibre en A au moyen de poids marqués mis dans un plateau.

Il est facile de montrer que l'on peut obtenir, en choisissant convenablement les rapports des

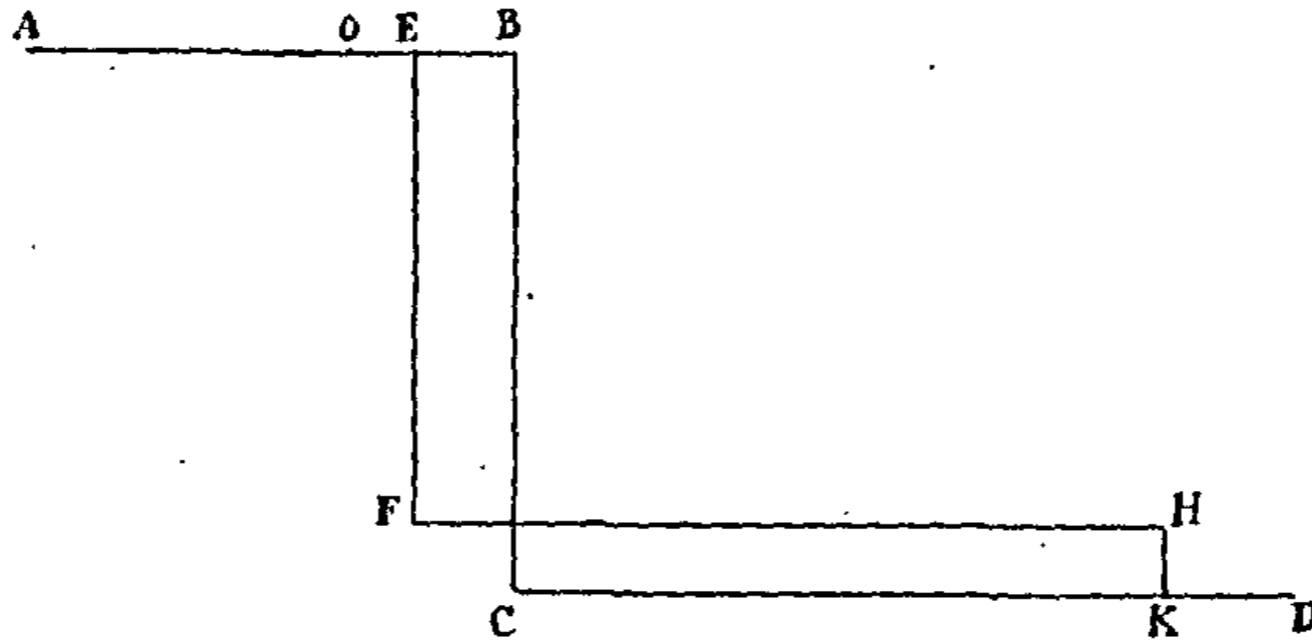


Fig. 170. Bascule de Quintenz (schéma).

différents bras de levier, un instrument capable de donner rapidement le poids d'un corps *quelle que soit la position occupée par ce corps sur FH*, c'est-à-dire que la pesée ne dépendra pas de cette position.

Plaçons en effet un poids  $P$  en un point quelconque de FH, on pourra décomposer ce poids en deux autres :  $p$  appliqué en F et  $q$  appliqué en H, les valeurs de  $p$  et de  $q$  dépendant de la position occupée par  $P$  mais étant toujours liées par la relation  $p + q = P$ .

Sous l'effet de la charge, le fléau AB s'incline, les points F et H décrivent de petits arcs de cercle

que l'on peut confondre avec des droites verticales, les leviers BC et EF articulés en B et en E restent verticaux. On peut considérer le poids  $p$  comme appliqué en E aussi bien qu'en F. Quant au poids  $q$ , il se décomposera en deux autres :  $q_1$  appliqué en C et  $q_2$  en D, ce dernier poids est annulé par la résistance du point d'appui D. Le poids  $q_1$  a pour valeur :

$$q_1 = q \times \frac{KD}{CD}$$

On peut le considérer comme appliqué en B au lieu de C, il produit le même résultat qu'un poids plus considérable appliqué en E et qui aurait pour valeur :

$$q_1 \times \frac{OB}{OE} \text{ ou } q \times \frac{KD}{CD} \times \frac{OB}{OE}$$

En résumé le poids  $P$  exerce sur le fléau AB. le même effort que les deux poids  $p$  et

$$q \times \frac{KD}{CD} \times \frac{OB}{OE}$$

Pour que la somme de ces deux poids ne dépende que de  $P$ , il suffit de réaliser l'égalité

$$\frac{KD}{CD} \times \frac{OB}{OE} = 1$$

ou ce qui revient au même

$$\frac{KD}{CD} = \frac{OE}{OB}$$

Cette condition est facile à réaliser, il suffit de se donner trois des longueurs KD, CD, OE et OB

et de construire leur quatrième proportionnelle. On aura finalement en E un poids  $p + q$  c'est-à-dire P. Le fléau A B devra donc se trouver en équilibre sous l'action de ce poids appliqué en E et des poids marqués  $\pi$  placés dans le plateau A. On aura dans ce cas :

$$\frac{O E}{\pi} = \frac{A O}{P} \quad \text{ou} \quad \frac{\pi}{P} = \frac{O E}{A O}$$

Le rapport entre les poids marqués et la charge à peser sera le même que celui des longueurs O E et A O ; pour simplifier le calcul, on fera ce rapport égal à un dixième, ou  $A O = 10$  fois O E ; il en résultera qu'un poids de 1 kilogramme placé en A fera équilibre à 10 kilogrammes placés sur F H.

#### Réalisation pratique

Il nous reste à montrer la réalisation pratique de la bascule : La partie sur laquelle on place la charge à peser est un *tablier* B (fig. 171, 172) qui repose sur un cadre en bois formé par les deux poutres I supportées d'une part par la traverse H (au moyen de deux couteaux  $q$ ), de l'autre par la tige verticale  $n$  articulée en  $y$  ; cet ensemble constitue l'un des leviers coudés dont nous avons parlé tout à l'heure, il est complété et contreventé par une planchette verticale L destinée à garantir le mécanisme supérieur contre les chocs qui pourraient être produits par les charges, et par une traverse oblique  $l$  qui réunit I à la paroi L.

Un autre levier coudé est formé par les deux barres F dont les points d'appui sont en  $b' c'$  (cou-



teaux  $p$ ) et en  $g'$ , et par la tige de transmission  $o$ ; les deux barres se terminent en fourche au point  $G$  où elles sont assemblées, leur écartement est maintenu constant par la tringle en fer  $K$ . Sur les barres  $F$  s'appuie en  $x$  et  $z$  la traverse  $H$ , en sorte que le tablier repose sur les trois points  $x, y, z$ . Pour que le tablier reste horizontal pendant les

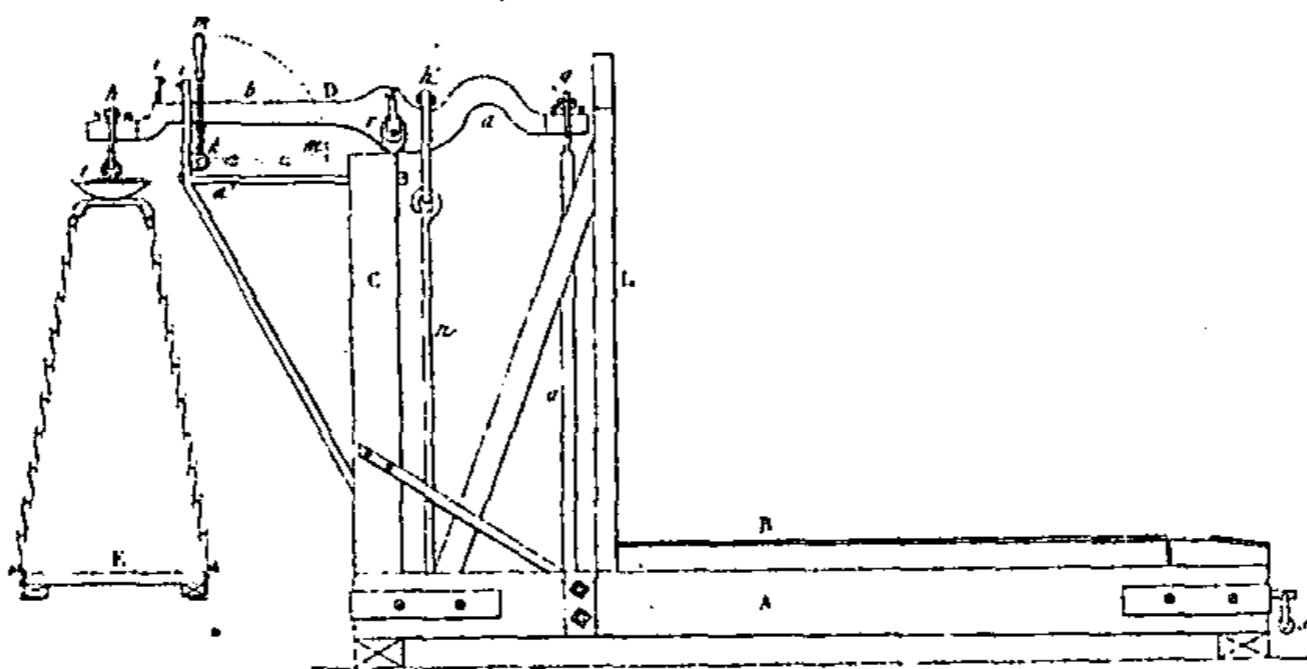


Fig. 171. Réalisation pratique de la bascule de Quintenz.

pesées, il faut donc que les trois points  $x, y, z$  parcourent des espaces verticaux égaux entre eux. Or les  $x$  et  $z$  reposent par les couteaux  $q$  sur les branches  $F$  dont les points fixes sont les couteaux  $p$ , tandis que le point d'attache au fléau est en  $g'$  sur la tige verticale  $o$ ; cette tige est suspendue au moyen de la chape  $g$  à la petite branche  $a$  du fléau  $D$ , dont l'axe d'oscillation est sur la fourchette  $r$  fixée au montant  $C$ . Le point  $y$  est supporté de la même manière par une autre tige verticale  $n$  qui s'accroche en  $h'$  sur le même bras  $a$ . Si nous nous reportons au schéma figure 170, nous voyons que

la vitesse de  $y$  est la même que celle du point E, et que la vitesse de  $xz$  (K) est celle de C ou de B multipliée par  $\frac{K D}{C D}$ ; or la vitesse du point E est égale à celle de B multipliée par  $\frac{O E}{O B}$ , il faudra donc pour obtenir la même vitesse, c'est-à-dire le

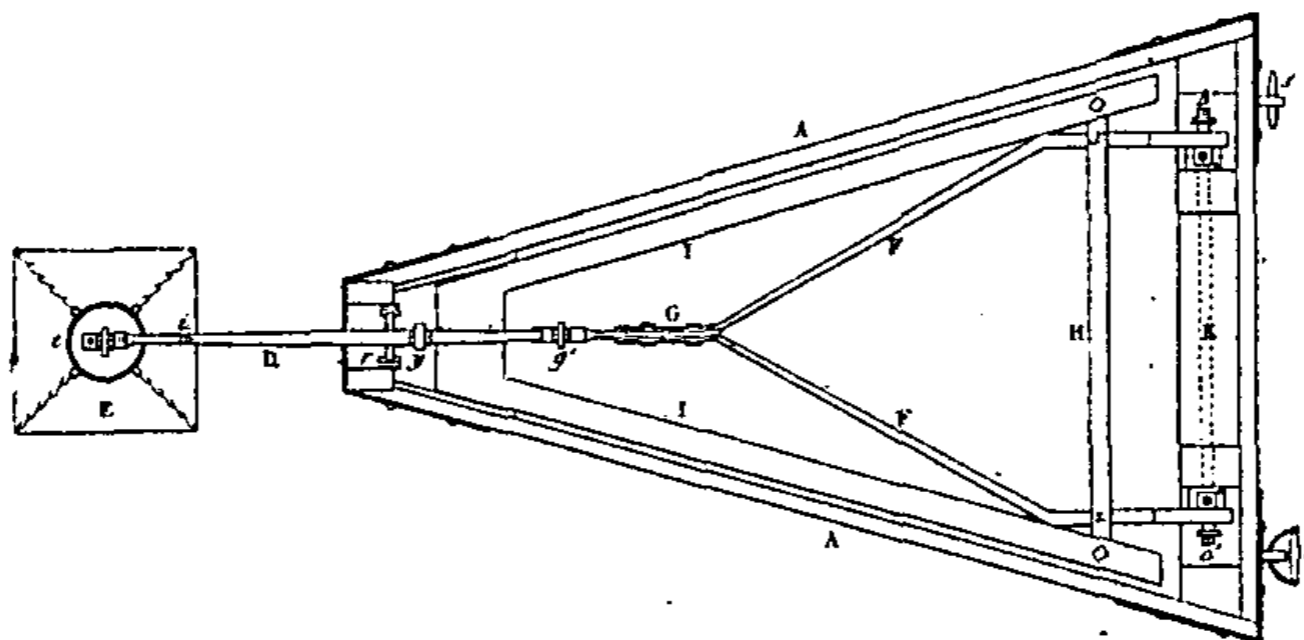


Fig. 172. Bascule en plan.

même déplacement pendant le même temps, qu'on ait

$$\frac{K D}{C D} = \frac{O E}{O B}$$

C'est la condition que nous avons déjà trouvée pour que la pesée soit indépendante de la position de la charge sur le tablier. Généralement on fait ce rapport égal à  $\frac{1}{6}$ .

Le grand bras de levier du fléau est au premier dans le rapport de 5 à 3, la vitesse du couteau  $h$  (fig. 172) auquel est suspendu le plateau E sera les

$\frac{5}{3}$  de celle du point  $g$ , c'est-à-dire  $6 \times \frac{5}{3} = 10$  fois plus grande que celle du point E, donc dix fois plus grande que celle d'un point quelconque du tablier.

Le fléau D (fig. 173) est muni de quatre couteaux prismatiques  $cdef$ , les deux premiers fixés au petit bras  $a$  reçoivent les chapes  $g$  et  $h'$  des tiges  $o$  et  $n$  (fig. 173), le troisième  $e$ , axe de suspension du fléau, repose sur la fourchette  $r$ , fixée au montant C ; le

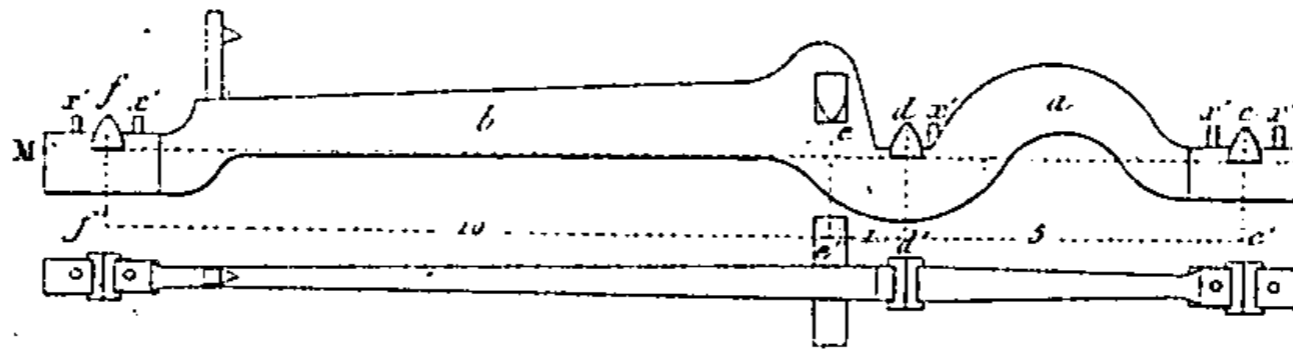


Fig. 173. Fléau.

quatrième  $f$ , porte la chape  $h'$ , à laquelle est suspendu le plateau E. La distance de  $e$  à  $d$  est la sixième partie de la distance de  $e$  à  $c$ , et la dixième partie de  $ef$ .

Les leviers coudés FF (fig. 173 et 175), sont munis de cinq couteaux, dont deux,  $p$ , sont des points d'appui, et deux autres,  $q$ , supportent la traverse H ; à la fourche G de ces leviers est adapté le cinquième couteau  $v$ , auquel s'accroche l'extrémité inférieure de la tige  $o$ , la distance de  $p$  à  $q$  est la sixième partie de celle de  $p$  à  $v$ .

Le socle de la bascule est une caisse en bois A, en forme de trapèze, dont les côtés sont parallèles à ceux du tablier, le montant C, lui, est assemblé

au moyen de plates-bandes en fer vissées. Ce socle repose sur de fortes traverses en chêne qui le protègent contre l'humidité du sol et permettent d'obtenir un meilleur aplomb.

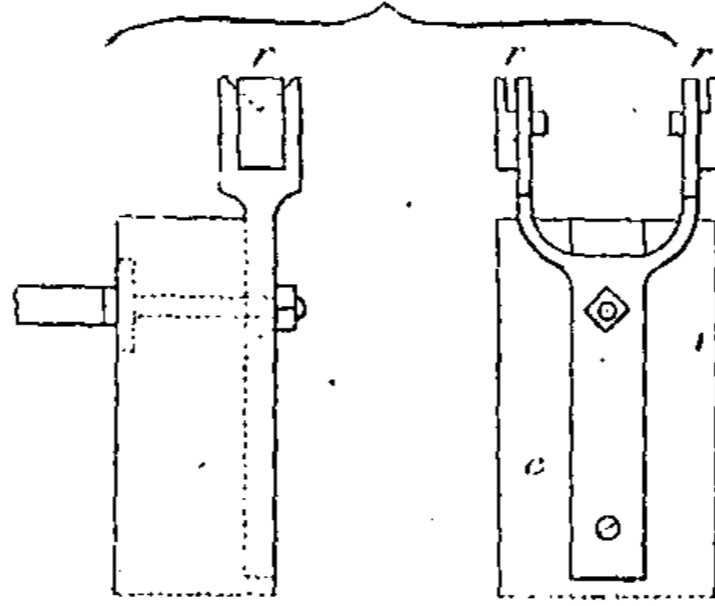


Fig. 174. Fourchette.

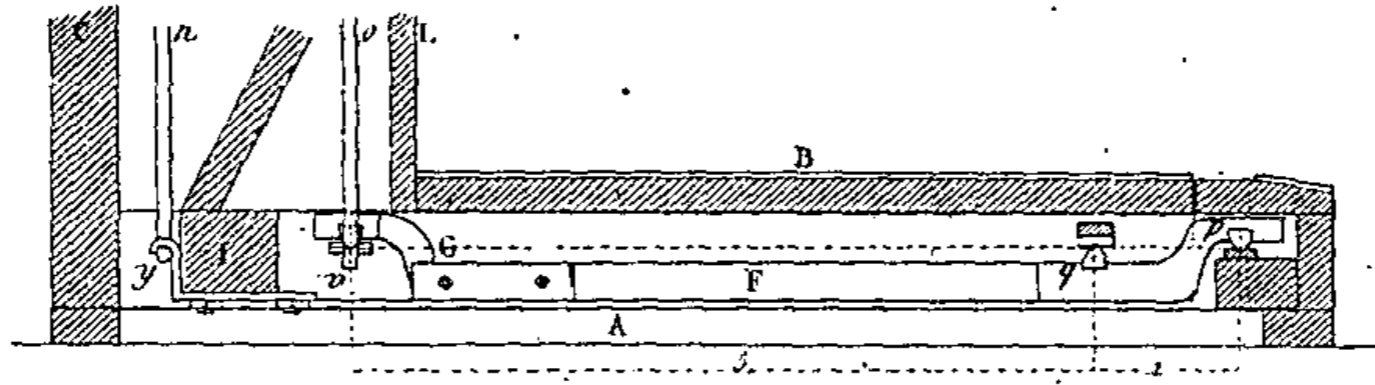


Fig. 175. Coupe verticale.

*Nota.* — Dans la figure 172, qui représente la bascule en plan, on a enlevé le tablier afin de montrer le mécanisme inférieur.

La figure 174 représente la fourchette fixée au montant C, vue de face et de profil.

La figure 175 est une coupe verticale faite en avant des leviers coudés.

La figure 176 représente l'assemblage des branches F, en élévation et en plan, avec le couteau *v* et les butées *x x'* servant à maintenir la tige *o*.

Figure 177. Extrémité antérieure des mêmes branches avec les couteaux *p* et *q*.

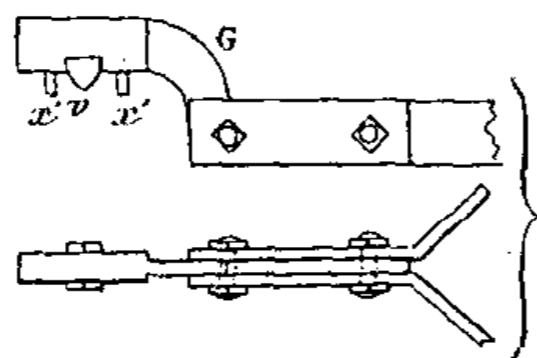


Fig. 176. Assemblage des branches en élévation et en plan.

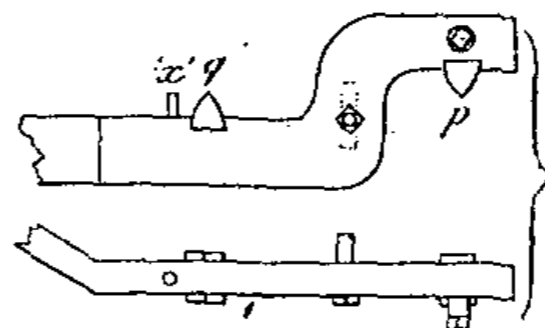


Fig. 177. Extrémité antérieure des mêmes branches.

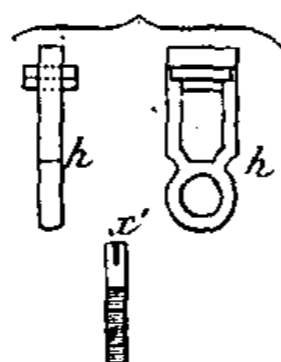


Fig. 178. Elévation et profil de la chape.

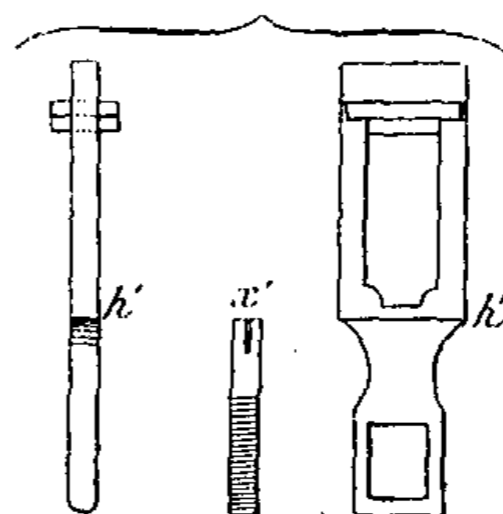


Fig. 179.

Figure 178. Elévation et profil de la chape qui supporte le plateau E de la bascule.

Figure 179. *h' h'*, chape qui repose sur le couteau de la petite branche du fléau; *x'*, arrêtoir à vis pour la maintenir.

La position d'équilibre de la bascule est indiquée

au moyen de deux index  $i i$ , placés en regard l'un de l'autre, fixés, le premier au fléau, le second à une bride portée par la console  $a'$ .

On peut immobiliser le fléau à l'aide du levier ou dragonne  $m k$ , muni d'une rondelle mobile qui soulève le fléau et le fait appuyer contre la partie supérieure de la bride  $i$  quand ce levier se trouve dans la position verticale.

Le petit bras du fléau se trouve alors abaissé, il s'ensuit que l'extrémité antérieure des leviers coudés l'est aussi et que les couteaux  $q$  cessent de porter le tablier qui repose immédiatement sur la caisse de bois A.

La petite cuvette en fer  $t$ , placée au-dessus du plateau sert à recevoir les petits poids additionnels.

Les poignées  $ss$  servent à soulever la bascule lorsqu'on veut la transporter.

#### Construction de la bascule

Il importe, dans la construction d'une bascule, d'observer les points essentiels suivants : 1° Placer les couteaux de façon à ce qu'il y ait entre leurs distances respectives la proportion vue précédemment :

$$\frac{OE}{OB} = \frac{KD}{CD}$$

2° Etablir solidement toutes les pièces qui composent la bascule.

3° N'employer que des couteaux et des coussi-nets en acier fondu et trempé.

4° S'assurer du libre mouvement des parties qui doivent osciller.

5° Vérifier que le rapport des poids placés sur le plateau et sur le tablier est bien celui de 1 à 10.

Le fléau (fig. 173) doit être en fer doux ; pour y placer les couteaux on commence par celui de l'extrémité  $c$ , puis on pose  $d$  et  $f$  au même niveau, c'est-à-dire que les vives arêtes de ces trois couteaux doivent se trouver sur une même ligne droite tracée dans la longueur du fléau. Le pivot  $e$  se place de façon que sa vive arête soit un peu au-dessus de cette ligne (on vérifiera ces positions en tendant un fil entre  $c$  et  $f$ ).

Pour encastrer le couteau  $e$  on lime dans le fléau une mortaise en queue d'aronde et on y enfonce à force le couteau d'acier, en ayant soin d'interposer une petite plaque de cuivre entre le couteau et le marteau, afin de ne pas casser le couteau. On abaisse de la vive arête du couteau ainsi placé une perpendiculaire  $cc'$  à la ligne  $MN$ , on abaisse aussi la perpendiculaire  $dd'$  de l'enfoncement  $d$ . Puis on divise la longueur  $d'c'$  en cinq parties égales, on porte une de ces parties en  $d'e'$  pour obtenir la position de la perpendiculaire  $ee'$ , qui détermine celle du pivot. De  $e'$  on porte dix fois la longueur  $e'd'$  sur le grand bras du fléau et on obtient ainsi le point  $f'$  qui sert à mettre en place le couteau  $f$ . On pose les couteaux  $d$  et  $f$  de la même manière que l'on a posé  $c$ . On place ensuite le pivot  $e$ , dont la vive arête doit se trouver un peu au-dessus de celles des autres couteaux. On taille ordinairement ces couteaux en dos d'âne pour leur donner une résistance plus grande. Les coussinets en contact avec les trois couteaux  $cdf$  sont adaptés après les brides (fig. 178 et 179); ceux du pivot  $e$

sont sertis sur la fourchette (fig. 174); ils portent une rainure dans laquelle le couteau doit se poser, sans vaciller dedans.

Les leviers F (fig. 175) doivent être garnis de cinq couteaux; ces deux leviers sont construits très solidement et parfaitement égaux; on les assemble au point G au moyen d'une pièce appelée le *bec fourchu*, que l'on place entre les deux extrémités des leviers et que l'on fixe par deux fortes vis maintenues par deux écrous. Les figures 175 et 176 montrent la construction des leviers, à chacune des extrémités  $p$  on place un couteau qui s'appuie sur un coussinet posé bien horizontalement sur une traverse de bois faisant partie du socle de la bascule. On procède aussitôt après à la mise en place du couteau  $v$ ; pour cela on suspend au couteau  $c$  un fil à plomb qui donne la position exacte de la tige verticale  $o$ .

Pour poser les couteaux  $q$ , on divise très exactement la distance du couteau  $v$  à la droite joignant les couteaux  $p$  en six parties égales, puis on mène une parallèle à cette droite par le point de division qui en est le plus rapproché, cette parallèle coupe les leviers F aux points  $q$  cherchés. On détermine la position de la tige verticale  $n$  comme on a fait pour  $o$ . Il faut surtout bien observer l'égalité des distances de  $v$  à chacun des couteaux  $q$ , cette condition est essentielle pour que le résultat d'une pesée soit indépendant du point où on place la charge sur le tablier. Il faut aussi avoir soin de bien mettre les cinq couteaux  $pp$ ,  $qq$ ,  $v$ , sur le même plan.

Le socle de la bascule, le montant, le tablier et



toutes les pièces de bois qui entrent dans la construction de l'instrument doivent être en chêne afin que l'on soit assuré de leur solidité, et en chêne parfaitement sec pour éviter tout dérangement dans le réglage de la bascule. Le tablier se compose de plusieurs planches d'une épaisseur suffisante, assemblées à tenons et mortaises, fortement consolidées par des plates-bandes de fer.

Pendant les oscillations du fléau, le tablier repose sur ses trois couteaux par l'intermédiaire du châssis II, mais lorsque le fléau est au repos, ce qui arrive quand on a relevé la dragonne *mk*, les couteaux du mécanisme inférieur sont au point le plus bas de leur course, ils entraînent le cadre II qui échappe le tablier, celui-ci étant arrêté par le socle de la bascule; les couteaux se trouvent donc soulagés.

Pour que le tablier occupe toujours la même position, par rapport aux poutres II, on a placé au-dessous du tablier quatre crapaudines dans lesquelles se logent quatre petits pivots fixés à II et ne sortant jamais complètement de leurs logements, même quand la bascule est au repos. Le plateau E, suspendu à la chape *h* au moyen de chaînes, se construit en bois.

On le fait carré et assez grand pour qu'il puisse contenir les poids nécessaires aux plus fortes pesées.

*Manière de s'en servir.* — On commence par placer la bascule sur un terrain horizontal, en ayant soin d'enlever tout obstacle susceptible de gêner le jeu du mécanisme. Cela fait, on équilibre la bascule de la façon suivante; on abaisse la dra-

gonne  $mk$  qui immobilise le fléau et on place, si besoin est, du plomb de chasse dans la cuvette  $t$  de façon à amener en coïncidence les deux index  $ii$  après quelques oscillations. La bascule étant bien tarée, on relève la dragonne verticalement (cette dragonne porte une petite poulie de cuivre dont la gorge emboîte la tranche du fléau, le soulève et le maintient solidement pendant le chargement de la bascule); on peut alors charger sans craindre de déplacer les couteaux ni de les endommager (le tablier repose à ce moment sur la caisse en bois); on abaisse la dragonne horizontalement et on met sur le plateau les poids nécessaires pour arriver à la coïncidence des index. Le poids de la charge s'en déduit en multipliant par dix, ce que l'on fait par un déplacement de la virgule d'un rang vers la droite. Ainsi, par exemple supposons que l'on fasse équilibre à une certaine quantité de marchandises au moyen de poids formant un total de 6 kilogr. 450, il en résultera pour la charge un poids de 64 kilogr. 500.

*Réglage de la bascule en vue d'obtenir des pesées justes, quel que soit le point du tablier où l'on pose la charge.* — Il arrive que, même en tenant compte des règles que nous avons données pour construire la bascule, l'on n'ait pas un instrument d'une grande exactitude; en particulier on constate souvent que la pesée varie lorsqu'on déplace la charge sur le tablier. Nous allons indiquer le moyen de corriger ce défaut, c'est-à-dire de régler la bascule.

On commence par disposer convenablement sa bascule comme nous l'avons dit tout à l'heure, et

par la tarer ; on place ensuite sur le tablier un poids assez fort, 50 ou 100 kilogrammes, et sur le plateau E un poids correspondant, de 5 ou 10 kilogrammes ; on a soin de mettre la charge près du bord du tablier, sur la ligne des couteaux  $q$ . On laisse osciller le fléau et on regarde si l'index  $i$  qui appartient au fléau est au-dessus ou au-dessous de l'autre ; dans le premier cas, la charge est prépondérante, il faut rapprocher un peu les couteaux  $q$  des couteaux  $p$  et pour cela donner un coup de pierre à l'huile aux couteaux  $q$  sur la face opposée aux couteaux  $p$  ; inversement si le grand bras du fléau baisse, on donne le coup de pierre toujours sur  $q$  mais du côté de  $p$ , de manière à augmenter la distance qui sépare ces couteaux. On peut faire l'opération en deux fois, cela est même préférable, car il arrive qu'un seul des couteaux  $q$  demande une légère correction : on place la charge de 50 kilogrammes vers l'un des couteaux  $q$ , à droite par exemple, et on observe la position des index ; on passe le couteau  $q$  à la pierre s'il y a lieu, puis on recommence en plaçant les 50 kilogr. à gauche. Si les index  $i$  se trouvent bien vis-à-vis l'un de l'autre, on en conclut que les couteaux sont bien placés. Au cas où l'erreur serait considérable, il va de soi que l'on ne pourrait la corriger de cette manière, il faudrait déplacer le couteau tout entier ; nous avons supposé qu'il ne s'agissait que de bascules pouvant être considérées comme bien construites, on s'en rend compte immédiatement par l'écart entre la pesée pratique et ce qu'elle devrait être.

Examinons maintenant la disposition des cou-

teaux du fléau et posons la charge de 50 kilogr. à l'extrémité du tablier, entre les deux couteaux  $q q$ , le poids de 5 kilogr. étant toujours sur le plateau E. Si le fléau monte, la charge est prépondérante, il faut donc diminuer le rapport  $\frac{OB}{OE}$  (voir théorie du début  $p = 0$ ), ce que l'on fait en donnant un coup de pierre au couteau  $c$  du côté de N. (On pourrait aussi donner un coup de pierre au couteau  $d$ , du côté de  $e$ , mais alors on ferait varier la distance  $ed$  qui a été prise en quelque sorte comme base de la construction, la correction prendrait une importance cinq fois plus considérable en usant le couteau  $d$  qu'en retouchant  $c$ . Si donc la différence de poids n'est pas considérable, il vaut mieux ne pas toucher à  $d$ . Au contraire, si le fléau baisse, il faut donner le coup de pierre au couteau  $c$  à l'intérieur de l'intervalle  $dc$ . Il convient d'observer que jamais on ne doit toucher au pivot  $e$ , car alors on bouleverserait tout sans savoir à quel résultat on arriverait.

Enfin on porte la charge de 50 ou 100 kilogr. vers la planchette L ou le dossier de la bascule ; si les deux index  $ii$  se placent en face l'un de l'autre le réglage est terminé, mais si le fléau baisse ou se relève il faut raccourcir ou allonger le grand bras  $fe$  en donnant un coup de pierre à l'huile au couteau  $f$  sur la face convenable.

On conçoit que la première partie du réglage ne saurait être complètement indépendante de la seconde, nous les avons séparées à dessein pour être plus précis, mais en pratique on doit faire une série d'observations en déplaçant la charge

sur le tablier, et n'opérer les corrections qu'à bon escient après s'être assuré qu'elles ne sont pas incompatibles. En résumé, l'ajustage d'une bascule consiste à donner aux couteaux les positions exactes qu'ils doivent occuper les uns par rapport aux autres, en corrigeant les moindres écarts.

#### X. BASCULE ROMAINE BÉRANGER (fig. 180)

Cet instrument de pesage tient à la fois de la bascule de Quintenz et de la romaine ordinaire. Il permet : 1° de peser jusqu'à 150 kilogrammes par le simple déplacement d'un curseur  $p$  sur le fléau  $F$  ; 2° de peser dans le rapport de un à cent en mettant des poids dans un plateau  $E$  suspendu à l'extrémité du fléau. Grâce au curseur et à ce rapport de  $\frac{1}{100}$  on peut faire équilibre à une charge considérable avec peu de poids.

Mais la construction de cet appareil demande une grande précision, la moindre erreur dans sa justesse fausse les résultats des pesées.

*Manière de s'en servir.* — On installe la bascule sur un terrain plan horizontal et on pose doucement les leviers dans leurs portées en faisant correspondre les chiffres ; on visse les chapeaux et les pals à vis qui maintiennent les chapes dans leurs positions.

La bascule ainsi montée, on place le poids curseur au zéro du fléau, on monte le support à l'aide de la manivelle  $L$  et on descend l'arrêt à ressort  $N$ . On s'assure du libre jeu du mécanisme, on fait la tare au moyen de la masse  $M$ , en l'avancant ou en

l'éloignant du pivot et en la fixant ensuite par la vis  $v$  lorsque les deux index se trouvent en coïncidence parfaite. On baisse alors le support et on monte l'arrêt à ressort  $N$  pour immobiliser le fléau. On charge le tablier et on rétablit l'équilibre au moyen du curseur  $p$  et des poids placés dans le

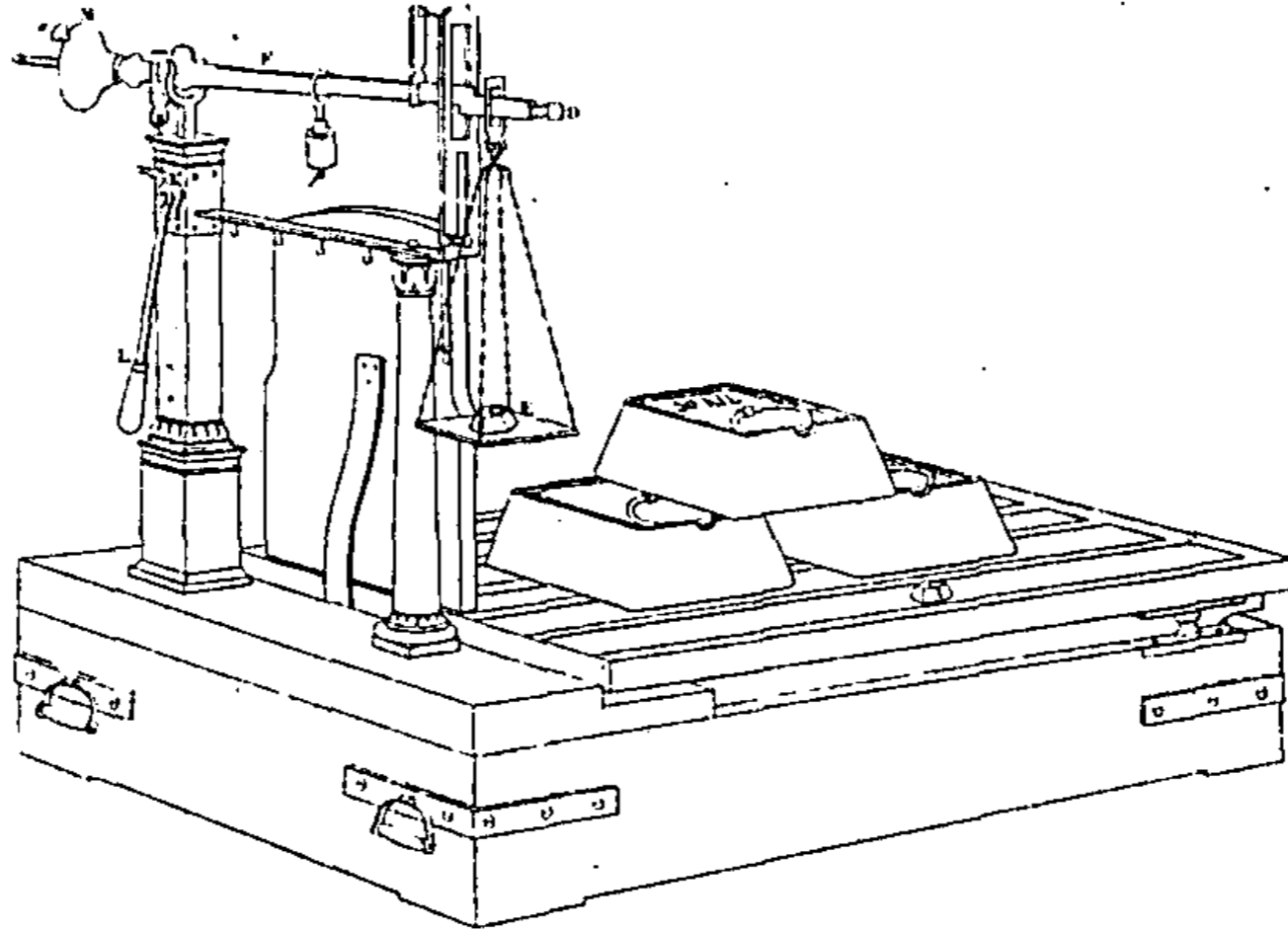


Fig. 180. Bascule romaine Béranger.

plateau E. Dans la figure, par exemple, nous avons mis 1 kilogramme sur ce plateau, le curseur  $p$  indique 50 kilogr., et la saillie du diviseur D indique 500 grammes ; le poids de 1 kilogr. faisant équilibre à 100 kilogr. placés sur le tablier, la charge totale sera de 150 kilogr. 500.

## XI. BASCULE DE KOLB &amp; JUNDT (fig. 181)

Cette bascule diffère de celle de Quintenz par la construction du fléau et la disposition des couteaux sur lesquels repose le tablier.

Le fléau est formé de deux bras, de longueurs inégales, le plus grand étant divisé et parcouru par un curseur dont la position indique le poids de la charge, sans calcul d'aucune sorte, par simple lecture. L'instrument est donc une sorte de romaine construite de manière à présenter une grande stabilité et une portée assez considérable. Sa sensibilité est fixée au millième de la charge, comme pour les bascules ordinaires.

On ne tolère ce genre d'appareils que dans le commerce en gros, et à condition que leurs fléaux soient gradués suivant le système décimal.

*Manière de s'en servir.* — On commence toujours par placer la bascule bien horizontale; on tourne le levier B de façon à amener sa poignée parallèlement au support D, ce qui est la position de repos (la figure indique la position du levier pendant une pesée). On charge le tablier, puis on déplace un contrepoids le long du grand bras gradué (chaque face de ce levier est marquée d'une lettre qui correspond à celle d'un contrepoids).

Le curseur de 50 grammes, qui est le plus petit, indique à la première division 500 grammes ou 1/2 kilogramme, ce qu'on peut lire sur la face supérieure, marquée A comme le poids curseur. (On remarque ce poids A, ainsi que deux autres B

et C, à la partie inférieure du montant D). Il indiquera 550 grammes, 600 grammes, etc., aux divisions successives suivantes. De même le curseur moyen B qui pèse un demi-kilogramme, marque à la première division 5 kilogrammes, lecture faite sur la face portant la lettre B, à la seconde

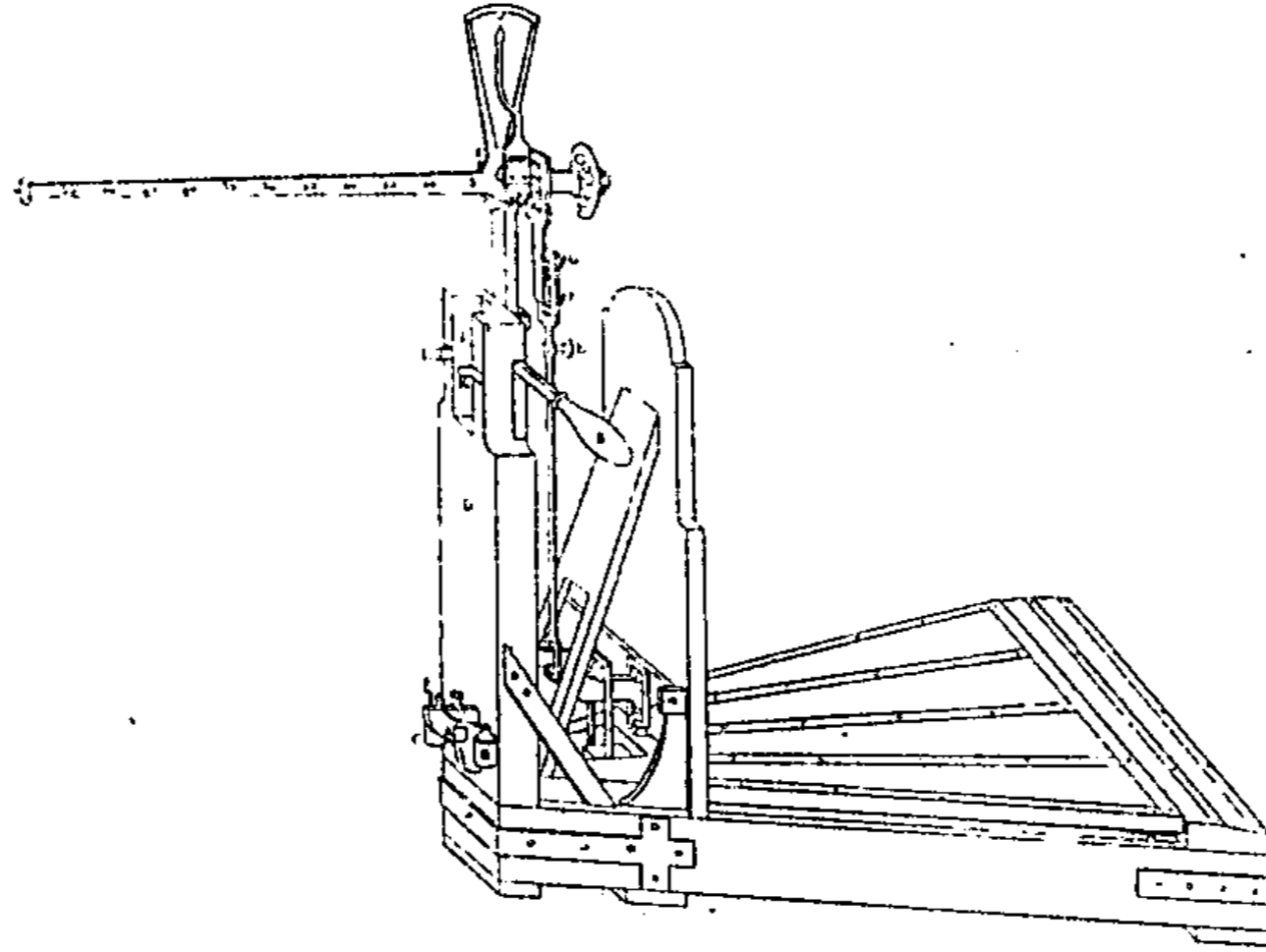


Fig. 181. Bascule Kolb et Jundt.

5 kgr. 500, à la troisième 6 kilogr. et ainsi de suite. Enfin le gros poids de 5 kilogr. et quelquefois celui de 10 kilogr., selon la force de la bascule, correspond à la graduation de face C du fléau. Le poids de 5 kilogr. indique d'abord 50 kilogr., puis 55, 60, etc., de division en division. On peut se servir des trois curseurs simultanément.

Pour transporter la bascule, on décroche la



verge E de ses crochets F et G et on la suspend à F, crochet inférieur ; on tire ensuite la cheville H du support du fléau, de sorte que celui-ci s'incline et se place dans la cavité I du montant D, on l'y assujettit au moyen de la même cheville passée entre L et K.

## XII. PONT A BASCULE (fig. 182, 183, 184)

Le pont à bascule est un système mécanique permettant de peser de très lourdes charges et principalement des voitures toutes chargées. Ses dispositions variant suivant les constructeurs, nous allons simplement en donner le principe, avec quelques renseignements généraux.

Quatre leviers en fer  $af$ ,  $bf$ ,  $gc$ ,  $gd$  horizontaux sont réunis deux à deux en  $f$  et  $g$ , et s'appuient sur des points fixes en  $a b c d$ , qui sont quatre couteaux ; cet ensemble est symétrique par rapport au plan vertical  $np$  (fig. 182). En  $f$  et  $g$  sont deux couteaux qui reposent sur deux coussinets horizontaux solidaires d'un fléau rigide  $AB$  perpendiculaire à la droite  $fg$ . Ce fléau a son point fixe ou pivot en  $A$ , lié aux couteaux  $h$  et  $k$ , tandis que son extrémité  $B$  est suspendue à un autre fléau  $BD$  qui peut osciller autour du point  $C$ . L'extrémité  $D$  de ce dernier fléau porte un plateau destiné à recevoir les poids marqués. Ces poids devront faire équilibre à la charge placée sur un tablier rectangulaire qui repose sur les quatre leviers horizontaux au moyen de quatre couteaux  $x y z v$ . On conçoit facilement que le poids de la charge peut se déduire par un calcul simple, du

poids placé dans le plateau, si l'on connaît les relations existant entre les divers bras de levier du système. Il convient, dans la pratique, de donner à ces rapports des valeurs telles que l'on obtienne sans calculs le poids de la charge.

A cet effet on donne à  $og$  et  $mf$  des longueurs égales à neuf fois  $op$  ou  $mn$  ; on fait ensuite

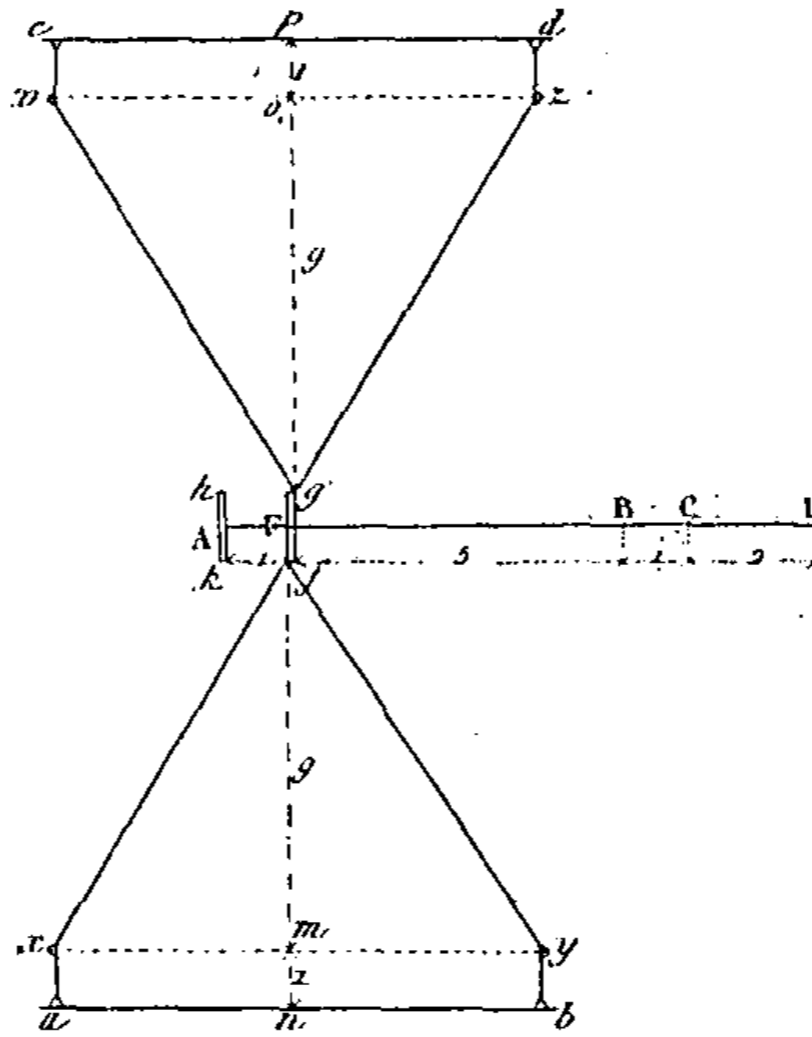


Fig. 182. Pont à bascule.

$FB = 3$  fois  $AF$  et  $CD = 2$  fois  $BC$ . Il en résulte qu'une masse placée en  $D$  fait équilibre à une charge cent fois plus forte placée sur le tablier. En effet, un poids  $P$  appliqué en  $D$  fait équilibre, par l'intermédiaire du pivot  $C$ , à  $2P$  placé en  $B$  extrémité du levier  $BD$  ; ce poids  $2P$  ayant son point d'application en  $B$  du fléau  $BD$ , peut être

considéré comme appliqué en B du fléau A B ; il est capable d'équilibrer un poids cinq fois plus fort, soit 10 P appliqué en F. Cette charge 10 P s'appuie également sur les couteaux *f* et *g*, elle peut équilibrer une charge dix fois plus forte placée sur le tablier, c'est-à-dire sur les couteaux *x y*,

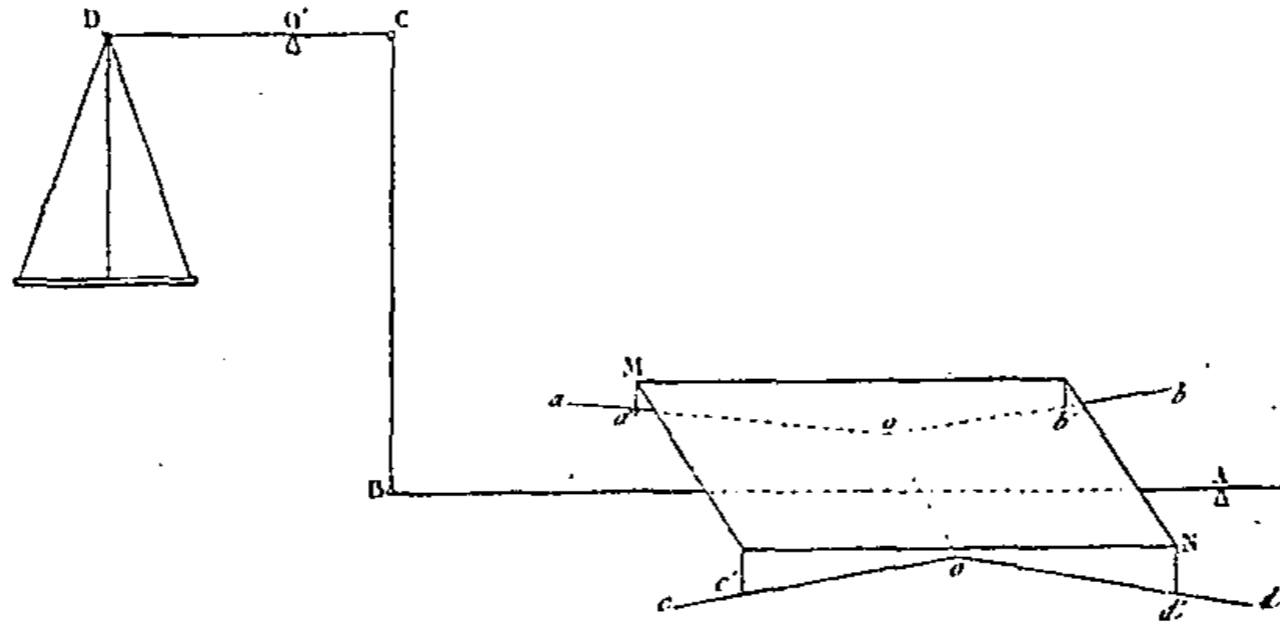


Fig. 183. Pont à bascule.

*v z*, puisque le rapport des bras de leviers *pf* et *po* est égal à 10 ; finalement donc le rapport unique existant entre la charge du tablier et celle du plateau D est cent.

On pouvait l'écrire *a priori* en faisant le produit des rapports des bras de leviers  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}$

$$\left( BC = \frac{1}{2} BD, AF = \frac{1}{5} FB, mn = \frac{1}{10} fn \right).$$

Donc un poids de 50 kilogr. placé sur le plateau fera équilibre à une voiture pesant 5,000 kilogr.

Ce genre de bascule demande des couteaux très résistants, en acier fondu trempé dur, ainsi que les coussinets correspondants. Les couteaux sim-

plement aciérés à leur surface s'émousent au bout de peu de temps, et la bascule devient hors d'usage.

On ajuste et règle les ponts à bascule de la même façon que la bascule de Quintenz, c'est-à-dire en usant les couteaux d'un côté, à la pierre à l'huile pour diminuer ou augmenter la distance qui sépare deux couteaux.

La figure 183 est une élévation schématique d'un pont à bascule ; le tablier M N porte par

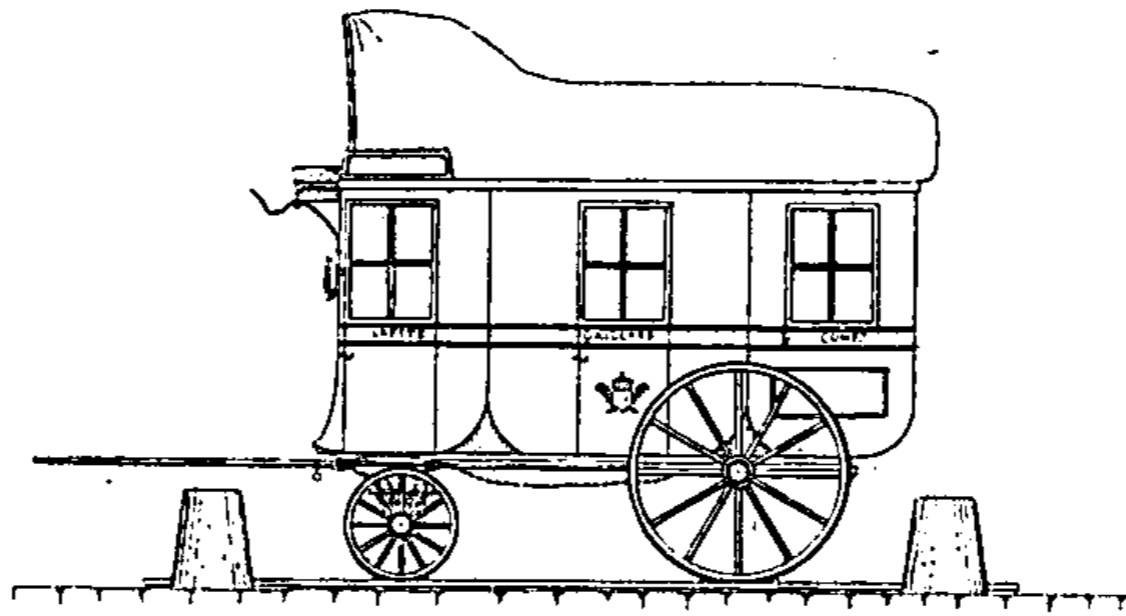


Fig. 184. Pont à bascule.

quatre pieds sur les quatre leviers de même longueur  $oa ob oc od$ , aux points  $a' b' c' d'$  ; ces leviers sont mobiles autour des couteaux  $abcd$  ; ils s'appuient aux points  $oo$  d'un levier  $AB$  mobile autour du point  $A$ , l'extrémité  $B$  étant attachée par la tige verticale  $BC$  à l'extrémité  $C$  du levier  $DC$  mobile autour du couteau  $o'$  et qui porte le plateau en  $D$ .

Il est facile de reconnaître si les distances  $aa$ ,  $bb$ ,  $cc$ ,  $dd$  sont égales entre elles et à une fraction

$m$  d'un des leviers  $oa$ . Un poids  $P$  placé en un point quelconque du tablier produira sur les couteaux  $oo$  une action  $mP$  ; en désignant par  $m'$  le rapport des distances  $AO$  et  $AB$ , la pression totale sur  $B$  sera  $mm'P$  ; enfin si  $m''$  est le rapport des longueurs  $o'C$  et  $o'D$ , le poids qui sur le plateau fait équilibre à  $P$  sera  $mm'm''P$ .

Le tablier du pont se déplace verticalement d'une quantité très faible quand le fléau  $CD$  oscille, son déplacement n'est que la centième partie de celle du point  $D$  ; si ce point se déplace d'une hauteur de quinze centimètres, le tablier ne s'élèvera ou ne s'abaissera que de  $1^m/m 5$  ; grâce à cette faible oscillation, la bascule peut rester exacte et ne pas se dérégler. Le tablier est en outre guidé transversalement par les bords en pierre de la fosse dans laquelle on installe le mécanisme des quatre leviers principaux ; cette fosse peut s'établir à peu de frais sur une profondeur de cinquante centimètres.

La partie indicatrice de la bascule, c'est-à-dire le fléau  $CD$ , se place généralement à l'intérieur du bâtiment contre lequel on installe le pont.

Pour permettre au charretier de bien amener sa voiture sur le tablier, on encadre ce dernier de quatre bornes tronconiques placées à ses quatre coins.

Enfin on rend le tablier indépendant du mécanisme placé au-dessous, en le soutenant au moyen d'un cric unique ; on ne donne au tablier sa liberté d'oscillation qu'au moment de la pesée ; en opérant ainsi on met le mécanisme à l'abri des secousses provoquées par le passage de la voiture.

On remplace généralement le fléau C D muni de son plateau D, par un levier à curseur qui évite l'emploi des poids marqués et permet de faire, beaucoup plus rapidement et de façon plus précise, équilibre à la charge. On prolonge souvent aussi ce levier par un autre de section plus faible, sur lequel se déplace un petit curseur destiné à indiquer les fractions d'une division du levier principal.

#### Bascule Chameroy

C'est une bascule construite sur le principe des ponts à bascule, mais peu encombrante et dont la portée varie de 500 à 6,000 kilogrammes, suivant les modèles. Le mécanisme proprement dit est logé dans une petite fosse recouverte d'un fort tablier, dont la partie supérieure coïncide avec le plan du sol. Il n'y a d'apparent que la romaine composée, servant à effectuer la pesée (fig. 185).

Cette pesée s'effectue de la manière suivante :

On commence par avancer le curseur C supposé au zéro de la graduation, en plaçant le couteau qui en fait partie dans une encoche du fléau F et en passant d'une encoche à la suivante, jusqu'à ce qu'on ait dépassé la position d'équilibre indiquée par les index, puis on recule le curseur C d'une division. On complète alors le poids en déplaçant le verrou curseur V jusqu'à ce qu'il y ait équilibre. La figure 185 représente un modèle avec impression sur ticket : pour obtenir l'inscription du poids, on relève le tourniquet T pour mettre le fléau au repos, on introduit le ticket dans la fente du curseur C, puis on amène vers soi le levier L, sans secousse ; des

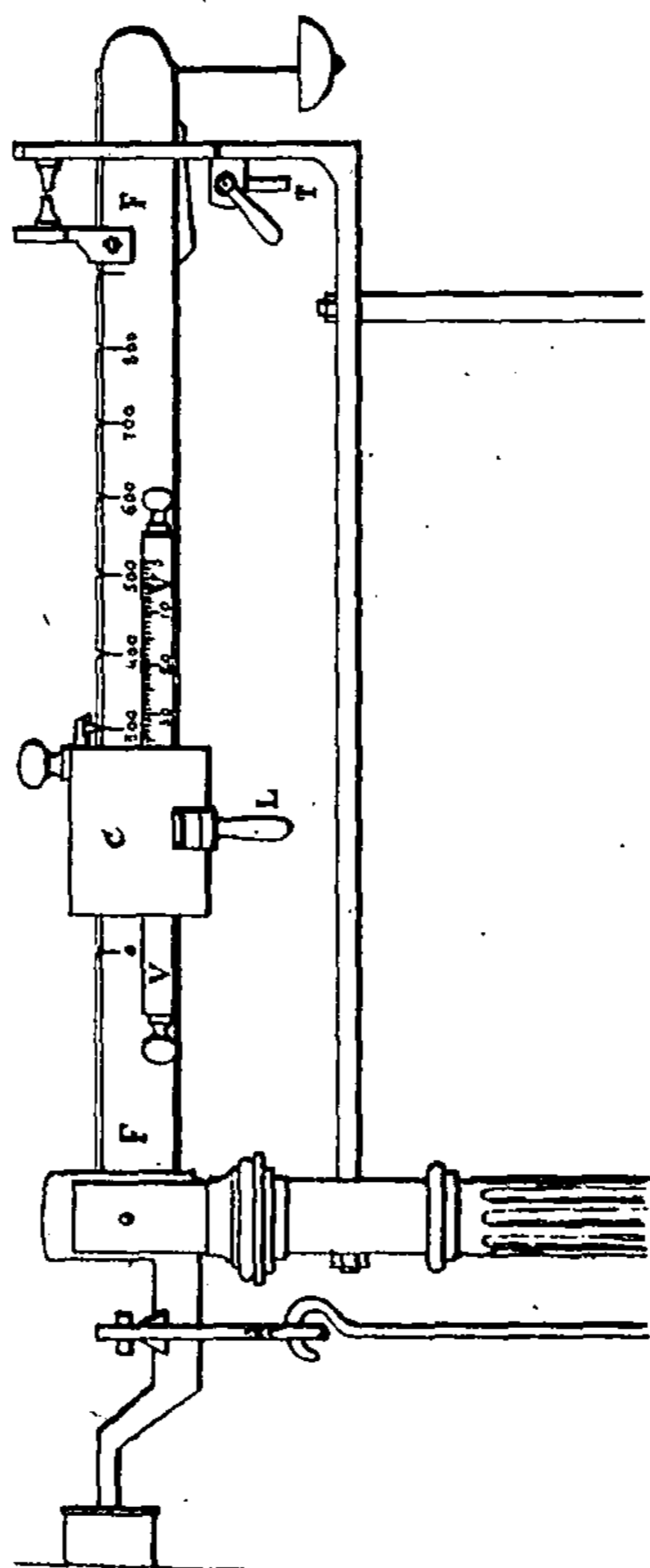


Fig. 185. Bascule Chamerooy.

chiffres en relief placés sur le fléau viennent alors s'imprimer sur le carton.

*Potier d'étain.*

### Pèse-charrettes

C'est un pont à bascule dont le tablier présente une faible largeur, parce qu'il ne doit recevoir que les deux roues de la charrette sans le cheval, dit « limonnier ».

### Pésostère (fig. 186)

Le pésostère, ainsi appelé parce qu'il a été construit principalement pour peser les stères de bois et de charbon, est une sorte de pont à bascule, voisin de celui que nous avons décrit : il se com-

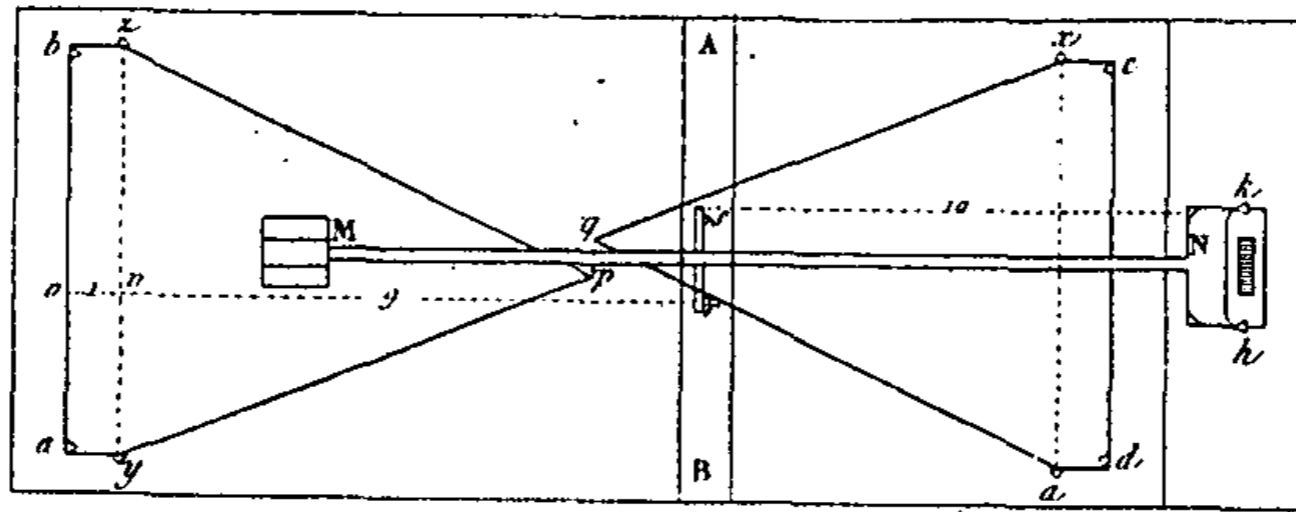


Fig. 186. Pésostère.

pose de même de quatre leviers, dont les extrémités  $abcd$  sont des points d'appui, et qui se réunissent deux à deux en  $p$  et  $q$ ; en ces deux points s'appuient deux couteaux solidaires du grand levier  $MN$ . Ce grand levier  $MN$  repose sur la traverse en bois de chêne  $AB$  par l'intermédiaire de deux couteaux  $rs$ , qui lui permettent d'osciller. A l'extrémité  $M$  est adapté un contrepoids en plomb  $M$  qui fait équilibre au plateau en fer placé en  $N$ ,



destiné à recevoir les poids marqués. Ce plateau est porté par deux couteaux  $h k$  solidaires d'une petite traverse en fer placée, avec le plateau, devant la machine. La distance de  $q$  à la ligne des couteaux  $rs$  est la dixième partie de  $sk$ , de même  $ov$  est la dixième partie de  $or$ . On en conclut, comme pour le pont à bascule, que l'appareil pèse dans le rapport de 1 à 100. Le mécanisme est généralement renfermé dans une caisse en bois montée sur un truc à quatre roues, de façon à en permettre un transport facile.

*Remarques.* — I. Dans la bascule de Quintenz, il faut autant que possible n'employer que le chêne pour la construction de toutes les parties en bois, et consolider les assemblages de ces pièces au moyen de boulons et d'écrous.

II. Nous avons dit que les couteaux et les coussinets se font en acier fondu, trempé dur ; il faut les fixer solidement sur le bois et dans des rainures bien calibrées, de façon à éviter le jeu. La vive arête du couteau doit être presque coupante ; si elle était trop arrondie, il se formerait des méplats, soit d'un côté, soit de l'autre, et le couteau finirait par ne plus reposer sur le point déterminé au moment de la construction, ce qui influerait sur la justesse de la balance.

### XIII. BALANCE-BASCULE DE COMPTOIR AU 1/10<sup>e</sup>

« LA SAVOISIENNE »

(fig. 187, 188, 189, 190 et 191)

Cet appareil, construit récemment par M. Collobert, balancier à Chambéry (Savoie), est admis

à la vérification et au poinçonnage depuis le 27 mars 1907. Son mécanisme comprend :

1° Un fléau ou levier peseur à bras inégaux, formé de deux branches qui se réunissent à l'extrémité du petit bras ;

2° Deux leviers triangulaires reliés par une bride de centre ; l'un d'eux, le plus grand, se prolonge au delà de la bride, d'un côté de l'appareil, traverse le châssis et se termine par une boule de tare réglable en position. Ces deux leviers portent la charge à peser ;

3° Une courte tringle de puissance qui transmet la charge à l'extrémité du petit bras du fléau ; cette tringle réunit les leviers triangulaires au levier peseur ; sa position est calculée de façon à ce qu'elle transmette la charge réduite dans le rapport du  $1/7^e$  environ ;

4° Un plateau porte-tiges, reposant par ses quatre paliers et ses brides mobiles sur les quatre couteaux des leviers triangulaires ; ce plateau sert à supporter le tablier de la bascule ;

5° Le dispositif mécanique permettant de faire équilibre à la charge, par l'intermédiaire du fléau et au moyen de poids marqués : un étrier porte-tiges, suspendu à l'extrémité du grand bras et relié à un fléau de transmission, comme dans la balance-pendule Béranger. Cet étrier sert de support au petit plateau destiné à recevoir les poids marqués.

*Fléau.* — Il a la forme d'une fourche dont les branches portent, à leurs extrémités, des couteaux pour y accrocher l'étrier porte-tige. De l'autre côté, se trouve également un couteau sur lequel

repose la tringle de transmission. Le fléau peut osciller autour d'un couteau qui s'appuie sur un support solidement établi, et régnant sur toute la largeur de la balance.

*Leviers.* — Les deux leviers triangulaires, ainsi appelés à cause de l'aspect de leur projection horizontale, figurent grossièrement un X en projection verticale. Leurs extrémités sont deux à deux à même hauteur et reliées deux à deux par deux barres qui reposent au moyen de quatre couteaux sur des supports fixés à la caisse de la bascule. La bride qui réunit les sommets des leviers porte deux couteaux qui permettent des déplacements relatifs angulaires. La boule de tare sert à régler l'appareil.

*Plateaux.* — Le grand plateau ou tablier de la bascule, destiné à recevoir la charge, est soutenu par quatre tiges qui s'appuient sur une sorte de cadre horizontal relié aux leviers triangulaires au moyen de quatre brides mobiles à couteaux. La tringle de puissance est attelée à l'un des leviers et au couteau encastré à l'extrémité du petit bras du fléau principal.

Traçons le schéma de cette partie de la bascule (fig. 187), et cherchons quels rapports doivent exister entre les positions des points d'appui et des couteaux. Soit  $L$  et  $L'$  les leviers projetés verticalement,  $O$  et  $O'$  leurs points d'appui,  $MN$  la bride de jonction,  $TT'$  la tringle de puissance et  $R$  la tare; appliquons sur le tablier une charge  $Q$ , son poids se transmet aux leviers par les chapes mobiles  $SS'$ , en se décomposant en deux forces  $q$  et  $q_1$  dont nous ne connaissons pas la valeur, mais dont

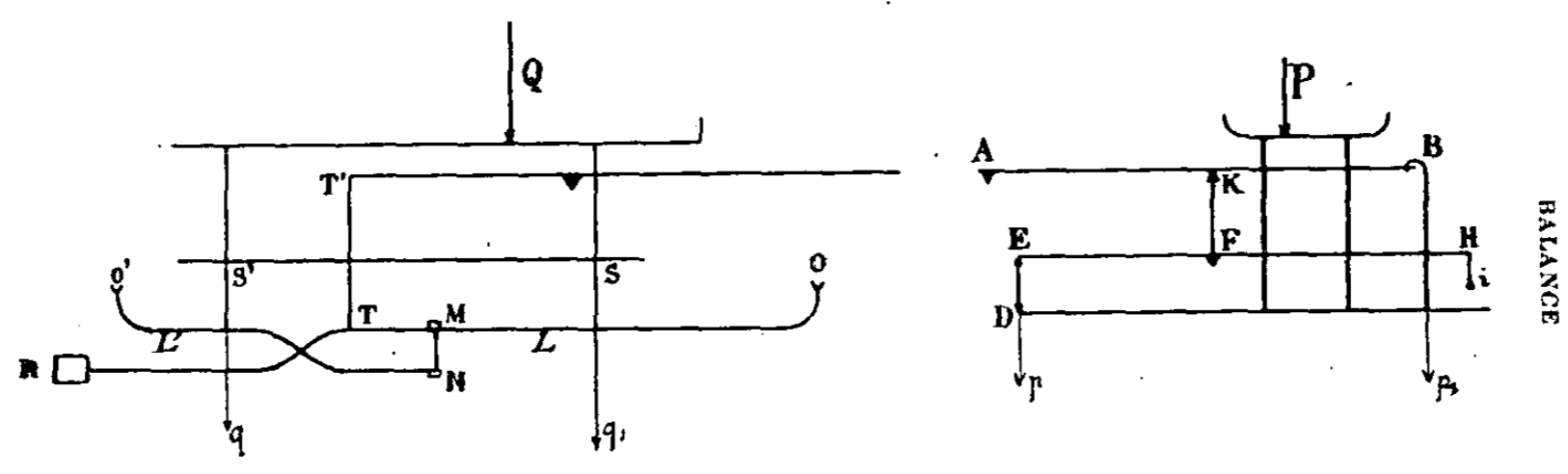


Fig. 187. Balance-basculé « la Savoisiénne » (schéma).  
(Le couteau A est le même dans les deux parties de la figure).

la somme est  $Q : q + q_1 = Q$  ( $Q$  se décompose en réalité en quatre forces, puisqu'il y a quatre chapes sous le cadre, mais nous les réunissons deux à deux, puisqu'elles se projettent verticalement l'une sur l'autre deux à deux). Soit  $a$  et  $b$  les bras de levier de  $S$  par rapport à  $O$  et de  $S'$  par rapport à  $O'$ ,  $a'$  et  $b'$  les bras de levier respectifs de la tringle et de la chape  $MN$ , par rapport aux deux mêmes points d'appui  $O$  et  $O'$ ; soit enfin  $c$  le bras de levier de la bride par rapport à  $O$ . Nous pouvons remplacer la composante  $q$  appliquée en  $S$  par  $q \times \frac{a}{a'}$ , appliquée en  $T$  à la tringle de puissance; nous ne changerons rien non plus à l'équilibre du système en remplaçant  $q_1$  par  $q_1 \times \frac{b}{b'}$ , appliquée suivant  $MN$ ; enfin cette dernière force pourra être remplacée par

$$q_1 \times \frac{b}{b'} \times \frac{c}{a'}$$

appliquée en  $T$ . On aura donc en définitive, décomposé la charge  $Q$  en deux forces appliquées au même point :

$$q \times \frac{a}{a'} \text{ et } q_1 \times \frac{b}{b'} \times \frac{c}{a'};$$

la somme de ces deux forces ne dépend pas des valeurs particulières de  $q$  et de  $q_1$ , puisque les longueurs  $a b c a' b'$  sont invariables une fois la balance construite.

Le dispositif de M. Collombert rend donc bien la pesée indépendante du point sur lequel on place la

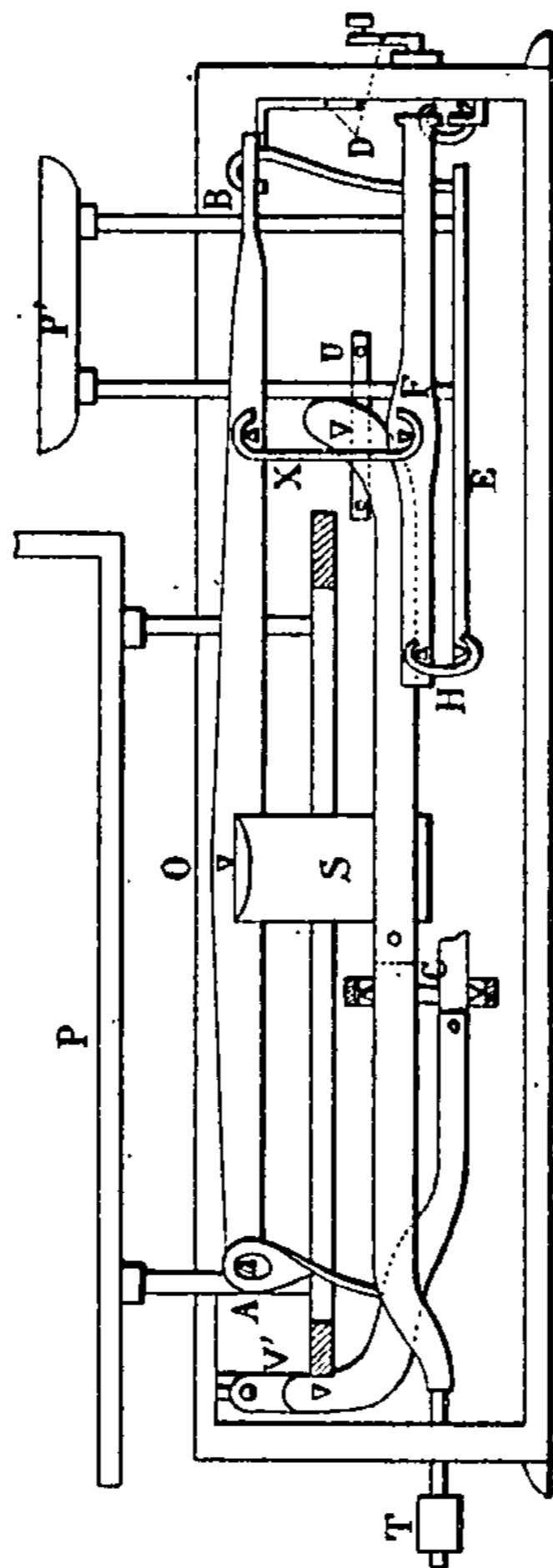


Fig. 188. Balance-bascule « la Savoisiennne ».  
(Elevation-Coupe).

charge. Pratiquement, le plus simple est d'égaliser les coefficients de  $q$  et de  $q_1$ , et d'écrire

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} \times \frac{c}{c'} \quad \text{ou} \quad a = \frac{b}{b'} \times c,$$

Cette dernière égalité ne renferme plus  $a'$ , elle permet de calculer  $a$ , connaissant  $b$ ,  $b'$  et  $c$ , on pourra donc choisir  $b$ ,  $b'$ ,  $c$  et  $a'$  arbitrairement, la valeur de  $a$  s'en déduira immédiatement.

Il résulte, de ce que nous venons de dire, que la charge  $Q$  posée sur le grand plateau produit la même action qu'un poids  $Q \times \frac{a}{a'}$  appliqué en  $T$ , c'est-à-dire à l'extrémité du petit bras du fléau; du rapport  $\frac{a}{a'}$  dépend donc la réduction de la charge, on donne à ce rapport une valeur voisine de  $\frac{1}{7}$ .

Examinons maintenant ce qui a lieu à l'autre extrémité du fléau : figurons le schéma des leviers qui transmettent à ce fléau l'action des poids marqués placés dans le petit plateau (fig. 187).

Soit  $AB$  le grand bras du fléau,  $DC$  l'étrier porte-tiges, sur lequel s'exerce l'action du plateau,  $EH$  le fléau de transmission, de point fixe  $i$  relié à l'étrier par la bride  $ED$ , et au fléau principal par la bride  $FK$ . Un poids  $P$ , mis dans le plateau, se décompose en deux autres  $p$  et  $p_1$ , appliqués l'un en  $D$ , l'autre en  $C$ . La force  $p$  équivaut à une plus forte appliquée en  $F$  ou en  $K$ , de valeur

$$p \times \frac{HE}{HF}, \quad \text{ou à} \quad p \times \frac{HE}{HF} \times \frac{AK}{AB}$$

appliquée en  $B$ , extrémité du grand fléau.

Le poids  $p_1$  peut aussi être considéré comme appliqué en  $B$ ; on aura donc en ce point :

$$p \times \frac{HE}{HF} \times \frac{AK}{AB} + p_1,$$

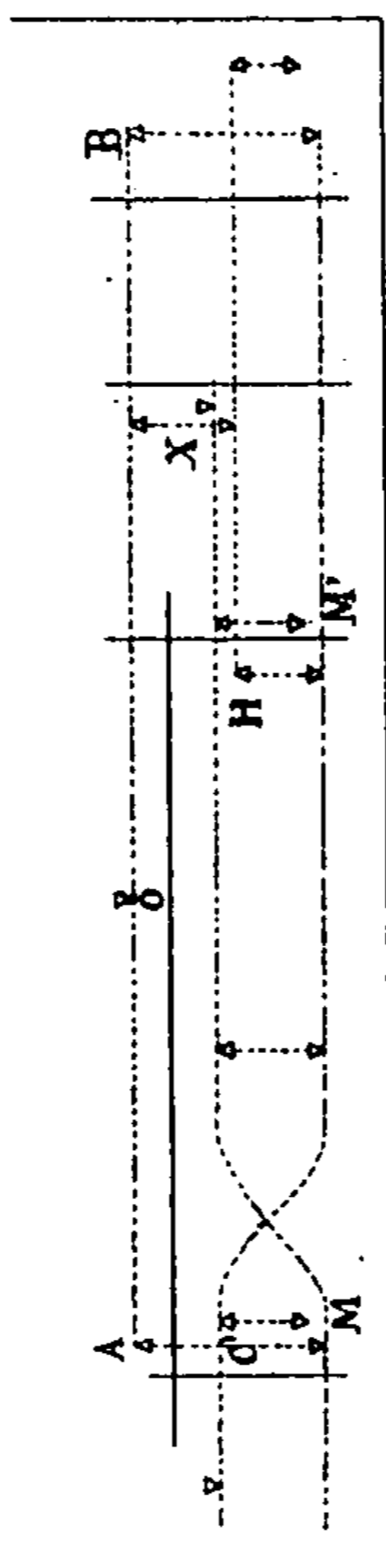


Fig. 189. Balance-bascule « la Savoisiennne ».

il suffira de faire

$$\frac{HE}{HF} \times \frac{AK}{AB} = 1, \text{ c'est-à-dire } \frac{HF}{HE} = \frac{AK}{AB}$$

pour obtenir  $p + p_1$  (ou P) en B.

Le fléau principal devra donc être en équilibre



sous l'action d'un poids  $Q \times \frac{a}{a'}$ , appliqué à l'extrémité du petit bras et de  $P$ , appliqué à l'extrémité du grand bras. En appelant  $l$  et  $l'$  les longueurs respectives des bras,  $l$  étant la plus grande, la condition d'équilibre sera  $Q \times \frac{a}{a'} \times l' = P \times l$ . D'où l'on tire :

$$\frac{P}{Q} = \frac{a}{a'} \times \frac{l'}{l}$$

Le rapport  $\frac{P}{Q}$  qui existe entre les poids marqués et la charge correspondante lorsque la bascule est en équilibre vaut  $\frac{1}{10}$  dans la balance de M. Collobert ; si on donne à

$$\frac{a}{a'} \text{ la valeur } \frac{1}{7} \text{ on en déduira } \frac{l'}{l} = \frac{7}{10}.$$

Cet instrument ne manque ni de justesse, ni de sensibilité, la boule de tare permet de le régler, et un niveau à bulle d'air placé sur le socle permet d'en obtenir l'aplomb. Au moment où l'on place la charge sur le tablier le fléau doit être fixe pour que le mécanisme et en particulier les couteaux ne reçoivent pas d'à-coups ; il y a pour cela une dragonne double placée latéralement, du côté opposé à la tare, et dont chaque branche peut soulever une extrémité du grand bras double du fléau ; ce mouvement est produit à volonté au moyen d'une petite manivelle.

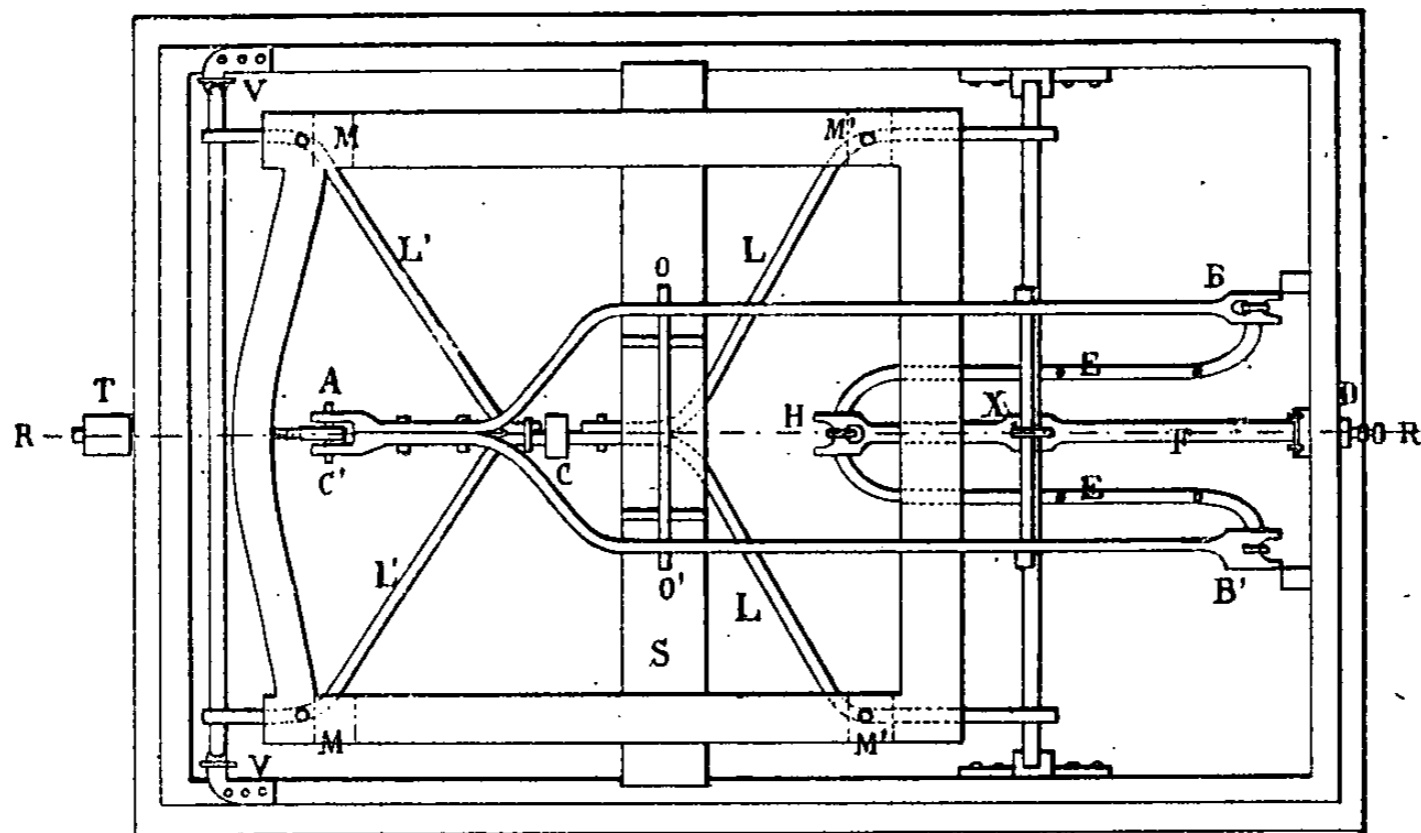


Fig. 190. Balance-basculé « la Savoisienné » (plan).

**Légende explicative des figures***1° Figures 188 et 189*

- P Plateau de charge.  
 P' Plateau destiné à recevoir les poids.  
 T Boule de tare.  
 N Niveau à bulle d'air.  
 D Dragonne de calage.  
 I Index.  
 C Brides reliant les leviers.  
 C' Brides reliant le levier L à l'extrémité A du fléau.  
 MM' Brides mobiles supportant le plateau P.  
 A O B Fléau en forme de fourche.  
 H Bride de jonction de l'étrier E et du fléau de transmission F.  
 X Bride reliant le fléau A O B au fléau de transmission F.

*2° Figures 190 et 191*

- A O O' B B' Fléau en forme de fourche.  
 O O' Axe d'oscillation du fléau.  
 E E Etrier porte-tiges.  
 F Fléau de transmission.  
 H Bride de jonction de l'étrier E et du fléau de transmission F.  
 L L L' L' Leviers triangulaires.  
 D Dragonne de calage.  
 C Brides reliant les leviers.  
 C' Brides reliant le levier L à l'extrémité A du fléau.  
 T Boule de tare.  
*Potier d'étain.*

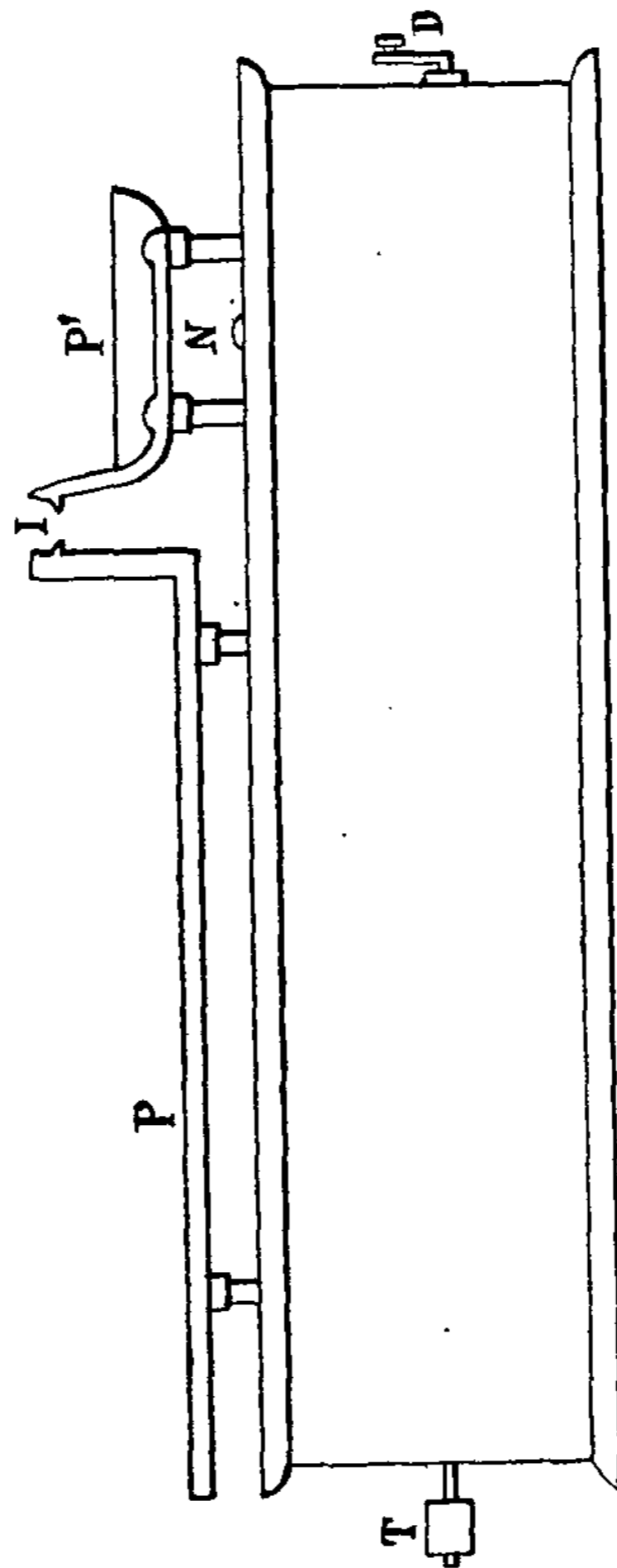


Fig. 191. Balance-bascule « la Savoisiennne ».

- S Support d'appui du fléau.  
 U Support du grand triangle.  
 V Support du petit triangle.

X Bride reliant le fléau AOB au fléau de transmission F.

#### XIV. BALANCES DE PRÉCISION ET DE LABORATOIRE

Le principe à observer dans la construction de ce genre de balances est de donner à l'instrument une grande sensibilité, et une sensibilité durable. Il faut pour obtenir une grande sensibilité un fléau léger et de grande longueur, ce qui paraît assez difficilement réalisable pratiquement, car le fléau ne doit pas fléchir néanmoins sous le poids de la charge. On appelle *limite de charge* d'une balance le poids maximum qu'on peut lui faire porter sans que le fléau fléchisse sensiblement. On arrive à un résultat satisfaisant en donnant au fléau la forme d'un losange très allongé dont l'intérieur est évidé, on le place de champ; ainsi les côtés supérieurs sont tendus et les côtés inférieurs comprimés, la petite diagonale verticale contre-vente le losange. Les extrémités du fléau font un coude au delà du sommet du losange et ce sont ces prolongements qui portent des couteaux d'acier destinés à recevoir des étriers simples ou doubles auxquels sont reliés les plateaux. La forme du fléau n'est pas toujours un losange parfait, mais aussi un quadrilatère à un seul axe de symétrie, ou un triangle isocèle dont la base est horizontale et placée au-dessus des deux autres côtés (fig. 192, 193). La rigidité du fléau s'obtient en employant l'acier ou le bronze.

Nous avons dit que pour qu'une balance soit très

sensible il faut aussi que le centre de gravité du fléau soit très près du pivot du milieu ; la grande aiguille que l'on place généralement au-dessous du fléau et dont l'extrémité se meut devant un petit

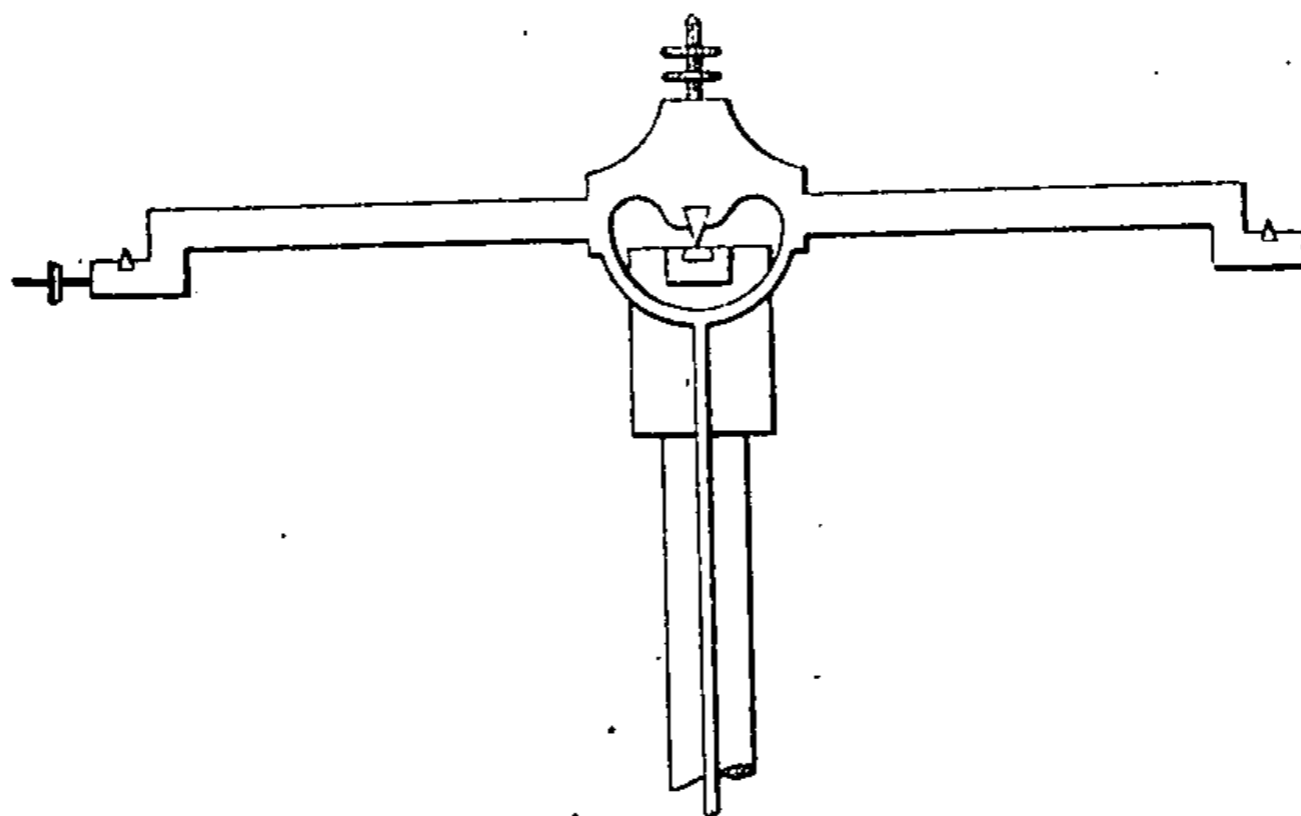


Fig. 192. Balance de laboratoire. Fléau.

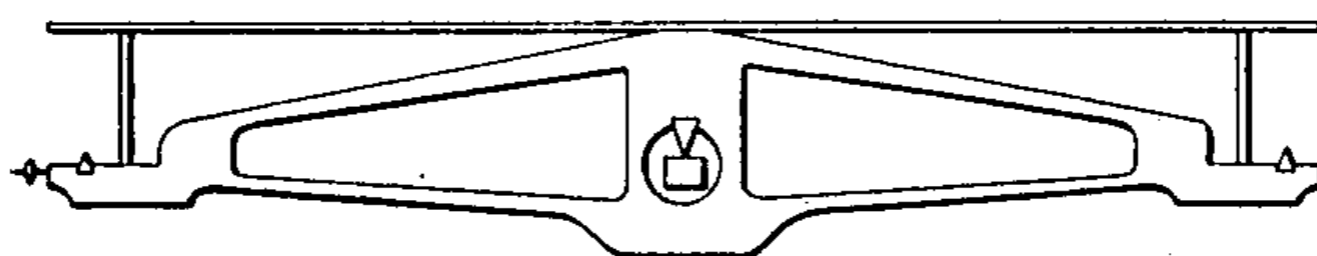


Fig. 193. Balance de laboratoire. Fléau.

cadran d'ivoire fixé au pied de la colonne, fait descendre le centre de gravité ; on contre-balance son effet en plaçant au-dessus du chef une goupille filetée sur laquelle peut se mouvoir un écrou souvent accompagné d'un petit contre-écrou.

Pour rendre la sensibilité durable, il suffit de bien régler la balance et d'éviter l'usure des couteaux :

la balance est supportée par une colonne métallique établie sur une caisse en bois reposant sur des vis calantes ; la colonne porte à sa partie supérieure un support horizontal qui traverse une ouverture pratiquée dans le fléau et reçoit le couteau sur un plan d'agate ; une pièce métallique appelée *fourchette* peut s'élever ou s'abaisser à volonté au moyen d'un mécanisme contenu dans la colonne et que l'on manœuvre de l'extérieur à l'aide d'un bouton moleté. Si l'on tourne ce bouton dans un sens convenable pour faire monter la fourchette, celle-ci saisit d'abord par les extrémités les étriers E (fig. 194) et les soulève un peu au-dessus de leurs couteaux ; puis par les deux appendices... elle soulève le fléau de telle sorte que le couteau ne repose plus sur le plan d'agate. Aucun des trois couteaux ne peut donc s'émousser quand la balance ne travaille pas utilement. Pour effectuer une pesée, on tourne le bouton en sens contraire afin de faire redescendre la fourchette ; elle replace ainsi successivement le pivot du milieu sur le plan d'agate et les étriers sur leurs couteaux respectifs.

Pour donner aux plateaux plus de liberté, on fait supporter au premier étrier E un second  $e$  au moyen d'un axe qui passe par les pointes des deux vis  $v$  et perpendiculaire à la direction du couteau, le second étrier peut osciller autour de cet axe ; ainsi les mouvements de ces deux étriers autour de leurs axes respectifs horizontaux, perpendiculaires entre eux, permettent aux plateaux d'obéir à la pesanteur et de se placer exactement de la même façon que s'ils étaient suspendus à un fil, en quel-

que point de leur surface que l'on pose les poids.

La balance est enfermée dans une cage de verre qui la soustrait à l'action des courants d'air. On met à l'intérieur de cette cage un petit récipient contenant du chlorure de calcium sec, de la chaux

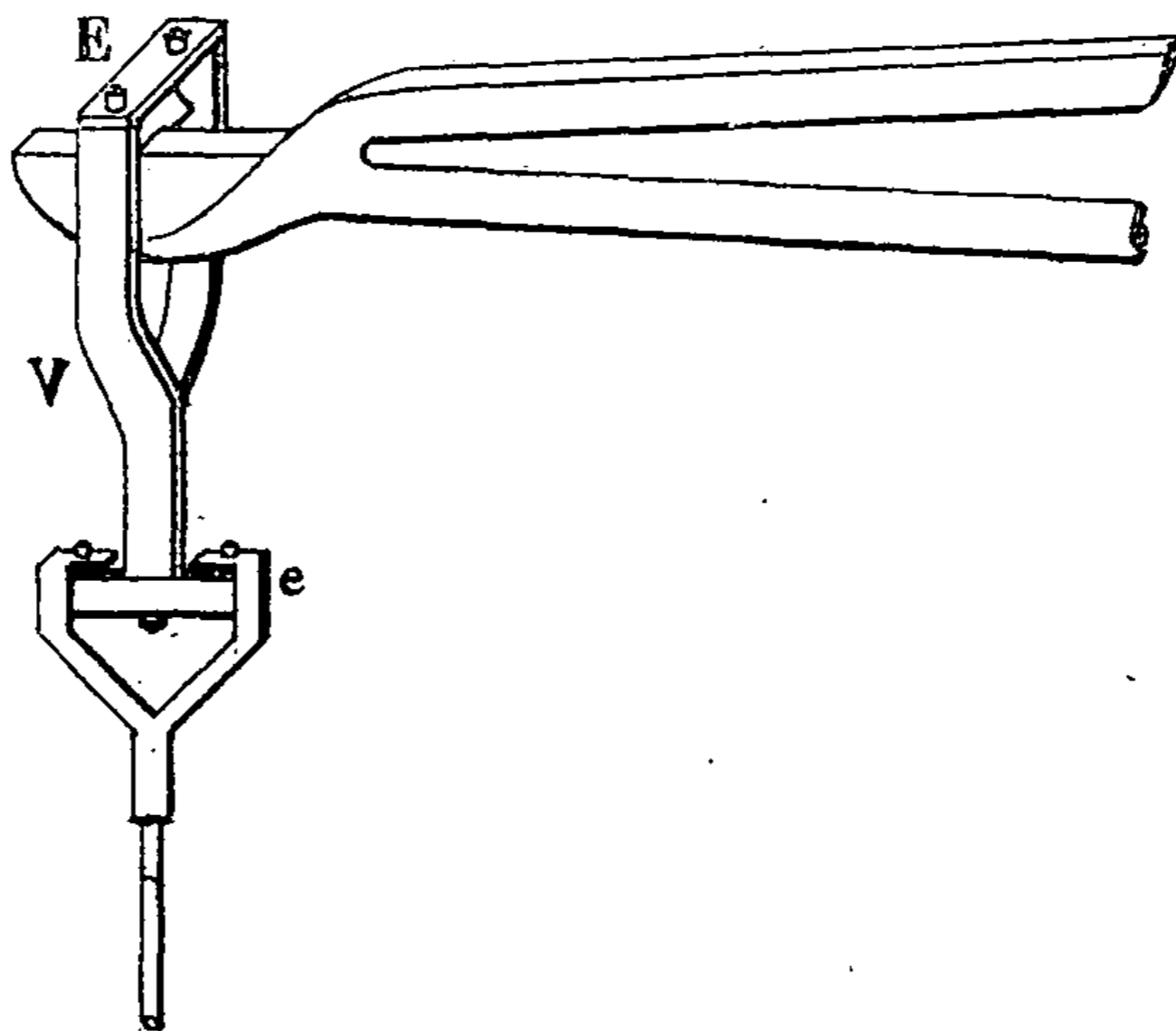


Fig. 194. Balance de laboratoire. Etrier.

vive ou de l'acide sulfurique concentré ; ces matières absorbent l'humidité et empêchent ainsi l'oxydation des pièces métalliques de la balance.

On pourra remarquer dans la description que nous venons de faire quelques dispositifs particuliers que ne doit pas comporter une balance légale ; les balances de précision forment en effet une caté-



gorie à part parfaitement déterminée par la *circulaire ministérielle du 28 juillet 1904* :

« 1° Sera considérée comme balance de précision non soumise à la vérification et au poinçonnage celle dont la sensibilité est telle que, sous sa charge maximum, elle accuse sûrement le milligramme.

« 2° Cette balance de précision devra être recouverte d'une cage en verre et montée à demeure sur un socle portant le nom du constructeur, l'indication de la force de l'instrument, celle de sa sensibilité exprimée par la surcharge, au plus égale à un milligramme, que la balance permet d'apprécier avec certitude.

« 3° Les poids qui accompagnent la balance de précision seront également exemptés de la vérification et du poinçonnage, mais à la condition expresse qu'ils aient une forme sensiblement différente de celle des poids légaux, qu'ils soient enfermés dans des boîtes spéciales portant, avec le nom du constructeur, l'indication de la balance à laquelle ils sont destinés, celle des poids contenus et celle de leur degré d'exactitude qui devra être tel que toute pesée puisse être faite au degré de précision marqué sur le socle de la balance. »

*Manière de s'en servir.* — On commence par s'asseoir devant la balance ; dans l'un des plateaux on met le corps, dans l'autre, on met la tare. On ferme la cage, on retire les fourches pour faire appuyer les couteaux. Généralement il n'y a pas équilibre ; on soulève les plateaux, on en recharge un, puis on recommence. Le fléau finit par avoir

des oscillations de plus en plus lentes. Ces premières recherches doivent être faites avec une balance peu sensible, c'est-à-dire que l'on descendra l'écrou placé au-dessus du chef du fléau, de manière à éloigner le centre de gravité de l'axe de suspension. On recommencera ensuite les opérations en donnant à la balance son maximum de sensibilité : pour cela on cherche à rendre la balance folle en faisant remonter l'écrou et dès que l'on a obtenu ce résultat on descend très légèrement l'écrou. L'équilibre étant rétabli, on remplace le corps par des poids marqués (méthode de la double pesée). Si la balance est très sensible, les durées d'oscillation sont longues ; on n'attend pas l'arrêt de la balance, on note les écarts et on en déduit la position d'équilibre de l'aiguille et par suite quel est le plateau à surcharger ; on note à nouveau les écarts, on en déduit encore la position de la balance à l'équilibre et par proportionnalité le poids à employer pour obtenir la position d'équilibre au zéro. On met ce poids dans la balance et on observe les oscillations. L'équilibre étant obtenu, on ne touche plus à l'écrou et on remplace les masses échantillonnées par le corps ; comme la sensibilité n'est pas la même qu'au début il peut y avoir un écart, on fait une correction en observant les oscillations (on calcule l'excès de poids).

*Nota.* — Les extrémités du fléau ne sont pas tournées ou à col de cygne comme dans une balance ordinaire, car cette construction ne présente pas l'exactitude des couteaux. Lorsque les bras du fléau sont très longs, ils subissent une légère flexion au moment de la pesée ; on en tient compte dans la

construction en abaissant un peu le pivot du milieu ; l'écrou placé au-dessus du chef permet aussi de remédier à cet inconvénient en déplaçant le centre de gravité du fléau.

Le pivot reposant dans toute sa longueur sur son coussinet d'agate offre une grande solidité ; cette construction permet de charger davantage le fléau sans risquer d'égrener le couteau.

Il va sans dire que la précision d'une balance est intimement liée à sa portée, et que l'on ne peut obtenir une grande approximation qu'à la condition de peser des corps très légers ; par exemple on n'évaluera pas le poids d'une charge d'environ dix kilogrammes à un milligramme près.

Les quatre vis calantes sur lesquelles repose la cage de la balance permettent de placer bien horizontalement l'appareil.

#### XV. DESCRIPTION DE LA BALANCE DE FORTIN

Cette balance comporte un fléau *aa* de près d'un mètre de longueur en fer plat, posé de champ et aminci du centre vers les extrémités. Ce fléau est traversé par trois couteaux dont l'un, placé au milieu, sert de pivot et s'appuie sur deux petits coussinets d'acier encastrés à la partie supérieure d'une colonne creuse *bb*, d'environ quatre-vingts centimètres de hauteur, faite généralement en cuivre.

La colonne qui porte ainsi le fléau renferme un mécanisme très simple permettant de soulever le fléau par ses bras ou seulement d'en limiter l'amplitude d'oscillation : à la base de la colonne et

intérieurement se trouve une rondelle de cuivre horizontale, d'un diamètre légèrement inférieur à celui de la colonne, que l'on peut faire tourner autour d'un axe vertical, à l'aide de la petite manivelle *ee* (en cuivre) qui traverse une rainure horizontale faite d'un côté et à la base de la colonne.

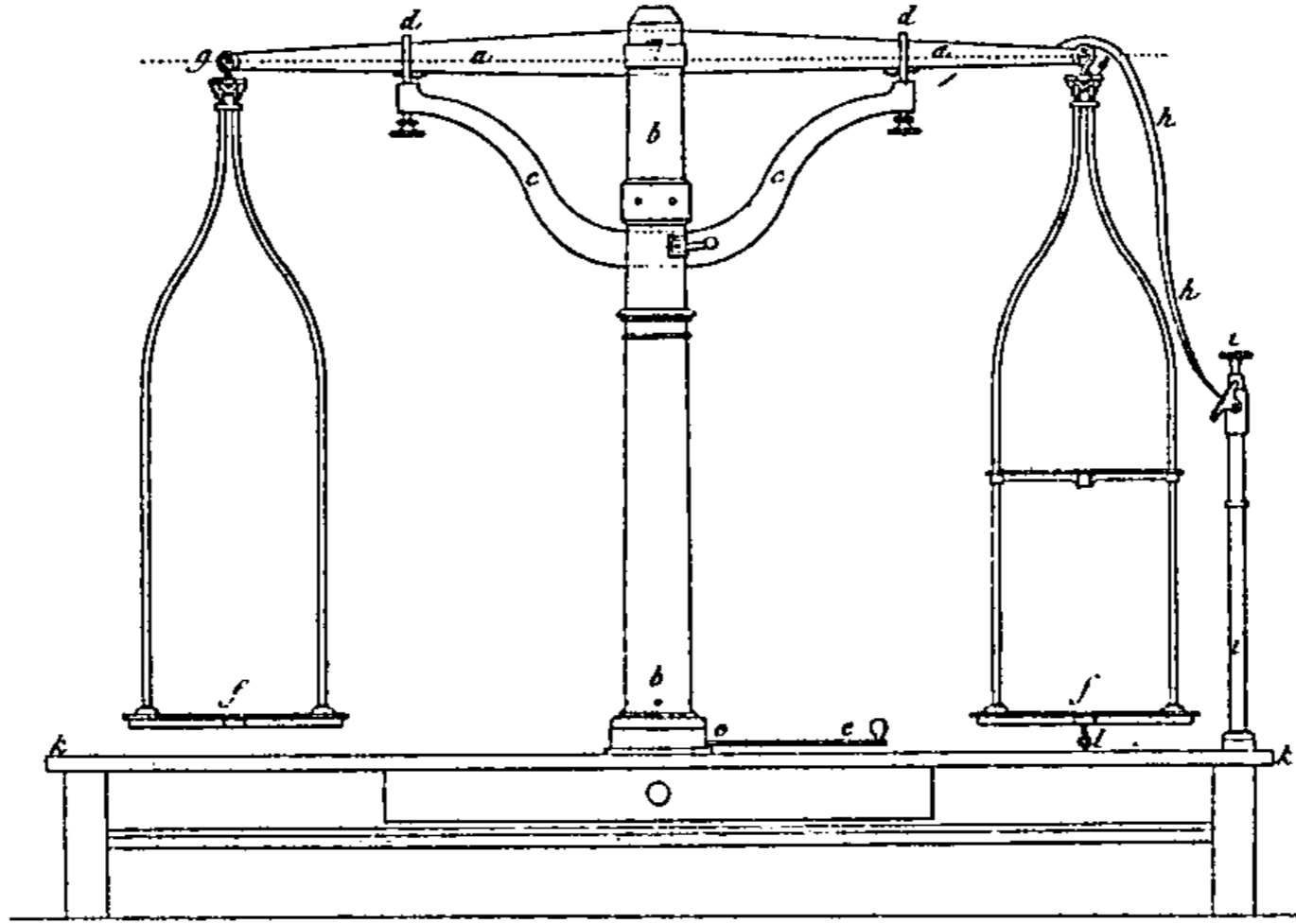


Fig. 195. Balance de Fortin.

La rondelle de cuivre porte à sa circonférence un petit coin hélicoïdal d'acier dont le déplacement angulaire fait soulever une tige verticale de fer, placée dans l'axe de la colonne et dont l'extrémité inférieure s'appuie sur le coin. Cette tige de fer, longue de soixante ou soixante-cinq centimètres, peut monter ou descendre facilement à l'intérieur de la colonne à travers deux guides cylindriques qui lui conservent sa direction ; à son extrémité

supérieure est brasée solidement une pièce de cuivre en forme d'arc renversé, d'environ soixante-dix centimètres de développement, qui traverse la colonne de part et d'autre grâce à deux petites fenêtres longitudinales pratiquées latéralement.

Chaque branche de l'arc se place sous un bras du fléau aux deux tiers environ de sa longueur en *d*.

En manœuvrant la manivelle *e e*, on approche ou on éloigne le fléau des butées *d*.

Les plateaux *f f* en cuivre ont la forme de losanges de 20 centimètres de longueur sur 11 de largeur, renforcés au-dessous par des croix en cuivre de 4 à 7 millimètres d'épaisseur sur chacune desquelles on a adapté une tige en laiton; ces deux tiges se recourbent à leur partie supérieure et sont réunies en forme d'étrier au moyen d'une petite plaque de cuivre oblongue sur laquelle on visse deux petits crochets d'acier. Pour suspendre le plateau au couteau correspondant du fléau, on se sert d'une petite plaque de cuivre qui porte à sa partie inférieure une sorte de chape sur laquelle s'appliquent les crochets du plateau, tandis qu'au-dessus sont montés deux autres crochets qui embrassent le couteau. Les deux systèmes de suspension sont à angle droit, de façon à permettre au plateau d'obéir librement à la pesanteur.

L'ensemble de la balance est monté sur une table en bois *k k*, à quatre pieds, au moyen de petits boulons et écrous qui traversent le pied de la colonne.

L'aiguille indicatrice se trouve placée à une extrémité du fléau et se meut devant un petit arc de

cercle gradué monté à la partie supérieure d'une colonnette de cuivre *ii*.

Les trois couteaux du fléau sont en acier trempé dur et très tranchants, le pivot médian un peu au-dessus de la ligne des deux autres, mais d'une quantité excessivement petite.

Les coussinets d'acier sur lesquels s'appuie le pivot, et les crochets des extrémités sont trempés plus doux que les couteaux afin d'éviter l'altération du tranchant de ceux-ci ; il importe en effet de ne pas user les arêtes des couteaux, car la justesse et la sensibilité de la balance en dépendent.

Pour empêcher le fléau de se détériorer, aux points où il vient frapper l'arc de cuivre, on lui a fixé en ces points une petite pièce d'acier longue de quelques centimètres qui porte du côté de la colonne un petit talon taillé en biseau destiné à maintenir le fléau en place.

On empêche également le fléau de se déplacer suivant la direction de son couteau-pivot au moyen des fourchettes *dd* fixées aux extrémités de l'arc *cc*. Le fléau doit passer dans ces fourchettes sans frottement.

Les fourchettes sont fixées à l'arc par leur queue carrée qui peut coulisser verticalement dans une mortaise de l'arc et s'arrête au moyen d'une vis ; on règle ainsi leur distance du fléau de manière à permettre à celui-ci un déplacement faible, ce que l'on constate à l'aide de l'aiguille.

Nous avons dit plus haut que l'arc de cuivre est brasé sur une tige de fer placée à l'intérieur de la colonne et guidée par deux collets cylindriques ; ce guidage n'empêche pas la tige de tourner en

entraînant dans ce mouvement l'arc supérieur ; on supprime cette rotation en adaptant à la colonne, à la hauteur convenable, deux petites plaques en cuivre munies chacune d'une vis à molette, c'est entre ces vis que l'on serre l'arc en ne lui laissant qu'un jeu très faible.

*Remarques.* — Il importe de donner à la manivelle *ee* une assez grande longueur, de façon à ce que, l'espace parcouru par la main de l'opérateur étant beaucoup plus considérable que celui de la tige et par suite de l'arc, l'on ne puisse produire un choc sur le fléau en déplaçant ses supports.

La graduation devant laquelle se meut l'aiguille indicatrice est montée de manière à pouvoir être déplacée verticalement au moyen d'un bouton moleté qui surmonte la colonne *ii* ; de plus on peut orienter cette portion de cadran comme l'on veut.

Au-dessous d'un des plateaux se trouve un crochet *l* qui peut servir, si l'on veut employer cette balance comme une balance hydrostatique, pour déterminer la densité d'un corps (voir comme exemple la détermination du titre de l'étain). Il suffit pour cela d'accrocher le corps et de le plonger dans un vase rempli d'eau placé au-dessous. (On a percé dans la table une ouverture correspondant à *l*).

Fortin construisit sa balance de telle façon qu'on ne puisse s'en servir que par la méthode de la double pesée ; il suffisait pour cela de ne pas la faire juste, par exemple en donnant aux bras du fléau des longueurs inégales, c'est ce que fit Fortin ; mais on a ensuite construit des balances de ce type à bras égaux.

Cette balance est susceptible d'une grande précision.

#### XVI. ORDONNANCE DU 20 DÉCEMBRE 1892

##### Extraits

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — Sont assujettis à la vérification des poids et mesures :

1<sup>o</sup> Les professions, commerces et industries désignés au tableau A annexé au décret du 26 février 1873.

2<sup>o</sup> Les professions, commerces et industries désignés au décret du 1<sup>er</sup> mai 1891.

3<sup>o</sup> Les professions, commerces et industries, analogues aux précédents, qui ont été ou qui seront soumis à la vérification par des arrêtés préfectoraux spéciaux, approuvés par le Ministre du Commerce et de l'Industrie, conformément à l'art. 6 du décret du 26 février 1873.

ART. 2. — Toute personne exerçant l'une ou plusieurs des professions, commerces ou industries indiqués en l'article précédent, est tenue de se pourvoir des séries complètes de poids et mesures appropriées à la nature de ses opérations.

ART. 5. — Les poids, mesures, balances, romaines et autres instruments de pesage autorisés dont les assujettis sont pourvus sont, comme précédemment, soumis à une vérification périodique annuelle et marqués du poinçon désigné pour l'exercice.

ART. 10. — Les poids et mesures d'un déplacement difficile seront poinçonnés chez l'assujetti. — Sont considérés comme munis d'un matériel d'un



déplacement difficile, les assujettis pourvus de vingt poids de 20 kilogrammes au moins, d'une balance de magasin, d'une romaine de forte portée, d'une balance-bascule, d'une romaine-bascule ou d'un pont à bascule.

ART. 14. — Seront vérifiées dans les lieux où elles seront employées, les membrures servant au mesurage du bois de chauffage. Il est défendu aux marchands de faire ajouter de faux tenons et des coins dans les joints des montants et dans ceux des contre-fiches de ces mesures.

ART. 15. — Les balances ordinaires seront toujours suspendues de manière qu'entre leurs plateaux et le sol, ou le comptoir sur lequel elles sont établies, il y ait une distance suffisante pour permettre d'apprécier leurs mouvements. Cette distance, pour les balances de comptoir, sera proportionnelle à la longueur du fléau ; elle devra mesurer le dixième au moins de la longueur de l'un des bras.

Pour toutes les balances de magasin, la distance des plateaux au sol est fixée à 18 centimètres.

(Les balances de magasin sont celles dont la longueur du fléau est supérieure à 0<sup>m</sup> 65).

ART. 16. — Les plateaux des balances à bras égaux doivent être d'une égale pesanteur et ajustés exclusivement soit par réduction de l'un d'eux, soit par addition de corps solides soudés ou cloués et rivés sur le plateau.

Il ne pourra jamais être ajouté aucun objet mobile aux chaînes ou cordons de suspension.

Il est formellement interdit d'attacher aux parties mobiles des balances et des bascules des fils

ou ficelles pouvant avoir pour effet d'entraver la liberté des mouvements de l'appareil.

ART. 17. — L'élévation des plateaux des balances Roberval ou de systèmes analogues, dépendant de leur construction, ces balances ne recevront la marque de vérification première qu'autant que l'un des plateaux étant entièrement abaissé, la partie apparente de la tige opposée, aura en hauteur, le dixième de la longueur totale du fléau.

ART. 18. — Toutes les balances à bras égaux dont les plateaux sont mobiles devront porter, sur l'une de leurs parties fixes, une goutte de plomb ou d'étain pour recevoir, au besoin, le poinçon de vérification périodique.

ART. 24. — Ceux qui voudront se livrer à la fabrication ou au rajustage des poids, mesures ou instruments de pesage, devront faire insculper au bureau central d'étalonnage leur marque de fabrique dont le symbole leur sera délivré au dit bureau. Ceux qui cesseront la fabrication dont il s'agit devront en faire la déclaration au même bureau.

---

## CHAPITRE XIV

Fabrication des mesures en bois  
et art du boisselier

SOMMAIRE. — I. Généralités. — II. Notions sur les principales essences de bois. — III. Art du boisselier. — IV. Mesures de capacité en tôle et en cuivre destinées aux matières sèches. — V. Conditions à remplir par les mesures pour être admises par les vérificateurs. — VI. Manière de vérifier la capacité des mesures en bois. — VII. Réglementation relative aux mesures pour matières sèches.

## I. GÉNÉRALITÉS

Les mesures autorisées pour les matières sèches, sont :

Le double-hectolitre, qui vaut	200	litres.
L'hectolitre,	100	—
Le demi-hectolitre,	50	—
Le double-décalitre,	20	—
Le décalitre,	10	—
Le demi-décalitre,	5	—
Le double-litre,	2	—
Le litre,	1	—
Le demi-litre,	0,5	
Le double-décilitre,	0,2	
Le décilitre,	0,1	
Le demi-décilitre.	0,05	

Ces mesures devront être construites de forme

cylindrique et d'un diamètre intérieur égal à la hauteur. On verra plus loin, dans le chapitre réservé aux circulaires parues sur cette question depuis 1840, de quels matériaux le fabricant pourra se servir; mais avant toutes choses, les mesures devront être établies solidement dans toutes leurs parties. Celles qui seront garnies intérieurement de potences ou autres corps saillants, auront une hauteur augmentée proportionnellement au volume de ces objets.

Les mesures en bois devront être formées d'une éclisse ou feuille mince, courbée sur elle-même et fixée par des clous.

Toutes les mesures en bois devront être garnies d'une bordure en tôle rabattue. Les mesures, depuis et y compris le double-décalitre jusqu'à l'hectolitre, devront en outre être ferrées. On pourra, suivant l'usage auquel elles sont destinées, y adapter des pieds fixés au moyen de boulons et d'écrous.

Les mesures en bois de plus petites dimensions, pourront être garnies de bandes latérales en tôle.

On pourra fabriquer des mesures pour les matières sèches, en cuivre ou en tôle, pourvu qu'elles soient établies avec solidité et dans la forme ci-dessus prescrite.

Chaque mesure doit porter le nom qui lui est propre; le nom et la marque du fabricant seront appliqués sur le fond de la mesure.

Ces mesures auront les dimensions suivantes :

Double-hectolitre. . . . .	634 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>
Hectolitre . . . . .	503 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 1

Demi-hectolitre . . . . .	399 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 3
Double-décalitre . . . . .	294 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 2
Décalitre . . . . .	233 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 5
Demi-décalitre . . . . .	185 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 3
Double-litre . . . . .	136 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 6
Litre . . . . .	108 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 4
Demi-litre . . . . .	86 <sup>m</sup> / <sub>m</sub>
Double-décilitre . . . . .	63 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 4
Décilitre . . . . .	50 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 3
Demi-décilitre . . . . .	39 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> 9

Il convient d'observer que les dimensions ci-dessus ont été calculées en supposant l'intérieur des mesures parfaitement cylindrique et sans aucun accessoire susceptible d'en diminuer le volume. Ces conditions théoriques ne sont pas réalisées ordinairement dans la pratique, puisque, en général, les feuilles sont fixées à recouvrement ; et aussi que certaines mesures exigent des accessoires tels que potences, cercles et boulons en fer. Il faudra donc entendre, dans le premier cas, pour diamètre, le diamètre moyen, et dans le second, pour hauteur, celle qui se déduit de la contenance requise, connaissant le volume occupé par les accessoires.

Le fabricant qui veut entreprendre la construction de mesures de capacité pour les matières sèches, fera bien de se munir d'une série de verges en fer, ayant les dimensions indiquées dans le tableau ci-dessus ; il utilisera pour cela un mètre exactement divisé, tel que l'étalon en cuivre déposé dans chaque bureau de vérification. De cette manière, il déterminera rapidement la hauteur et le

diamètre de chaque mesure. Il prendra aussi communication des divers modèles-types, déposés dans ces mêmes bureaux. Après quoi il se trouvera dans de bonnes conditions pour travailler, d'après les indications suivantes.

## II. NOTIONS SUR LES PRINCIPALES ESSENCES DE BOIS

Le boisselier fabrique les mesures de capacité en bois, les seaux, tamis, soufflets, cribles, caisses de tambours et les ustensiles de ménage. Mais la partie la plus délicate de son métier se rapporte à la construction des mesures.

Les boisseliers achètent les bois tout préparés dans les forêts en exploitation. Les bois fendus sont de beaucoup préférables aux bois sciés, parce qu'ils travaillent moins. Autrefois le règlement n'autorisait que le chêne comme matière première ; mais actuellement — ainsi qu'il est dit dans le chapitre suivant — beaucoup d'autres essences peuvent être employées *pour la fabrication des mesures*.

Ceci nous amène à dire quelques mots sur les bois utilisés dans la boissellerie,

L'*orme* champêtre ou tortillard, confondu souvent sous le nom d'orme rouge, est dur, élastique, très tenace, d'une fente difficile, d'une durée égale à celle du chêne, résistant très bien à l'influence de l'humidité. La variété dite tortillard, ainsi appelée à cause de la disposition de ses fibres qui sont entrelacées, présente, surtout quand le bois est bien sec, une résistance considérable.

L'orme est employé principalement pour le char-

ronnage, il l'est rarement pour la charpente, parce qu'il se tourmente ; il ne convient donc pas pour les fonds des mesures. L'orme ne doit être employé que longtemps après son exploitation, parce qu'il se dessèche lentement et prend un retrait notable (12 0/0).

L'aune a une belle couleur rouge orange, est d'un grain fin et égal, demi-dur et demi-lourd, doux, facile à travailler, cassant, sans résistance et se gerçant volontiers. En plein air, même à couvert, il résiste peu de temps, car il est sujet à la pourriture et à la vermoulure.

Le *tilleul* est blanc ou légèrement jaunâtre, tendre, léger, homogène, il travaille et se fend peu, il se coupe en tous sens sans éclater sous l'outil ; sa durée n'est pas considérable, mais les vers l'attaquent rarement. On l'emploie à une foule d'usages, rabots, cadres, plateaux d'imprimerie, touches et claviers d'orgues et de pianos, etc.

Le *tremble* est blanc, quelquefois veiné de rouge au cœur, léger, tendre, assez homogène et doué d'une certaine flexibilité ; il prend beaucoup de retrait par la dessiccation. Exposé aux variations atmosphériques, il s'altère et se pourrit rapidement.

Le *cerisier merisier* est rouge brunâtre clair veiné. Il est dur, tenace, mais s'altère rapidement à l'air, il perd 1/16 de son volume en se desséchant. On l'emploie en ébénisterie.

Le *poirier sauvage* est très homogène, à fibres très fines, assez uniformément rouge, moins vivement coloré au cœur que le pommier ; il se travaille aisément dans toutes les directions et peut prendre un très beau poli. Néanmoins il est sujet à

se tourmenter et ne peut être employé que complètement sec, il se voile en séchant, mais ne se fend pas, son retrait est du  $\frac{1}{6}$  de son volume vert.

Le *pommier sauvage* présente les mêmes caractères que le poirier, il travaille encore plus, se voile beaucoup et se fend même en séchant.

*Nota.* — Les bois de fente sont ceux qui, fendus dans le sens du fil, sont employés à la fabrication des tonneaux, des lattes et des échelas. Le *chêne* est dans nos climats le plus propre à la fente, c'est son bois qui sert à faire les meilleures douelles, les lattes et les échelas les plus durables. On refend aussi le hêtre pour faire les menus ouvrages dits de râclerie et les bois résineux pour faire des lattes, des bardeaux et des échelas.

Le *hêtre* croît dans les contrées tempérées et froides de l'Europe, on le rencontre jusqu'à 1,500 et 1,800 mètres d'altitude. Les terrains marécageux, trop compacts ou secs ne lui sont pas favorables. Il croît d'abord lentement, puis grandit rapidement vers la dixième année. Son tronc est droit, cylindrique, son écorce est lisse et grise. C'est une des essences les plus répandues dans les forêts. Son bois, de couleur fauve et très claire, est plein et dur mais disposé à la vermoulure. On peut le préserver de ce défaut en le débarrassant de la sève et le laissant bien se dessécher. Le hêtre sec se fendille et se rompt plus facilement que le chêne. Lorsqu'il est vert, on peut le fendre et le découper aisément. Ce bois prend un retrait considérable quand il est découpé avant d'être très sec. Les faisceaux de fibres (prolongement médullaires qui tendent de la circonférence au centre) sont très pro-



noncés ; de sorte que de quelque manière qu'on le débite, la moelle est toujours apparente. Le hêtre est très peu propre à la charpente, parce qu'il est très promptement atteint par la carie ; il ne résiste pas à l'humidité. On l'emploie à la fabrication des meubles communs, des établis, des tables de cuisine, des étaux de bouchers, des varlopes, manches d'outils, etc.

Débité en feuilles d'un millimètre et plus d'épaisseur, le hêtre est d'un usage général pour la confection des objets de boissellerie, et à ce titre il nous intéresse particulièrement.

*Sapin.* — C'est l'arbre des terrains siliceux, à sol profond ou calcaire ; son bois est uni, homogène, léger, très tendre, élastique, sonore, rempli de nœuds. Les sapins couvrent des montagnes élevées, des régions neigeuses dans le Nord de l'Europe. L'Europe centrale les reçoit de Suède et de Norvège, ainsi que d'Amérique. On l'emploie pour les constructions terrestres et maritimes, la menuiserie de bâtiment, en raison de ses qualités et de l'abondance de sa production. On l'utilise pour la confection des échafaudages en charpente ; les bois de sapin employés à cet usage doivent être exempts de nœuds et ne présenter que des couches annuelles ne dépassant pas six à sept millimètres d'épaisseur ; le bois qui croît trop vite se casse net. On recherche actuellement pour le pavage en bois le sapin d'Amérique et aussi celui des Landes. Il se rabote parfaitement, mais il est trop spongieux pour qu'il soit possible de le polir, aussi le recouvre-t-on souvent d'une peinture opaque. Sa grande élasticité le rend propre à des applications spé-

ciales : construction de ressorts, tables d'harmonie de pianos et de violons. Il dure longtemps, la résine empêchant la destruction par l'humidité. La densité du bois de sapin séché à l'air varie de 0,495 à 0,729 ; sa résistance à l'extension varié de 800 à 900 kilogrammes par centimètre carré ; la charge de sécurité doit être prise égale au dixième de la charge de rupture ; on prend en moyenne 60 kilogs par centimètre carré pour le bois de sapin à cause de sa qualité variable.

Le *châtaignier*, au port majestueux et au beau feuillage, est l'arbre dont le bois présente le plus d'analogie avec le chêne. Tous deux ont leurs fibres longitudinales à peu près de même couleur, mais les irradiations transversales, très apparentes dans le chêne, sont fort difficiles à apercevoir dans le châtaignier, ce qui suffit à distinguer ces deux arbres.

Le châtaignier est propre à la charpente, à la menuiserie, aux ouvrages de fente. Exposé à l'air, il devient cassant en vieillissant ; il est aussi sujet à la vermoulure intérieure, tout en conservant une apparence extérieure de solidité qui trompe l'œil le plus exercé. Sous l'eau, ou en terre, il dure des siècles. Il pourrait être avantageusement employé pour les constructions sur pilotis, surtout pour les conduites souterraines. Peu exposé à se resserrer ou à se gonfler, il est également employé pour la confection des douves. Dans sa jeunesse, le bois de châtaignier est très liant, il n'en est pas de meilleur pour faire des cercles. L'usage en est autorisé pour la fabrication des mesures de capacité pour matières sèches. Il fournit aussi du treillage, des

pieux, des échelas qui durent plus longtemps que ceux de chêne.

Le châtaignier se trouve partout en France, excepté dans les départements du Nord. On le rencontre surtout en Alsace, en Franche-Comté, dans le Dauphiné, la Corse, la Provence, le Languedoc, le Lyonnais, l'Auvergne, le Périgord, le Limousin, la Marche et la Bretagne.

Le *noyer* est un bel arbre dont toutes les parties exhalent, si on les froisse, une odeur aromatique. Il est originaire de la Perse ou du Caucase, mais naturalisé depuis longtemps en Europe. Il se cultive de préférence dans les régions tempérées, à sol profond, frais et perméable. Toutes les parties du noyer peuvent être utilisées avantageusement : le fruit constitue pour l'alimentation une précieuse ressource ; son tourteau est encore un excellent aliment pour le bétail ; on emploie les feuilles en décoction et les racines en teinture. Le bois est veiné, flexible et facile à tailler et à tourner, il est susceptible d'un beau poli ; on l'emploie pour la fabrication des meubles et d'une foule d'objets divers, en particulier des mesures pour matières sèches.

Le *frêne*, bois blanc, veiné longitudinalement, est assez dur, souple, élastique, moins lourd que le chêne, l'orme et les autres bois durs. La solidité de sa fibre et son élasticité en font un des bois les plus résistants de notre pays ; malheureusement lui aussi est sujet à la vermoulure, ce qui empêche de l'employer dans les charpentes. Il sert dans le charonnage, pour toutes les pièces qui ont besoin de ressort ; on en fabrique des cercles de

tonneaux, les meilleurs après ceux de châtaignier, des chaises, des queues de billard, des manches d'outils.

Depuis 1873 son emploi est autorisé pour la boissellerie.

Le *buis* croît spontanément dans la région méditerranéenne : Espagne, Portugal, Grèce, Afrique et sur les coteaux pierreux et calcaires de l'Europe centrale. Le bois des tiges et des racines est dur, très dense, d'une couleur jaunâtre. Il est très employé pour la tabletterie, les ustensiles de pratique médicale, les jeux, etc. Son grain fin et serré le fait rechercher pour la gravure sur bois.

Nous ne parlons pas à dessein du chêne, employé en boissellerie, dont les qualités sont bien connues et les usages extrêmement nombreux.

### III. ART DU BOISSELIER

On débite le bois à la scie en feuilles de largeur et d'épaisseur convenables, suivant les mesures que l'on veut construire ; il faut apporter à ce travail un soin tout particulier, surtout en ce qui concerne l'épaisseur dont dépend en grande partie la régularité des mesures. On laisse sécher ces feuilles pendant un an, autant que possible, avant de les mettre en œuvre.

Il n'y a que les grandes mesures qui exigent deux feuilles, l'une en dedans, l'autre en dehors (hectolitre et demi-hectolitre). Les autres se construisent avec une seule feuille. Il serait difficile de se procurer des feuilles de la hauteur des grandes mesures ; on est obligé de former chaque feuille

de deux parties, l'une au-dessus de l'autre. Il est nécessaire de bien choisir les feuilles destinées à constituer le corps de la mesure et de bien les arrêter pour assurer la solidité et la bonne façon de l'objet.

On commence par prendre une feuille de bois que l'on dresse et amincit au rabot, on la rogne à la cisaille, on la pare à la plane, c'est-à-dire qu'on en rend la surface régulière en enlevant les aspérités. On la coupe de longueur en se servant de calibres aux dimensions déterminées ; exemple : pour le litre ce sera un rectangle de 340 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> 6 de longueur, sur 128 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> 4 de largeur. Cette dernière dimension est calculée d'après la position du fond de 3 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> d'épaisseur, le jable devant être à 17 millimètres du bord, il restera donc 108 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> 4 comme hauteur intérieure de la mesure ( $108 \frac{m}{m} 4 \times 3,1416 = 340 \frac{m}{m} 6$ ). On amincit légèrement la feuille aux deux extrémités, de manière qu'elle ait 4 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> au milieu de sa longueur et 3 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> aux extrémités (toujours pour le litre). On creuse le jable au rabot, à la hauteur de 17 <sup>m</sup>/<sub>m</sub>, et on prépare le fond de 3 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> d'épaisseur. On fait tremper la feuille dans l'eau chaude ou dans la vapeur pendant assez longtemps de manière à la plier facilement et on lui fait prendre la forme cylindrique sur un mandrin approprié. Pour obtenir une régularité parfaite, on peut employer à cet effet une sorte de petit laminoir formé de deux mandrins en bois pouvant tourner autour de leurs axes respectifs qui reposent sur des paliers et un bâti rustiques.

On fixe la feuille sur le rouleau A (fig. 196) par l'un de ses bouts et on tourne doucement la mani-

velle, le bois se trouve ainsi forcé par l'autre rouleau B de se coller sur le premier.

Quand les deux extrémités arrivent l'une en face de l'autre, on retire la feuille de dessus le rouleau, ainsi que la plaque de fer F sur laquelle elle est fixée, on la détache de cette plaque et on la maintient enroulée au moyen d'une pince en bois P (fig. 197), munie d'une pièce C qui coulisse le long de la pince et permet le serrage. On fait entrer dans le cylindre deux faux-fonds tels que H (fig. 198),

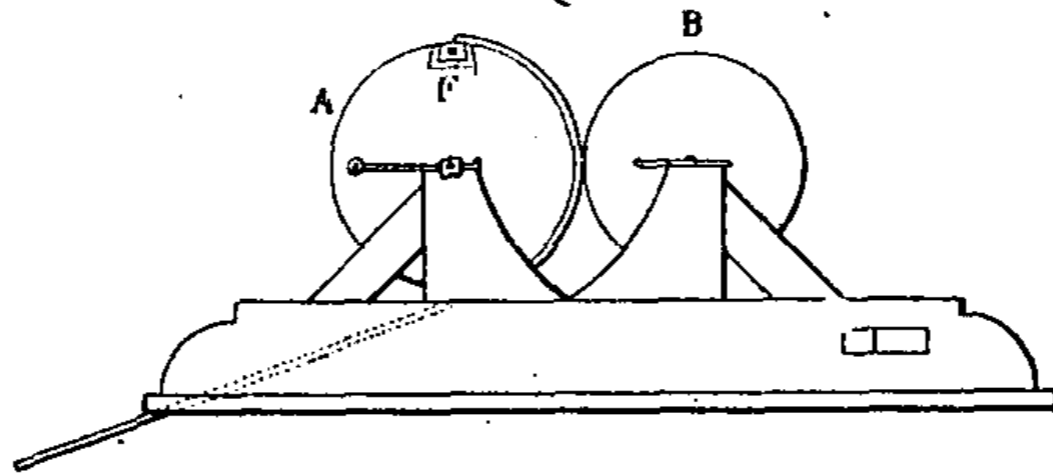


Fig. 196.

échancrés en *h* pour le passage de la pince, ces faux-fonds étant exactement du diamètre prescrit. On laisse le bois sécher avec ces deux fonds provisoires.

Pendant ce temps on recommence à enrouler une autre feuille sur le mandrin A. Quand le bois est suffisamment sec, on entre le véritable fond dans le jable et on présente le tout sur un mandrin très exact ayant  $108^{\text{m}}/4$  de diamètre et de hauteur, on le coiffe avec la mesure et ainsi le fond doit porter exactement sur la base supérieure du mandrin.

Celui-ci porte une embase plus large et assez

haute pour que l'on puisse le manier commodément. On ajuste le cylindre sur le mandrin, de manière que son bord s'appuie bien sur l'embase,

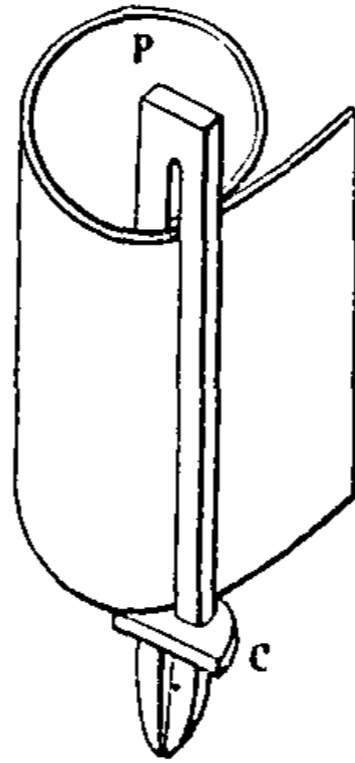


Fig. 197.

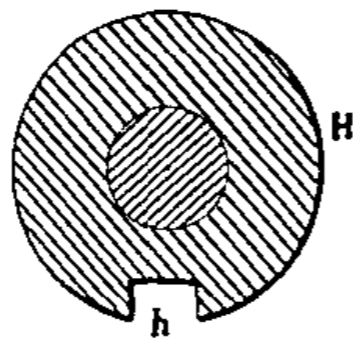
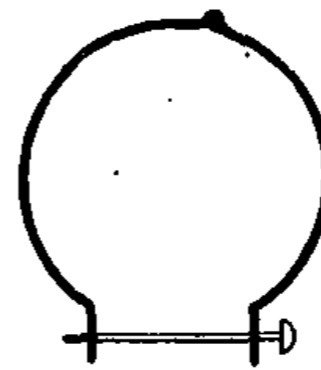
Fig. 198.  
Faux fond.

Fig. 199.

et on maintient le tout au moyen de plusieurs cercles en fer, à charnière (fig. 199), fermés par une longue vis.

On glisse entre ces cercles et le cylindre la languette mince et légèrement courbée qui doit servir de couvre-joint. Afin de pouvoir la clouer, on a

eu soin de ménager sur le mandrin deux rainures à la distance convenable, et suivant deux génératrices du cylindre (fig. 200 et 201). Avec une pointoise on trace les trous des clous, ce qui leur donne la facilité d'entrer et empêche le bois de se fendre. On pose les clous et on les enfonce avec un petit marteau.

On rive sur une petite enclume après avoir

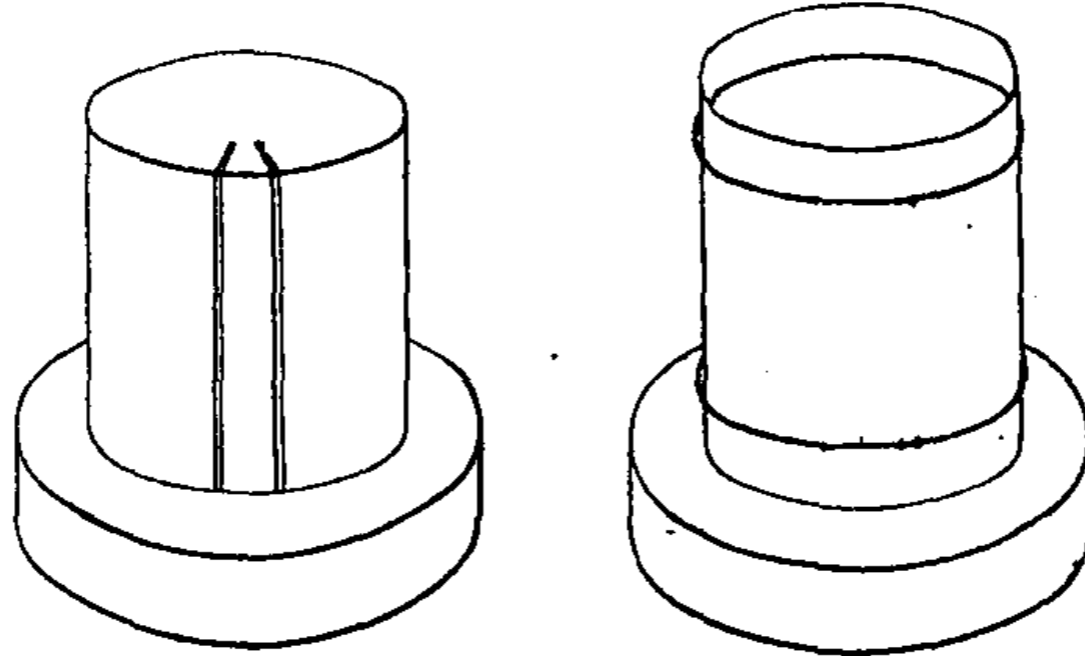


Fig. 200. Cylindre.

Fig. 201. Cylindre.

ajusté aux deux extrémités de la mesure les cercles qui doivent en augmenter la solidité.

Lorsque la grandeur de la mesure l'exige, on pose une tige de fer dans l'axe, cette tige rattache le fond à une barre occupant la place d'un diamètre en haut de la mesure.

L'hectolitre est garni en dedans de huit lames de fer de 50<sup>m/m</sup> en haut et 40<sup>m/m</sup> en bas. Elles s'étendent en outre sur le fond en se rétrécissant dans le même rapport. On leur donne une épaisseur de 2 millimètres, on les rabat et on les fixe en dedans avec de petits clous à tête ronde.



Leurs extrémités sont recouvertes sur le fond par un cercle de 220<sup>m/m</sup> de diamètre. Le bord de la mesure est garni d'un cercle de tôle de 55<sup>m/m</sup> de largeur, et 2<sup>m/m</sup> d'épaisseur également ; ce cercle recouvre les bandes, on le place sur le haut de la mesure et on en rive les clous sur la bigorne ; on y passe la bouterolle sur laquelle on frappe avec une tapette en bois, on l'agrafe avec un marteau à tête ronde et on rabat la bordure sur le bois.

Certains boisseliers ne prennent pas la peine de façonner leur feuille comme nous l'avons indiqué plus haut ; après l'avoir préparée et calibrée, ils l'enroulent à la main sur un mandrin et la maintiennent ensuite enroulée au moyen de cercles en bois, les uns intérieurs, les autres extérieurs.

Ils posent alors les clous tant en dedans qu'en dehors et les enfoncent au marteau en faisant contre-coup avec une enclumette.

Dans les mesures dont le corps est formé d'une feuille en dedans et d'une en dehors, on fait celle-ci plus haute afin de recevoir le jable et le fond. Dans les autres on adapte généralement au corps de la mesure et extérieurement, une bordure pour remplir le même objet. On rogne la bordure à la cisaille, on l'écorne et on l'apprête à la plane. On la fixe avec des clous après en avoir préparé les trous au moyen de la pointoire ; on enfonce ces clous en se mettant sur une barre adaptée après l'établi. Pour les petites mesures on ne trace pas de gorge destinée à recevoir la bordure, on enfonce celle-ci avec un maillet qui frappe sur un chas-soir en bois. A partir du décalitre on trace une gorge d'au moins deux centimètres de hauteur, on

l'ajuste à la bordure et on fait entrer cette dernière avec le maillet. On pare l'intérieur à la plane et on fixe la bordure après le corps avec des clous.

La difficulté de se procurer des feuilles de fond de grand diamètre oblige quelquefois à constituer ces fonds en deux parties ; mais cette disposition n'est pas applicable aux mesures plus petites que le décalitre. Dans tous les cas, on ne doit voir aucun joint entre le corps de la mesure et le fond, ou entre les deux parties du fond. Cette partie de la mesure se trace au compas, puis est chantour-



Fig. 202. Clou pour la fabrication des mesures.

née à la scie et arrondie à la plane. Le jable qui doit supporter le fond est un petit cylindre formé d'une ou plusieurs feuilles, bien appliqué contre le fond et solidement fixé à la bordure inférieure.

Toutes les mesures peuvent être ferrées, mais cette obligation n'est imposée qu'aux plus grandes.

Les clous dont on se sert pour la fabrication des mesures se font de forme triangulaire (fig. 202) ; ils se découpent dans des bandes de tôle douce de 10 à 15 millimètres de largeur. On place ces bandes sur une barre de fer plate et avec un marteau et un burin on coupe à froid une série de petits triangles qui sont les clous employés en boissellerie. On a essayé de fabriquer ces clous à la machine, mais on obtenait des clous moins tranchants que ceux faits au burin ; ces derniers sont taillés en biseau et par suite ne fendent pas le bois.

Les grandes mesures sont parfois munies de trois pieds ; ce sont le double-hectolitre, l'hectolitre et le demi-hectolitre. Elles se font avec deux pièces de bois placées l'une au-dessus de l'autre pour former la hauteur de la mesure ; leur ferrure se compose de six bandes, de 42 millimètres de largeur chacune (voir coupe horizontale suivant 1, 2 (fig. 203). La bordure inférieure de tôle a 85 millimètres de largeur, la bordure supérieure 70 millimètres ; le bord intérieur de tôle a aussi 70 millimètres. Les pieds sont prolongés chacun par un plat-bord de 15 millimètres d'épaisseur fixé à la mesure par trois boulons à tête ronde, dont l'un traverse le jable. Il y a donc six écrous à l'intérieur de la mesure, il doit être tenu compte de leur volume dans le calcul de la hauteur de la mesure. Chaque pied doit être garni de viroles en fer forgé et d'un gros clou à tête qui portera sur le sol. On devra donner à ces mesures la plus grande solidité et soigner particulièrement les jables.

Les mesures à pieds sont ordinairement garnies de potences qui servent à les consolider et à les saisir ; ces potences doivent avoir exactement la hauteur et la largeur de la mesure, en particulier si la traverse est trop courte ou trop longue, le corps de la mesure travaille inutilement. La tige placée dans l'axe doit être garnie à sa partie inférieure d'une embase contre laquelle le fond doit être maintenu par l'écrou placé au-dessous. L'ajustage de cette tige est très important, il ne faudrait pas que, en serrant l'écrou, on produise un cintrage du fond.

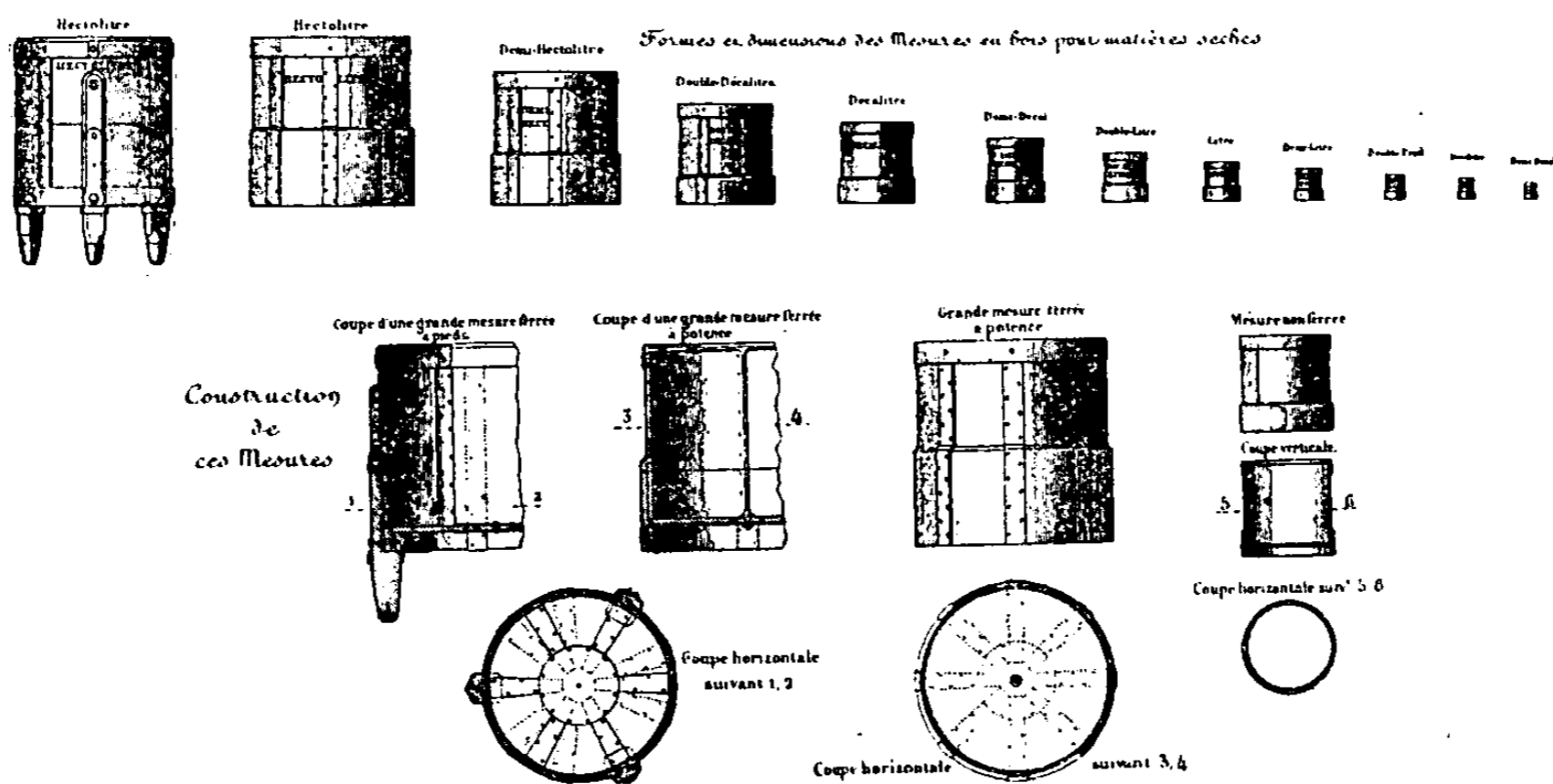


Fig. 203. Mesures en bois.

#### IV. MESURES DE CAPACITÉ EN TÔLE ET EN CUIVRE, DESTINÉES AUX MATIÈRES SÈCHES

Ces mesures doivent être établies avec solidité, conformément au tableau qui précède. Les diverses parties dont elles seront composées devront être réunies d'une manière invariable, afin de prévenir tout changement de volume. Ces mesures devront porter deux gouttes d'étain pour faciliter l'application des poinçons de vérification.

L'une des premières en date est la mesure Frèche (mécanicien à Paris) autorisée par circulaire ministérielle du 20 mars 1840. Cette mesure est formée d'une capacité cylindrique en tôle, d'une seule pièce, c'est-à-dire sans assemblage ni fond rapporté, capacité environnée d'une enveloppe en bois de chêne qui repose sur un double fond. A la partie supérieure du cylindre en tôle est soudé un cercle en cuivre qui s'attache à l'enveloppe de chêne au moyen de vis, recouvertes ensuite de rondelles en cuivre soudées au cercle et de même couleur que lui. Ces rondelles portent la marque du fabricant. La partie inférieure du cercle de cuivre porte une petite embase qui sert à isoler la tôle de son entourage afin que la mesure proprement dite n'ait pas à souffrir des variations du bois. Enfin un tenon, placé au centre du fond du caisson en tôle pénètre, sans s'y appuyer, dans le fond en bois, ce qui fixe la position des deux capacités l'une par rapport à l'autre ; un ressort à boudin forme le point d'appui. Ces mesures présentent une résistance et une précision satisfaisan-

tes. Leur hauteur est égale au diamètre, selon le règlement, et l'enveloppe en bois est cerclée de chêne en haut et en bas.

#### V. CONDITIONS A REMPLIR PAR LES MESURES POUR ÊTRE ADMISES PAR LES VÉRIFICATEURS

Les mesures ne seront pas poinçonnées :

1° Si la hauteur de la mesure et le diamètre moyen sont faibles. Au cas où le diamètre moyen ou la hauteur moyenne serait tantôt inférieur tantôt supérieur à la dimension réglementaire, cette différence ne devrait pas excéder  $\frac{1}{40}$  de la hauteur normale ;

2° Si toutes les parties ne sont pas solidement et invariablement assemblées ;

3° Si l'épaisseur du fond n'est pas suffisante pour l'empêcher de bomber, et si ce fond n'est pas solidement encastré entre le corps de la mesure et le jable ;

4° Si la tringle horizontale de la potence en fer ne se trouve pas en contre-bas du bord de la mesure et si la tige verticale ne porte pas une embase appuyée sur le fond et un écrou de serrage ;

5° Si la gorge des mesures comprises entre le décalitre et le double-hectolitre n'a pas au moins deux centimètres de hauteur, si elle n'est pas arrêtée sur la bordure ou la feuille extérieure par des clous rivés ou rabattus ;

6° Si les mesures en bois étaient faites d'autres essences que le chêne, le noyer, le hêtre, le châtai-

gnier, le frêne et l'orme rouge, le sapin du Nord étant admis pour les fonds seulement ;

7° Si la mesure ne porte pas le nom qui lui est propre, ainsi que la marque du fabricant ou son nom.

#### VI. MANIÈRE DE VÉRIFIER LA CAPACITÉ DES MESURES EN BOIS

Pour vérifier ces mesures on se sert d'abord de la jauge (fig. 204). Mais pour obtenir une exactitude plus grande on passe la mesure à la graine :

##### De la vérification à la graine

L'expérience a montré que le moyen le plus sûr pour vérifier la contenance des mesures en bois est de se servir d'une graine ronde, très menue,



Fig. 204. Jauge.

bien sèche et coulante ; la graine de navet, bien nettoyée de paille, de poussière et de tout corps étranger, est la plus convenable à cet objet.

On fait tomber cette graine dans la mesure qui sert de modèle ou d'étalon, par l'ouverture inférieure d'une trémie (fig. 205), qui en règle la chute ; on passe ensuite une radoire ou règle de bois sur les bords de la mesure, pour que la graine la remplisse exactement, et pour faire tomber ce qui est

*Potier d'étain.*

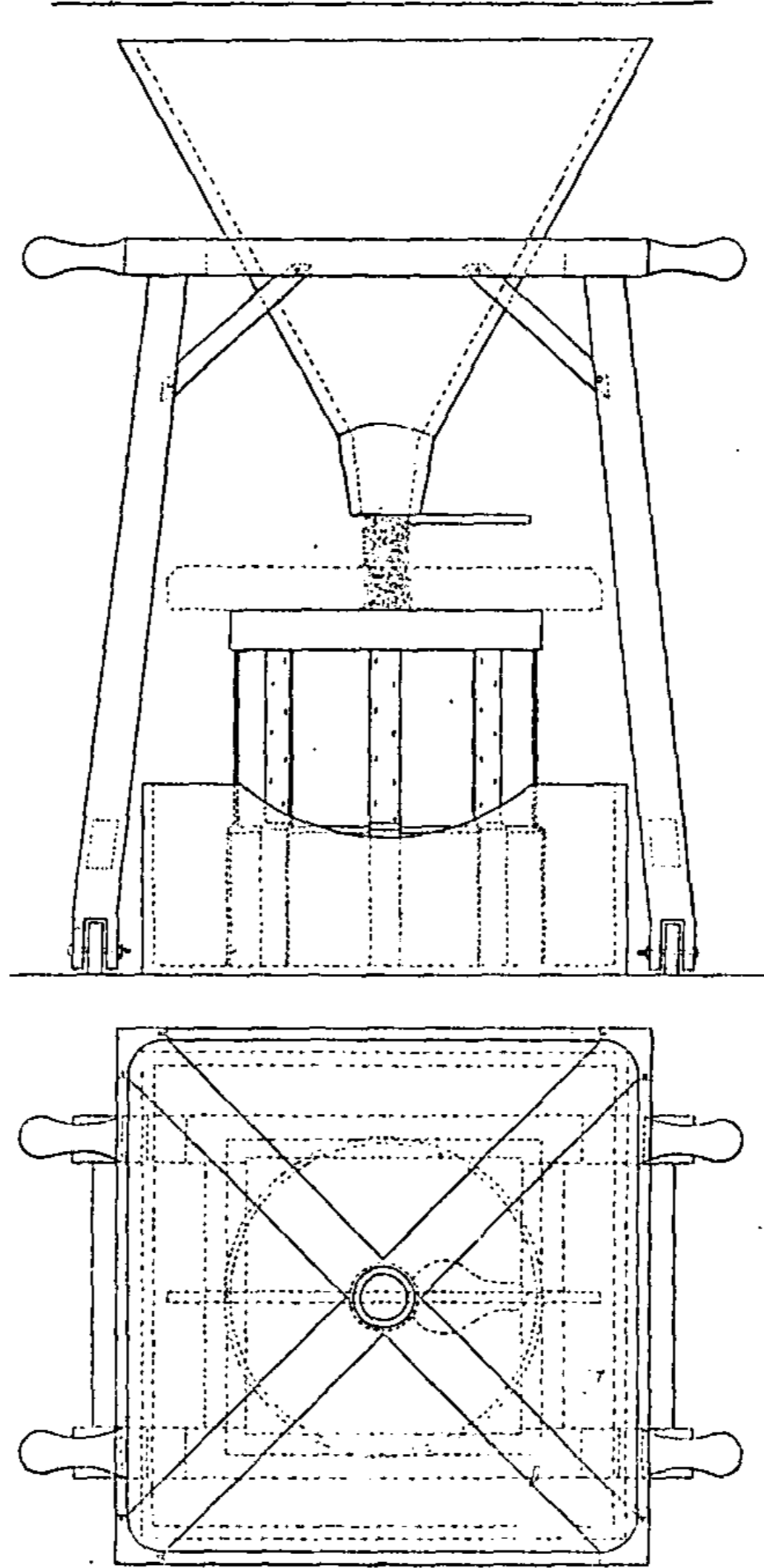


Fig. 205. Trémie.



de trop, de manière que la mesure soit pleine exactement et à ras du bord.

On verse ensuite dans la trémie la graine contenue dans l'étalon ; on la fait tomber de la même manière dans la mesure soumise à la fabrication, et on y passe la radoire. Si la graine ne remplit pas exactement cette dernière mesure, elle est trop grande ; s'il y a de la graine de plus, la mesure est trop petite.

Dans ce dernier cas, la mesure n'est point admissible ; dans le premier cas le fabricant peut la rajuster en enlevant une portion convenable du bord.

Le choix de la graine est important, on évitera de la tenir dans un lieu humide ou exposé à la poussière.

Il convient de faire attention de ne mettre dans la trémie que la quantité de graine nécessaire pour remplir la mesure à vérifier. A cet effet, on commence par en remplir la mesure-modèle d'une manière quelconque, puis on la verse dans la trémie ; on place la mesure-modèle sous la trémie, on y fait couler la graine, on passe la radoire, après quoi on remet la graine dans la trémie pour servir aux opérations que l'on peut avoir à faire.

L'ouverture de la trémie doit rester fermée pendant que l'on y verse la graine. La mesure doit être placée de manière que la graine tombe bien au milieu et se répande régulièrement sur les bords (sauf pour les mesures garnies de potence). Il faut passer la radoire aussitôt après la chute de la graine, sans attendre le tassement. Enfin on devra fréquemment repasser la graine dans l'étalon.

VII. RÉGLEMENTATION RELATIVE AUX MESURES  
POUR MATIÈRES SÈCHES. — EXTRAITS DE  
CIRCULAIRES MINISTÉRIELLES AUTORISANT  
CERTAINS TYPES DE MESURES.

(Notes émanant de la Préfecture de Police et adressées  
à M. le Vérificateur en chef des poids et mesures)

Ce chapitre constitue en quelque sorte l'histoire de la boissellerie depuis 1840 ; il donne la description succincte de modèles autorisés par le ministère de l'agriculture et peut fournir aux fabricants des indications utiles pour le perfectionnement de leur industrie. Son étude est inséparable de celle du chapitre précédent.

*Circulaire du 27 novembre 1852* (Heurtier). — Autorisation : 1° d'employer les bois de noyer et de hêtre pour la fabrication des mesures de capacité en feuilles ou en éclisses ; 2° de fabriquer des mesures en fer-blanc au-dessus du double-litre et même pour des liquides autres que le lait en obligeant à n'employer que du fer-blanc connu dans le commerce sous la dénomination de cinq, quatre ou de trois croix, ce dernier étant le plus mince qui puisse être toléré (Décret du 3 novembre 1852).

*18 mars 1853*. — Construction de grandes mesures en fer-blanc et des mesures de capacité en bois. — Autorisation d'adapter à ces grandes mesures en fer-blanc un rebord muni d'un bec pour faciliter le transport et le transvasement des liquides.

*5 juin 1856*. — Les grandes mesures en bois peuvent être construites avec une seule feuille en

éclisse. Les doubles feuilles sont exigées pour l'hectolitre et le demi-hectolitre à pieds, qui sont plus spécialement destinés au mesurage du charbon de terre ou de bois, de la houille et de la chaux, et pour le double-hectolitre sur fond ou sur pieds.

25 octobre 1856 (Rouher). — Autorisation d'employer le bois de châtaignier à la fabrication des mesures de capacité pour matières sèches (Décret du 3 octobre 1856).

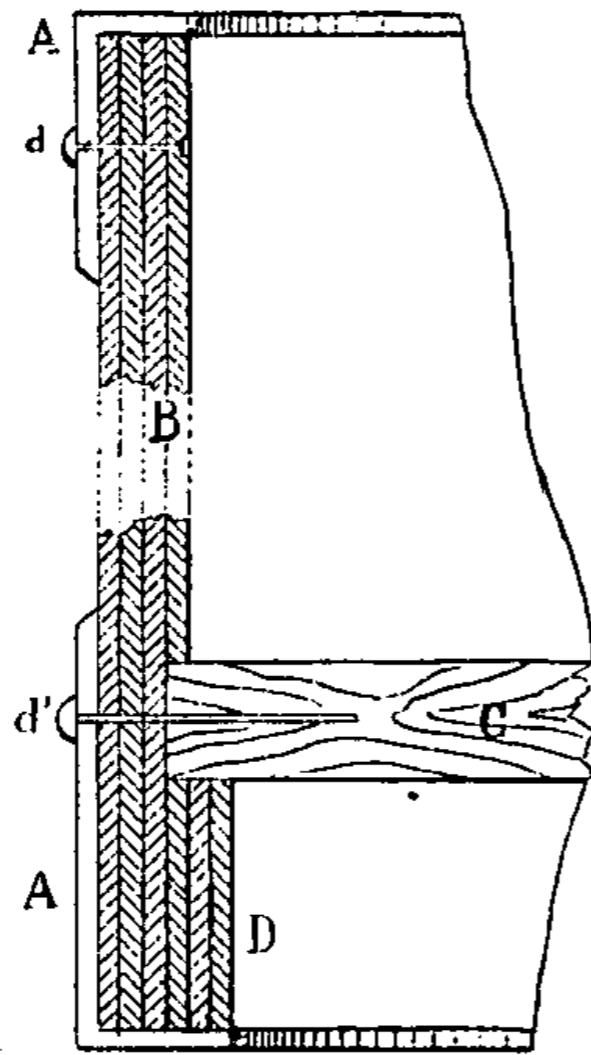
2 avril 1860 (Rouher). — Le cuivre et ses alliages peuvent être employés pour les armatures des mesures de capacité en bois.

20 mai 1864 (Rouher). — Le sieur Souliac emploie au lieu d'éclisses des feuilles de bois de placage superposées au moyen du collage pour former la partie cylindrique de ses mesures. — Admission de ces mesures.

*Mesures de capacité* en feuilles de placage de bois construites par *Souliac aîné*, médaillé et breveté S. G. D. G., à Riom. — Les mesures Souliac sont faites sur mandrins en fonte de fer, tournés jusqu'au poli, au moyen de plusieurs feuilles de placage toutes superposées en sens contraires et rendues entièrement adhérentes par un fort collage à la vapeur et une puissante pression. La tôle employée dans le ferrement varie de force suivant la grandeur de chaque mesure. Elle est fixée de manière à ne faire qu'un seul corps avec le bois et à éviter toute déviation (fig. 206).

Ces mesures présentent les avantages suivants :  
Forme cylindrique et capacité aussi exactes que les étalons de cuivre et par conséquent tolérance

de fabrication inutile. Dilatation ou retrait nuls quelle que soit la variation de la température par suite de la superposition en sens contraires des feuilles de placage et le mode de ferrement. Suppression des bandages en tôle disposés jusqu'à



## LÉGENDE

- A, cercles en tôle forte emboutis sur l'épaisseur du bois à angle vif.  
 B, feuilles de placage réunies par collage à la vapeur et forte pression.  
 C, fond en bois dur d'une seule pièce.  
 D, cercles en bois maintenant le fond.  
 d, clous à tête ronde, rivés à l'intérieur.  
 d' clous plus longs destinés à assurer la fixité du fond.

Fig. 206. Mesure de capacité en feuilles de placage de bois.

présent dans un sens aussi inutile pour la solidité que pour empêcher le travail du bois.

21 juillet 1873. — Autorisation d'employer le frêne.

30 septembre 1873. — Admission de mesures complètement en bois pour la vente du sel.

13 juillet 1874 (Grivart). — Les fonds seulement

des mesures pourront être faits en sapin du Nord, avec au moins un centimètre d'épaisseur.

*25 août 1874.* — Mesureur compteur pour grains (Boulay, constructeur au Lude, Sarthe). — Trois mesures de capacité sont disposées à égale distance, sur un plateau circulaire mobile à volonté sous l'action d'un levier manœuvré à la main ; par le mouvement du plateau, ces mesures viennent successivement se présenter à la base ouverte d'une trémie remplie de grains et s'en alimentent spontanément jusqu'à ce qu'un coup de levier fasse tourner le plateau inférieur pour déplacer la mesure alimentée qui va se vider, par sa base, dans un récipient quelconque. Pendant ce temps, une seconde mesure s'est placée à son tour sous l'ouverture de la trémie pour remplir les mêmes fonctions, et ainsi de suite. Le contour du plateau qui supporte les mesures est divisé de manière à marquer ostensiblement chaque coup de levier, et par conséquent le nombre de mesures passées pendant l'opération ; chaque centaine est enregistrée à son tour au moyen d'une disposition fort simple adoptée en général dans les compteurs. Une glace, qui forme l'une des parois verticales de la trémie alimentaire placée au-dessus de l'ouverture supérieure de la mesure, sert à vérifier le remplissage complet de la mesure ; enfin un timbre en relation avec le compteur, permet de s'assurer de la production de celui-ci.

*26 juillet 1878.* — Autorisation donnée pour une mesure en tôle galvanisée, dans laquelle on a substitué au cercle en fer qui soutient habituellement le fond de la mesure un jable en bois.

*17 août 1878.* — Les mesures à partir du demi-hectolitre et au-dessus pourront comprendre dans leur circonférence deux feuilles se croisant à leur jonction à cause de la difficulté de se procurer des feuilles de longueur suffisante.

Lorsque, dans la construction des mesures en bois, du demi-hectolitre et au-dessus, la longueur de l'éclisse se trouverait insuffisante pour former d'une seule pièce le pourtour de la mesure, il pourra y être pourvu par une rallonge assemblée à recouvrement avec la feuille principale, de manière que la rallonge s'y trouve appliquée intérieurement par un bout, et extérieurement par l'autre. Pour plus de solidité, le recouvrement ne devra pas avoir moins de 10 centimètres dans sa longueur.

*15 mars 1884.* Modèle de Blandin. — Mesure de capacité en tôle, différant des types autorisés par l'adjonction d'un doublage en bois sur partie du pourtour afin de la garantir contre les chocs (Autorisée).

*31 mars 1884.* — Admission d'une mesure en tôle d'acier recouverte extérieurement de lames de chêne (système Brumauld des Houlières).

*2 juillet 1884.* — Autorisation de substituer un manche à l'anse réglementaire des mesures en tôle ou fer-blanc, du double-litre au demi-litre.

*31 août 1885.* — Autorisation de fabriquer le double-hectolitre, l'hectolitre et le demi-hectolitre en lames de chêne cerclées de fer pour le mesurage des sels et engrais (Décret du 20 août 1885, Grévy).

Ces mesures devront être garnies en bas d'un cercle de fer, en haut de deux cercles de fer, l'un

intérieur, l'autre extérieur, rejoints par un rebord de même métal ; le demi-hectolitre et l'hectolitre seront en outre garnis de deux cercles en fer intermédiaires, et le double-hectolitre de trois cercles. Tous ces cercles seront d'une seule pièce et fixés au bois par des clous rivés.

Ces mesures pourront avoir des anses en métal. Elles devront porter inscrits à l'extérieur les mots : « sels et engrais ».

*22 juin 1892* (Ministère Roche). — Autorisation de faire le corps de la mesure en tôle de 0<sup>m</sup> 007 d'épaisseur, le fond en bois et les deux bordures en bois doublées de tôle.

*22 février 1900*. — Autorisation d'employer l'orme rouge.

*26 octobre 1901*. — Toutes les mesures en bois, depuis le double-hectolitre jusqu'au décalitre inclusivement, pourront être établies avec fonds en deux pièces houvétées, collées et soigneusement dressées. Les bois devront être absolument secs avant d'être mis en œuvre.

*3 décembre 1901*. — Autorisation de faire des mesures en bois recouvertes de tôle à l'intérieur et à l'extérieur, formées de trois enveloppes concentriques dont deux en tôle et celle du milieu en bois. Les fonds sont constitués de même.

*15 juin 1903*. — Mesures avec jable en placage. Les jables devront présenter une épaisseur au moins double de celle des cylindres, ils seront formés de cercles d'un seul morceau, assemblés à recouvrement ou à joints perdus, collés entre eux et fixés à la bordure inférieure par des clous rivés ou rabattus.

21 juin 1904. *Décision de M. le Vérificateur en chef.* — La rallonge autorisée le 17 août 1878 pour les grandes mesures, pourra s'appliquer à la gorge de ces mêmes mesures lorsque la bordure inférieure sera en bois, de largeur égale au tiers de la hauteur totale, et que la gorge aura au moins dix centimètres de hauteur.

14 avril 1905. — Les mesures en bois peintes ou vernies ne sont pas admises à la vérification.

---

## CHAPITRE XV

### **Fabrication des membrures servant à mesurer le bois de chauffage**

---

On cube le bois de chauffage au moyen de trois sortes de membrures, savoir : le stère, le double-stère, le demi-décastère et le demi-stère.

Les membrures doivent être construites en bon bois, ayant suffisamment de chantier pour ne plus travailler ; ce bois, bien dressé et corroyé, doit présenter des assemblages robustes, tels que les écartements respectifs des diverses pièces entre elles ne varient qu'au bout d'un long usage.

Chaque membrure (fig. 208) se composera toujours d'une sole A B, de deux montants C D, O G et de deux contrefiches E F, H K ; elle comprendra en outre deux sous-traites M N, P Q (fig. 209). La longueur de la sole, entre les montants, sera d'un mètre pour la membrure du stère, de deux mètres



pour celle du double-stère, et de trois mètres pour celle du demi-décastère. On assemble les montants à la sole de manière à retrouver ces mêmes longueurs respectives entre les extrémités libres des montants. Les bûches, coupées d'une longueur uniforme, se placent pour le cubage, sur la sole et perpendiculairement à cette dernière. Il résulte de la longueur des bûches une hauteur correspondante des montants.

Pour les membrures du stère et du double-stère, quand les bois sont coupés à un mètre de longueur, la hauteur des montants sera naturellement de 1 mètre; pour le demi-décastère d'un mètre 667 millimètres. On trouvera dans la table ci-après les hauteurs de montant qui correspondent à des longueurs données de bûches.

Les montants doivent porter d'aplomb sur la sole, sans aucun vide, avoir deux de leurs faces sur le même plan que les longues faces verticales de la sole et être garnis à leur sommet d'une plaque en fer, incrustée à fleur du bois, à recouvrement sur les deux petites faces des montants et solidement fixée.

On ne tolère que les erreurs en plus, à condition qu'elles ne dépassent pas au total cinq millimètres pour le stère, huit pour le double-stère et quinze pour le demi-décastère. Par exemple si, dans le stère, la longueur de la sole entre les membrures était de un mètre et deux millimètres, c'est-à-dire trop forte de deux millimètres, il faudrait que l'excédent de la hauteur des montants ne dépassât pas trois millimètres.

La longueur des sous-traites devra dépasser de vingt centimètres celle de la sole prise entre les

montants, et leur section sera identique à celle de la sole.

Chaque membrure doit porter le nom qui lui est

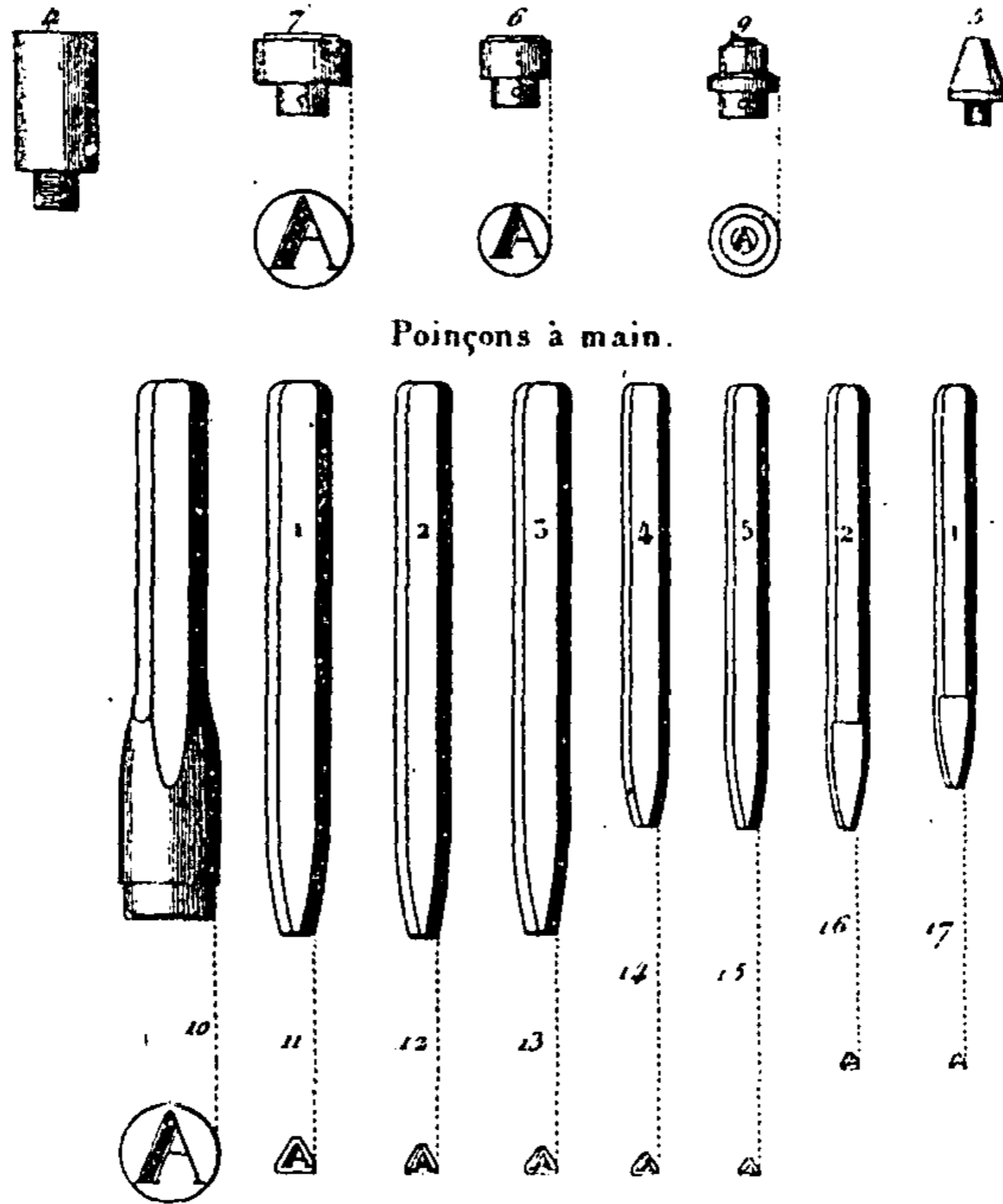


Fig. 207. Poinçons.

propre sur chacun des montants, et cela d'une manière lisible et durable. Elle doit aussi porter le nom ou la marque du fabricant.

Les membrures du stère et du double-stère pourront aussi être faites en fer, mais en se conformant aux conditions générales de justesse prescrites ; en outre les fabricants seront tenus de placer sur chaque membrure des plaquettes d'étain pour faciliter l'application des poinçons (fig. 207).

#### Fabrication du double-stère pour le département de la Seine

On forme la membrure du double-stère :

1° D'une sole en *chêne* bien rectiligne et parfaitement équarrie, de trois mètres vingt-centimètres



Fig. 208. Double-stère.

de longueur sur douze centimètres de largeur et sept de hauteur ;

2° De deux montants (fig. 208), mesurant quatre-vingt-huit centimètres de hauteur, non compris les tenons ; douze de largeur et sept d'épaisseur ; leur écartement, dans œuvre, doit être de deux mètres. Ils seront ferrés, à leur partie supérieure, d'une plate-bande en fer forgé incrustée dans le bois et qui fera retour à angle droit le long des deux faces extérieures des montants sur une longueur de dix centimètres ;

3° De deux contrefiches de soixante-quatorze centimètres de longueur environ, non compris les tenons de huit centimètres de longueur et six d'épaisseur.

On placera sous la sole, aux points correspondants à l'assemblage des montants, deux plates-bandes de fer mesurant chacune vingt centimètres de longueur sur quatre de largeur.

4° D'un châssis (fig. 209), en charpente, d'un mètre cent trente-sept millimètres hors-cœuvre, composé de deux sous-traits de deux mètres dix centimètres

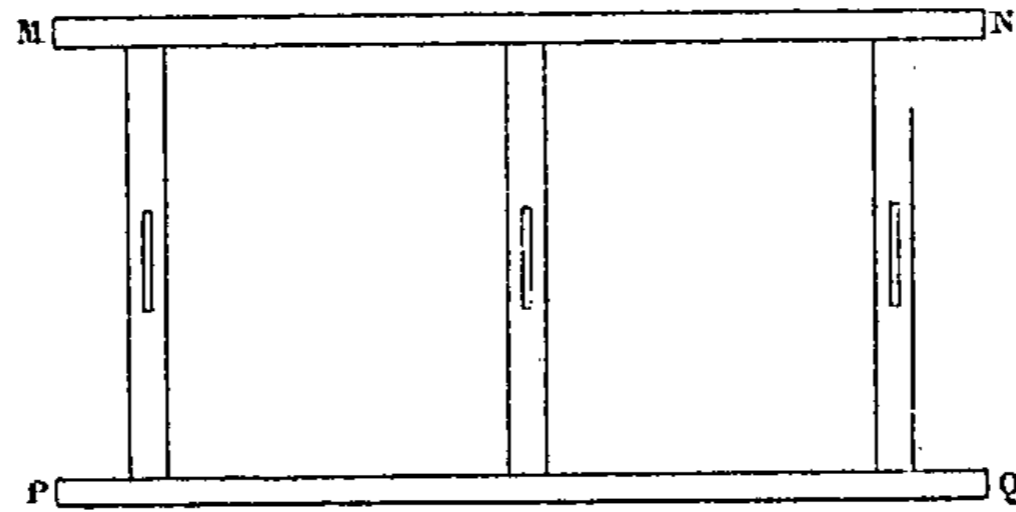


Fig. 209. Châssis.

de longueur sur cinq centimètres de largeur et douze de hauteur qui seront assemblés entre eux à intervalles de quatre-vingts centimètres dans œuvre, par trois traverses de dix centimètres de largeur sur cinq d'épaisseur, assemblées à tenons et mortaises et de manière que la sole de la membrure posée sur ces traverses soit exactement de niveau avec les sous-traits. Les deux traverses des extrémités seront garnies sur leurs faces supérieures de deux plates-bandes de fer posées dans des entailles

du bois et devant mesurer quarante centimètres de longueur sur quatre de largeur,

On a ainsi divisé la membrure en deux parties pour en faciliter le déplacement ; mais pour opérer le mesurage, il faut réunir les deux parties comme l'indique la figure 210. Tout mesurage de bois fait hors du châssis convenablement placé, est réputé frauduleux.

On adaptera extérieurement à l'un des montants de la membrure un crochet (fig. 211) de fer auquel

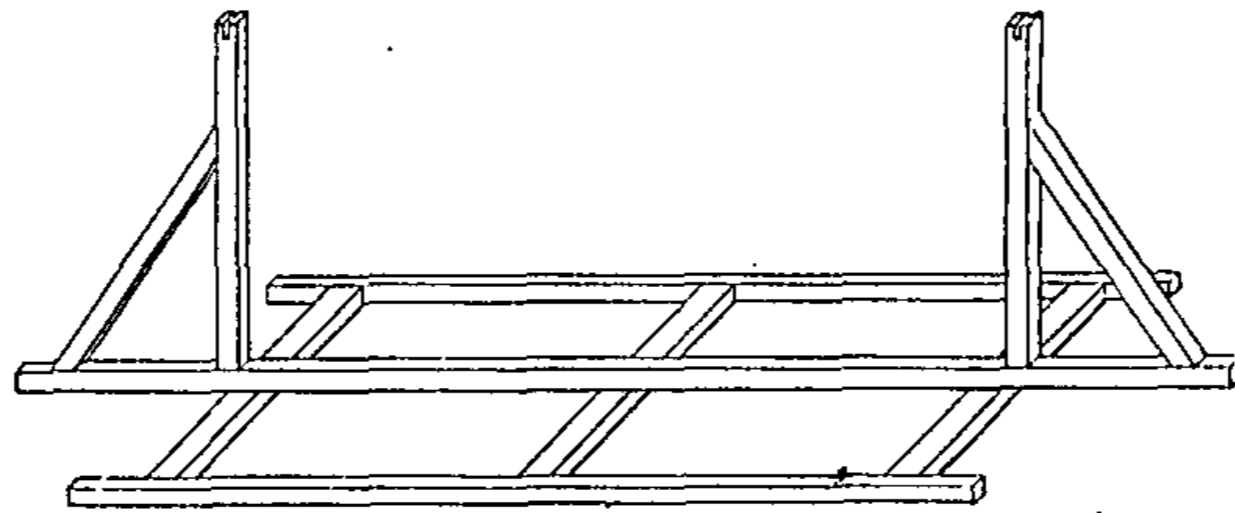


Fig. 210. Stère avec son châssis.

sera fixée une corde DG de cinq millimètres de diamètre au plus, sur deux mètres vingt-cinq de longueur ; cette corde supportera un poids d'au moins un kilogramme à son autre extrémité, elle servira à régler le plein de la mesure.

On construira de même la membrure du stère, mais la sole n'aura que deux mètres vingt centimètres de longueur, les deux montants ne seront séparés que d'un mètre dans œuvre et le châssis ne mesurera qu'un mètre cinq centimètres de longueur ; il s'ensuit que ce châssis aura un mètre

137 millimètres de largeur hors œuvre. Les autres dimensions des bois resteront les mêmes.

La forme des membrures en bois, telle qu'on vient de la décrire, concerne plus particulièrement les instruments de ce genre dont on fait usage dans les chantiers ou magasins de bois à brûler établis dans les villes. Mais les règlements ne s'opposent pas à ce que l'échantillon en soit diminué, lorsque les membrures doivent être trans-

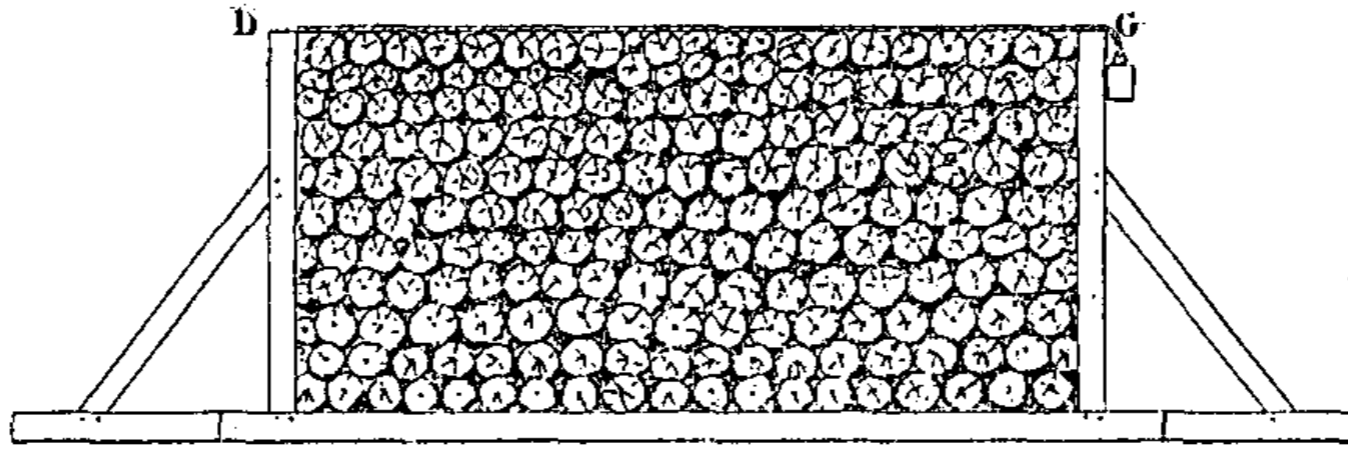


Fig. 211. Double-stère plein de bois à brûler.

portées avec le bois même par les marchands ambulants obligés de mesurer le bois en le livrant.

L'utilité des châssis ainsi construits se remarque immédiatement si l'on place une sole toute seule sur un terrain non plan ; pour un double-stère par exemple qui mesure deux mètres entre les montants, la sole fléchirait inévitablement sous le poids de la charge, dans un sens ou dans l'autre, suivant la forme du terrain, et il en résulterait une convergence ou une divergence des montants, c'est-à-dire de toutes façons une variation de la mesure. Il est à remarquer que le stère, le double-stère ou le demi-décastère à vide, même avec le châssis, mesurent toujours un ou deux centimètres en

moins entre les extrémités supérieures des montants qu'entre les bases, et il en doit être ainsi car le bois par sa pesanteur fait écarter les montants et la différence se trouve compensée par ce jeu.

TABLEAU de la hauteur des montants des mesures pour le bois de chauffage, pour les différentes longueurs des bûches, depuis un mètre jusqu'à un mètre quarante centimètres.

Longueur des bûches	Hauteur des Montants	
	Du stère et du double-stère	Du demi-décastère
mètre cent.	mètre millim.	mètre millim.
1 00	1 000	1 667
1 02	0 981	1 634
1 04	0 962	1 603
1 06	0 944	1 573
1 08	0 926	1 544
1 10	0 910	1 516
1 12	0 893	1 489
1 14	0 873	1 463
1 16	0 863	1 437
1 18	0 848	1 413
1 20	0 834	1 389
1 22	0 820	1 367
1 24	0 807	1 345
1 26	0 794	1 323
1 28	0 782	1 303
1 30	0 770	1 283
1 32	0 758	1 263
1 34	0 747	1 244
1 36	0 736	1 226
1 38	0 725	1 208
1 40	0 715	1 191

## CHAPITRE XVI

## Mesures de longueur

SOMMAIRE. — I. Réglementation. — II. Notions générales. — III. Tableau des mesures légales de longueur. — IV. Fabrication des mètres. — V. Décamètres ou chaînes d'arpenteurs. — VI. Conditions de réception des mesures dans les bureaux de vérification. — VII. Tableau des erreurs admises.

## I. RÉGLEMENTATION

Les seules mesures de longueur autorisées par l'ordonnance royale de 1839, sont :

Le double-décamètre, qui vaut	20	mètres.
Le décamètre,	10	—
Le demi-décamètre,	5	—
Le double-mètre,	2	—
Le mètre,	1	—
Le demi-mètre,	50	centimètres.
Le double-décimètre,	20	—
Le décimètre,	10	—

« Ces mesures devront être construites en métal,  
« en bois ou autre matière solide.

« Elles pourront être établies dans la forme qui  
« conviendra le mieux aux usages auxquels elles  
« sont destinées. Indépendamment des mesures  
« d'une seule pièce, il est permis de faire des me-  
« sures brisées, pourvu que le nombre de leurs par-



« ties soit deux, cinq ou dix. Les mesures devront  
« être construites avec solidité.

« Des garnitures en métal devront être adaptées  
« aux extrémités des mesures en bois du mètre,  
« de son double et de sa moitié.

« Les divisions en centimètres ou millimètres  
« devront être exactes, déliées et d'équerre avec la  
« longueur de la mesure.

« Le nom propre à chaque mesure sera gravé  
« sur la face supérieure de la mesure, qui devra  
« porter aussi le nom avec la marque du fabricant.

« Le décamètre, son double et sa moitié, cons-  
« truits en forme de chaîne, devront avoir des  
« chaînons d'une force suffisante, et de la longueur  
« de 2 ou 5 décimètres ; les anneaux à chaque  
« mètre seront exécutés avec un métal d'une cou-  
« leur différente de celui employé pour les autres  
« anneaux. »

L'ordonnance royale de 1839 a été complétée, en ce qui concerne les mesures linéaires, par une série de notes émanant de la Préfecture de Police et adressées au vérificateur en chef des poids et mesures. Dans ces notes, dont nous allons donner les plus intéressantes, les fabricants pourront puiser des renseignements utiles et des descriptions précises qui les guideront dans leurs travaux.

#### Notes

*31 janvier 1843.* — La mesure *en bois* étalonnée à cinq mètres sera désormais admise à la vérification et au poinçonnage, sous les conditions générales : solidité, porter l'indication de la valeur et la marque du fabricant, être divisée et numé-

rotée des deux côtés, être garnie de métal aux deux extrémités (fig. 212).

20 septembre 1844. — Admission du décamètre Richer. Ce décamètre est formé d'une lame d'acier trempé et revenu au bleu, assez mince et assez flexible pour rester habituellement roulé en spirale dans une espèce de bobine. De petites rondelles rivées sur la lame y rendent les divisions apparentes. Pour s'en servir, on la développe et on la tend au moyen de poignées placées à ses extrémités.

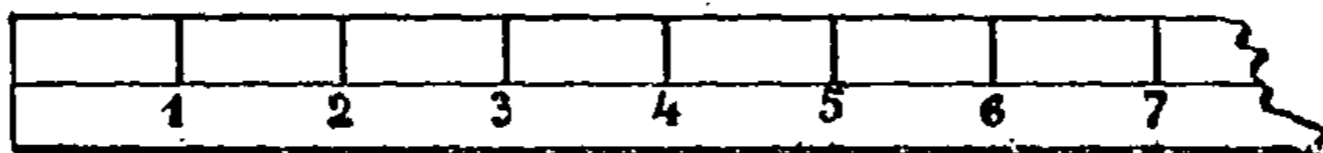


Fig. 212. Mesure en bois étalonnée à cinq mètres.

11 octobre 1844. — Admission du décamètre Bléry. Il ne diffère des autres mesures du même genre que par le placement d'une sorte d'émerillon à l'une des extrémités de chaque chaînon. Bléry est ainsi parvenu à faire disparaître le fâcheux effet de la torsion et à rendre impossible toute espèce de croisement des parties de la chaîne.

2 mars 1853. — Les doubles-décimètres ayant un excédent de longueur en blanc sont tolérés pour l'usage des dessinateurs, mais ces instruments sont prohibés dans les transactions publiques.

10 juin 1860. — Les mesures de longueur en ruban d'acier, enroulées ou non dans une boîte spéciale, seront admises à la vérification et au poinçonnage quand elles réuniront les conditions de justesse prescrites par les règlements. Les poinçons seront apposés sur les poignées en cuivre, ou sur

les rondelles de jonction établies de mètre en mètre ou de décamètre en décamètre, sur le ruban gradué, au moyen de trous obtenus mécaniquement.

*17 décembre 1861.* — *Mètre Landois.* C'est un mètre ployant présentant la modification suivante : chaque décimètre se trouve fixé par une virole à arête.

*20 mai 1865.* — Admission des décamètres en cuivre.

*19 janvier 1867.* — Suppression de la tolérance des mesures employées par le commerce de la miroiterie. Il s'agissait d'une mesure de longueur divisée de trois en trois centimètres et ne présentant comme double-mètre que 199 centimètres.

*30 avril 1869.* — Admission des décimètres et doubles-décimètres à becs construits d'après les modèles de Maréchal. Ces mesures sont en fer ou en cuivre. Les divisions peuvent être ou d'un seul côté ou des deux côtés de la mesure. Les distances A B, B C, D E sont faites égales (fig. 213, 214, 215).

*3 septembre 1869.* — Les mesures françaises portant des divisions et dénominations étrangères ne peuvent être admises à la vérification et au poinçonnage, mais la vente et l'usage en sont tolérés à titre de moyen de contrôle. Exemple : la mesure portant sur ses différentes faces, en outre du mètre français, le yard, la vare et l'archine, qui sont trois mesures anglaise, espagnole et russe un peu inférieures à notre mètre (le yard vaut 91 centimètres). — (Voir 1<sup>er</sup> mars 1886).

*17 septembre 1875.* — Les mesures destinées à l'exportation sont dispensées de la vérification

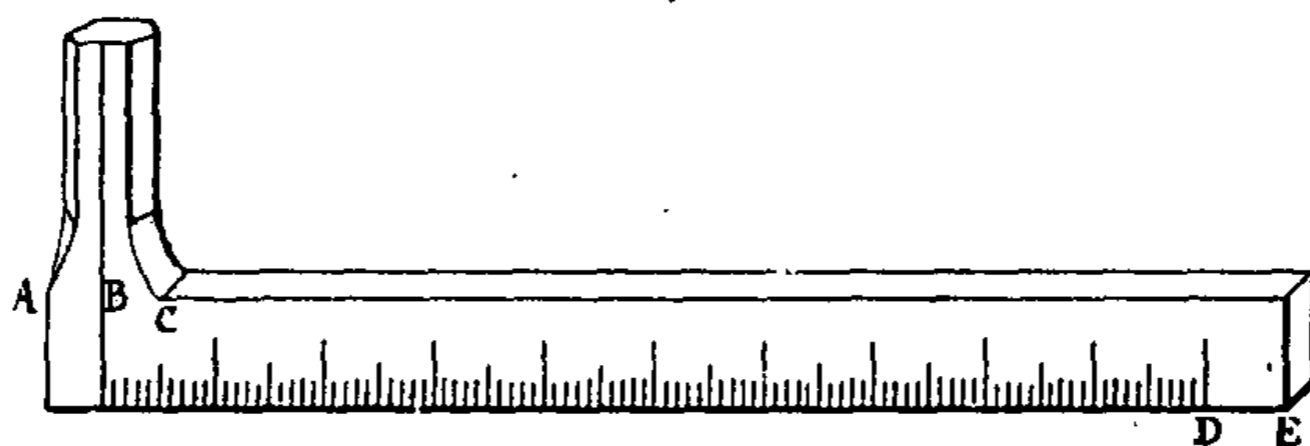


Fig. 213. Décimètre à bec.



Fig. 214. Décimètre à bec.

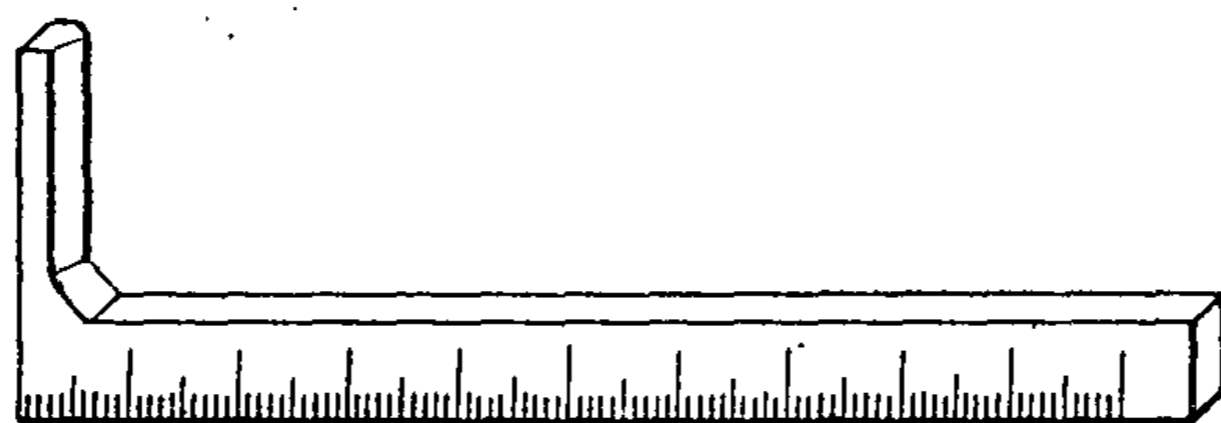


Fig. 215. Décimètre à bec.

première, mais les fabricants devront faire pour chaque envoi la déclaration d'étalonnage du nombre de mesures expédiées.

12 juillet 1878. — Admission du décamètre Tranchart. C'est une chaîne de 10 mètres, formée de

chainons en acier de 20 centimètres de longueur. Les mètres sont indiqués par des marques soudées sur l'acier.

*1<sup>er</sup> mars 1886.* — Les mesures destinées à l'exportation sont admises à la vérification, quoique portant des dénominations étrangères.

*23 novembre 1891.* — Admission d'un mètre ordinaire avec répétition sur chaque branche des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 indiquant les centimètres.

*19 avril 1892.* — Décamètre de Vérondart : Ruban d'acier formé de dix parties réunies entre elles au moyen de rivets.

1° Le nombre des segments sera limité à 20 pour le double-décamètre, à 10 pour le décamètre et à 5 pour le demi-décamètre.

2° Les rondelles en cuivre destinées à indiquer les mètres, devront être placées au point de jonction des segments ; ces segments devront être réunis par au moins deux rivures solidement établies et distantes de 2 centimètres environ l'une de l'autre.

*27 juillet 1894.* — Rappel de l'article 24 de la loi du 18 germinal an III, toujours en vigueur, interdisant formellement la fabrication en France des anciennes mesures ainsi que toute importation des mêmes mesures venant de l'étranger. Les fabricants restent libres de construire et de vendre pour l'exportation des poids et mesures autres que ceux de notre système métrique et en usage dans certains pays étrangers.

*Décret du 5 novembre 1896 :*

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — Les mesures de longueur construites en ruban d'acier sont autorisées.

ART. II. — Dans le décamètre, le double-décamètre et le demi-décamètre les mètres seront indiqués au moyen de rondelles chiffrées (Félix Faure).

*1<sup>er</sup> juin 1901.* — Les indications que toute mesure doit obligatoirement porter sont :

- 1° La dénomination légale.
- 2° Le nom ou la marque du fabricant,
- 3° Les empreintes des poinçons de vérifications première et annuelles (Millerand).

*12 juin 1901.* — Les doubles-décimètres, échelles, équerres, gradués, jauges des charpentiers, jauges à l'usage des octrois, règles à traits et autres fournitures de bureau portant des divisions métriques et même des divisions étrangères pourront être mis en vente sans que les fabricants ou marchands soient inquiétés.

*19 octobre 1901.* — Exceptions à la circulaire du 1<sup>er</sup> juin 1901 ;

Le mot « importé » apposé sur les objets fabriqués à l'étranger pour le compte de commerçants français, et la mention « breveté sans garantie du gouvernement » ou « breveté S.G.D.G. » pour les objets dont la fabrication est protégée par un brevet ne doivent pas être considérés comme un obstacle à la vérification première et périodique.

— Par décision ministérielle du 5 février 1902, les étriers évidés ont été autorisés (fig. 216, 217).

(En A B C les étriers sont munis de lignes pointes qui pénètrent dans le bois).

*12 mai 1902.* — Admission des demi-mètres à 5 ou 10 branches.

*10 novembre 1902.* — Admission du mètre-niveau. C'est un mètre muni d'un niveau encastré

dans son épaisseur. La branche dans laquelle ce niveau est encastré ne doit pas être plus large que les autres branches du mètre.

Les mesures dont le numérotage tourne le dos aux divisions ont été admises après avis de M. le Vérificateur en chef.

29 mars 1906. — Les mesures divisées par 2 millimètres ne doivent pas être admises, à moins qu'il ne s'agisse de rubans d'acier percés de trous

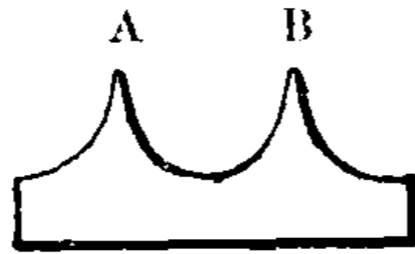


Fig. 216.

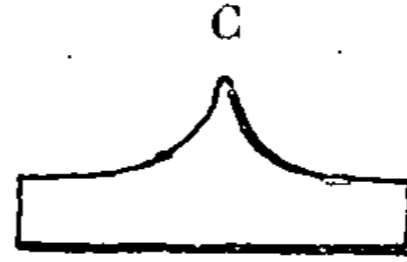


Fig. 217.

Fig. 216 et 217. Etriers évidés.

circulaires de 1 millimètre de diamètre (Décision de M. le Vérificateur en chef).

15 juin 1906. — I. *Etriers*. L'étrier plein recouvre la graduation portée sur la branche ; en conséquence il doit recevoir lui-même les divisions. De là est venue l'idée de modifier la forme ancienne de manière à laisser à découvert la graduation. Le mode d'attache a subi des modifications en rapport avec les dispositifs nouveaux : tantôt il consiste en un anneau encastré dans chacune des faces de la lame, tantôt il emprunte le secours de griffes en nombre variable, tantôt encore il se présente sous la forme d'une gouttière sertie en bordure d'un millimètre au moins de largeur et rabattue en retour sur la tranche pour s'y agraffer à la hauteur du premier centimètre. Le moyen importe

*Potier d'étain.*

peu, pourvu que la pièce rapportée soit solidement retenue en place.

II. *Assemblage des lames dans les mesures brisées.* — Un constructeur a imaginé de maintenir les branches en contact au moyen d'une sorte de bouton à pression ; il suffit d'un serrage à fond pour solidariser les deux parties qui se pénètrent. L'axe ainsi obtenu joue le rôle de goupille ; il fait corps avec les deux têtes du bouton entre lesquelles se trouvent emprisonnées les lames, et l'ensemble réalise un mode d'articulation répondant en tous points aux exigences réglementaires.

Un autre procédé consiste à réunir les branches par un œillet autour duquel s'effectue la rotation ; le résultat obtenu est également satisfaisant au double point de vue de la solidité et de l'invariabilité de la longueur de la mesure à la traction (Gaston Doumergue).

Les étriers seront autorisés lorsqu'ils rempliront efficacement le rôle qui leur est assigné et qu'ils présenteront les garanties nécessaires de résistance à l'arrachement.

## II. NOTIONS GÉNÉRALES

On donnait autrefois comme définition du mètre la longueur de la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Des mesures avaient été faites sur divers points du globe, en particulier entre Dunkerque et Barcelone, pour déterminer cette longueur ; la loi du 19 frimaire an VIII rendait le système métrique obligatoire en France. A la fin du siècle dernier, de nouvelles mesures très



précises ont permis de constater que le mètre étalon déposé aux Archives nationales ne représentait pas exactement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.

Pour éviter un changement d'unité, on a rejeté l'ancienne définition. La loi du 11 juillet 1903, relative aux unités fondamentales du système métrique, a remplacé celle du 19 frimaire an VIII :

« ARTICLE 1<sup>er</sup>. — Les étalons prototypes du système métrique sont le mètre international et le kilogramme international qui ont été sanctionnés par la Conférence générale des poids et mesures, tenue à Paris en 1889, et qui sont déposés au pavillon de Breteuil, à Sèvres.

« Les copies de ces prototypes internationaux, déposées aux Archives nationales (mètre n° 8 et kilogramme n° 35), sont les étalons légaux pour la France.

« ART. 2. — Le tableau des mesures légales annexé à la loi du 4 juillet 1837 sera modifié conformément à l'article précédent, après avis du Bureau national des poids et mesures ».

Le mètre est la longueur, à la température de zéro degré, du prototype international en platine irridié, qui est déposé à Sèvres. La copie n° 8 de ce prototype international, déposée aux Archives nationales, est l'étalon légal pour la France.

La longueur du mètre est très approximativement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, qui a été prise comme point de départ.

*Nota.* — Le platine irridié est un alliage de platine avec un dixième d'irridium. La section de l'étalon est approximativement un X, dont les

branches ne sont pas formées d'une seule ligne droite, de manière à permettre la graduation de la mesure sur la partie A B (fig. 218).

Cette section est celle qui présente le maximum de rigidité; en outre, la disposition des divisions

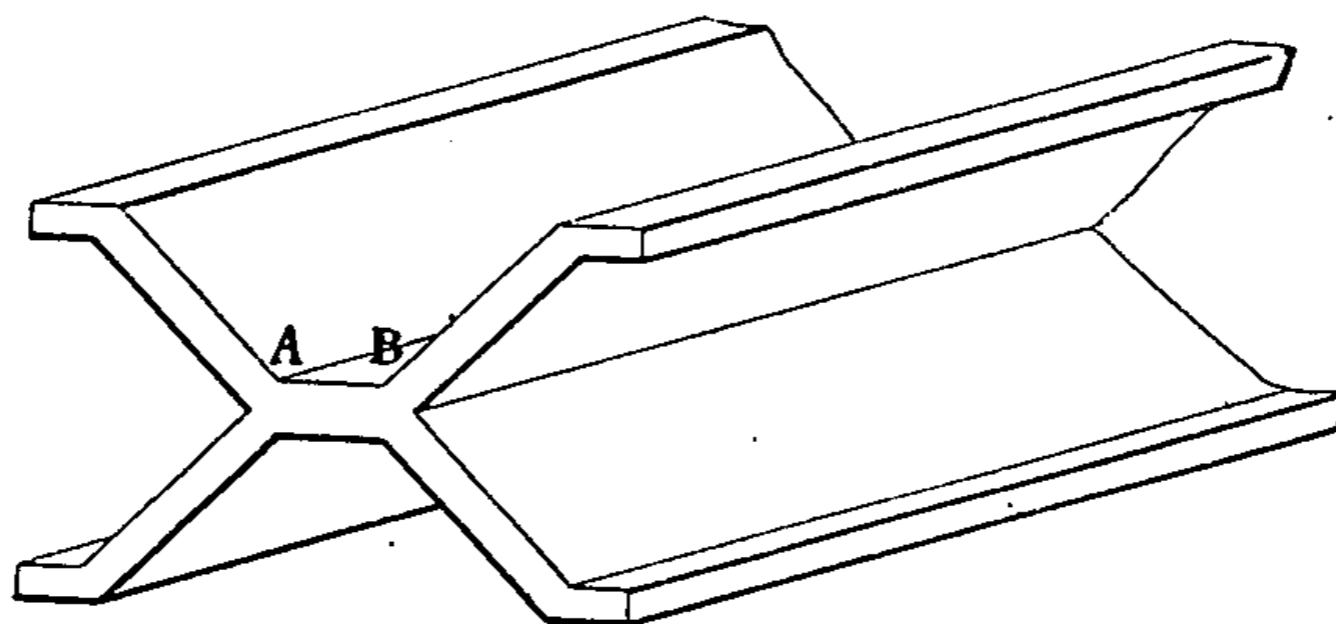


Fig. 218. Etalon.

empêche l'usure des traits. Enfin, on donne à l'étalon une longueur supérieure à celle du mètre, de façon que l'usure des bouts ne puisse modifier en rien la longueur de l'étalon.

### III. TABLEAU DES MESURES LÉGALES DE LONGUEUR

Noms	Valeurs	Signes abréviatifs
Myriamètre . . .	Dix mille mètres . . . .	Mm
Kilomètre . . . .	Mille mètres . . . . .	km
Hectomètre . . . .	Cent mètres . . . . .	hm
Décamètre . . . .	Dix mètres . . . . .	dam
Mètre . . . . .	<i>Unité fondamentale</i> . . . .	m
Décimètre . . . .	Dixième du mètre . . . .	dm
Centimètre . . . .	Centième du mètre . . . .	cm
Millimètre . . . .	Millième du mètre . . . .	mm

Lorsqu'un fabricant veut construire à son compte des mesures de longueur, il doit se rendre, muni de sa patente de fabricant, au bureau central des poids et mesures, 7, rue des Lions-Saint-Paul — pour le département de la Seine, — ou à la préfecture, ou à la sous-préfecture de son département, à l'effet d'y choisir la lettre dont il doit composer son poinçon pour marquer ses mesures, afin qu'il soit inculpé. Le fabricant donne en même temps son nom et adresse. Il doit ensuite examiner les étalons qu'il trouvera au bureau de vérification établi dans chaque arrondissement municipal et se procurer des copies exactes du mètre divisé.

Pour copier l'étalon, il faut prendre une règle en fer ou en cuivre parfaitement dressée et polie, de même hauteur que l'étalon et d'une longueur supérieure à un mètre (il est en effet préférable de faire ainsi, de façon à ce que l'usure ultérieure de la règle ne modifie en rien la longueur de la copie, devenue l'étalon du fabricant). On place donc cette règle contre l'étalon et on maintient les deux règles appliquées l'une contre l'autre d'une manière invariable. On pose sur le plan des deux règles une petite équerre parfaitement dressée, dont un bord est rabattu à angle droit de manière à ce que l'équerre puisse glisser sur la surface, sa tranche coïncidant successivement avec toutes les divisions de l'étalon. Avec un fin stylet d'acier trempé on trace sur la règle des divisions correspondantes à celles de l'étalon, en prolongeant sur la règle, au moyen de l'équerre, les traits tracés sur l'étalon.

## IV. FABRICATION DES MÈTRES (fig. 219)

On fabrique : 1° des *mètres droits*, c'est-à-dire rigides et d'une seule pièce ; 2° des *mètres à charnière*, en deux parties ; 3° des *mètres pliants ou à rosettes*, en cinq ou dix parties.

Le double-mètre, le demi-mètre et le double-décimètre se font également de ces trois manières.

**Fabrication des mètres droits**

Cette fabrication est celle des doubles-mètres, mètres et demi-mètres à section carrée ou rectangulaire, dits mètres carrés et mètres plats, des mètres et doubles-mètres-cannes, et des doubles-décimètres plats et triangulaires à l'usage des dessinateurs.

On emploie généralement pour les mètres carrés et plats, ainsi que pour leur double et leur moitié, le hêtre, le noyer et le chêne, plus rarement le bois des îles, à cause de son prix élevé.

Les mètres-cannes se font généralement en charme teint en noir pour imiter l'ébène, en bois des îles et en ébène ; on se sert aussi du hêtre. Les doubles-décimètres droits sont fabriqués presque exclusivement en buis, en ébène et en ivoire ; on en fait de peu de résistance en bois blanc.

*Mètres carrés et mètres plats.* — Les bois qui doivent servir à la fabrication des mètres doivent être bien secs avant d'être utilisés, sinon la règle primitivement droite se gauchit rapidement et devient hors d'usage. On commence par les débiter en planches de l'épaisseur voulue et d'une longueur

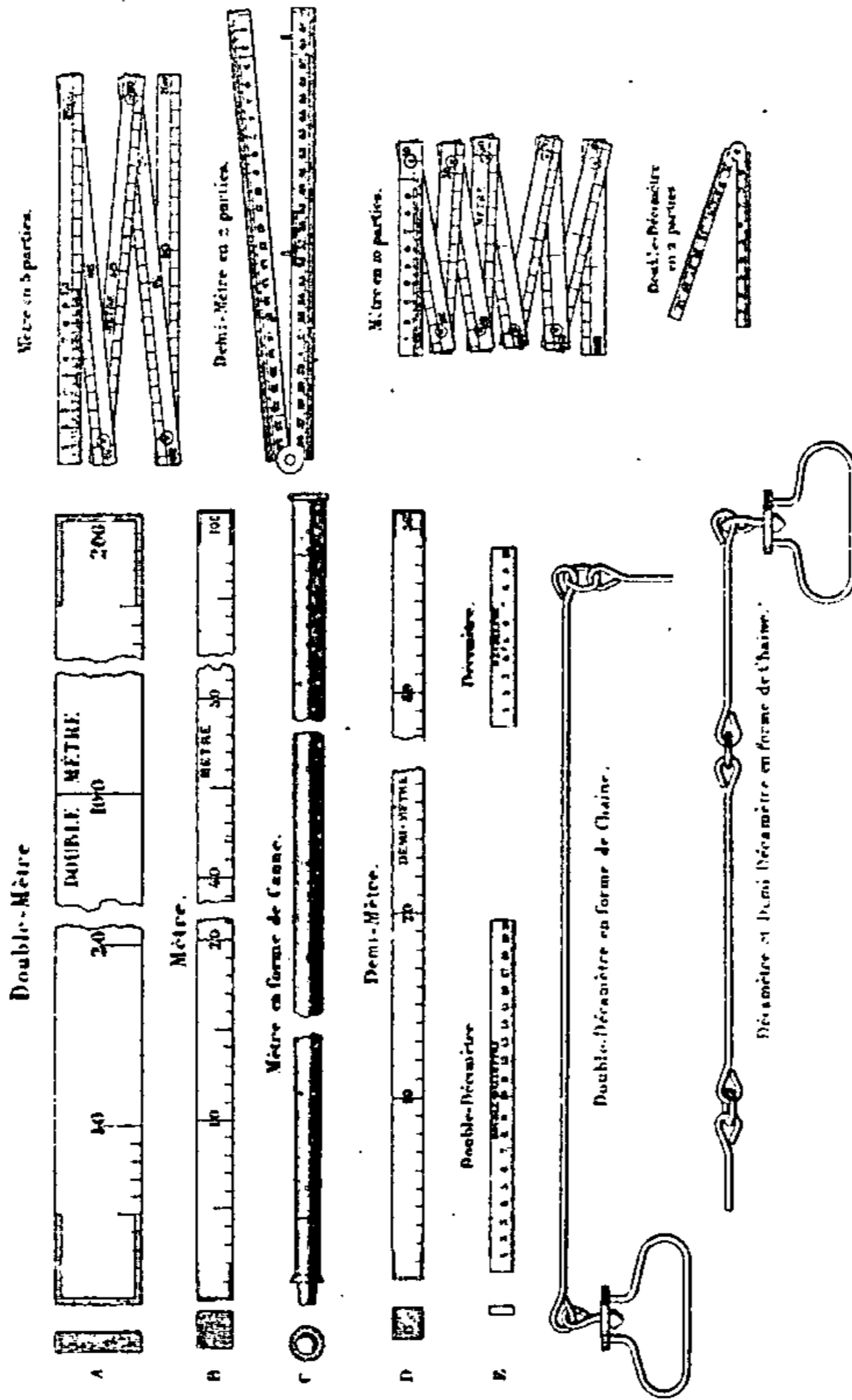


Fig. 219. Mesures de longueur.

un peu supérieure à la mesure que l'on veut obtenir ; après quoi on reprend ces planches et on les débite dans le sens de leur largeur. On dresse en-

suite parfaitement au rabot et on ajuste les mesures ; on entaille au ciseau chaque extrémité pour y placer de petites plaques de cuivre, de maillechort ou d'argent rabattues sur chaque côté de la mesure ; ces plaques appelées *étriers* sont repliées sur une longueur de 1 à 3 centimètres, les entailles faites pour cela sur les côtés du mètre doivent avoir l'épaisseur de l'étrier, afin que ce dernier s'y loge exactement et que sa surface extérieure affleure celle de la mesure ; il faut aussi régler la longueur du mètre d'après l'épaisseur des étriers. Pour fixer l'étrier on l'a percé de trous fraisés dans lesquels on passe des goupilles rivées et limées d'affleurement. Les mesures soignées sont ensuite vernies ; cette précaution a pour but d'empêcher l'humidité de pénétrer dans le bois et de détériorer la mesure. On se sert d'un vernis très siccatif qui s'étend au pinceau ou au tampon.

Pour marquer la mesure, on employait autrefois un peigne, instrument d'un décimètre de longueur dont les divisions en centimètres étaient de petites lames d'acier très courtes et très tranchantes. On plaçait ce peigne bien d'aplomb sur la mesure et on frappait dessus avec un maillet de bois, d'abord le premier décimètre, puis les suivants successivement, le dernier trait de l'un servant de repère au suivant. On marquait ensuite les étriers au moyen du compas à verge.

On employait aussi des peignes munis d'une partie saillante qui s'emboîte dans les entailles d'une bande métallique fixée parallèlement à la mesure ; de cette façon le peigne se trouvait guidé et l'on obtenait un traçage plus sûr.

L'inscription des chiffres se faisait au moyen de poinçons tranchants.

On s'est servi aussi de matrices de la longueur du mètre et qui portent en relief non seulement les divisions, mais les chiffres, le nom de la mesure et la marque du fabricant ; à chaque extrémité, ces matrices sont munies d'un talon d'acier ; les deux talons et deux ressorts qui s'accrochent à une longue tringle en fer, empêchent le déplacement de la mesure par rapport à la matrice. On exerce alors une pression suffisante pour imprimer dans la mesure les caractères de la matrice, au moyen d'un balancier à contrepoids.

Ces procédés sont encore en usage dans certaines fabriques. Mais on obtient de meilleurs résultats avec la machine à diviser, qui se compose essentiellement d'un banc sur lequel est montée une vis sans fin parfaitement calibrée et dont le pas est d'un millimètre ou d'une partie aliquote du millimètre. Sur cette vis peut se mouvoir, en faisant écrou sur elle, un petit chariot guidé, muni d'un stylet en acier trempé. La règle est assujettie en face de la vis, parallèlement à cette dernière. On imprime à la vis sans fin un mouvement de rotation d'une amplitude déterminée et au moment voulu, par un déplacement vertical de la mesure ou du stylet et un avancement de celui-ci vers la mesure, on produit le traçage. On comprend facilement que l'exactitude du procédé réside uniquement dans le soin apporté dans l'exécution de la vis.

On termine le marquage et on le rend plus apparent en passant sur toute la longueur de la mesure du noir d'ivoire délayé dans de l'huile ou du suif,

ou encore du blanc de céruse délayé dans de l'eau gommée. On essuie aussitôt la mesure, en sorte que le noir d'ivoire ou le blanc de céruse reste seulement dans les divisions.

*Doubles-décimètres.* — Les doubles-décimètres, avons-nous dit, se font ordinairement en buis, en ébène et en ivoire.

Avant de travailler le buis, il faut s'assurer de son parfait état de siccité et ne pas choisir le cœur.

On le débite en règles de section carrée que l'on scie en deux suivant le plan diagonal du prisme carré, pour obtenir deux règles triangulaires. On coupe ces règles à la longueur convenable de 206 à 208 millimètres ; on les vernit comme on l'a vu précédemment en mettant ou non dans ce vernis du jaune de chrome ; puis on imprime à leur surface, au moyen d'une matrice sur laquelle on passe un rouleau d'encre grasse, l'ensemble des divisions et des chiffres. Ce marquage est fait avec une pression suffisante pour que les caractères pénètrent nettement dans le bois, ils doivent y produire un trait parfaitement régulier, de grosseur uniforme. On les munit quelquefois de petites plaques de cuivre aux extrémités pour les protéger.

Les doubles-décimètres en ébène et ceux en ivoire peuvent être tracés à l'aide du compas à verge ou de la machine à diviser ; on fixe la longueur des traits à tirer en commençant par tracer sur la mesure deux lignes parallèles à ses côtés avec une sorte de trusquin formé de deux branches dont l'une glisse le long de la mesure tandis que l'autre munie d'une pointe fine, trace une ligne parallèle au bord.



Pour diviser, avec le compas à verge, on place dans le prolongement du double-décimètre une plaque de tôle mince perforée de millimètre en millimètre à l'aide d'un poinçon très fin ; dans chacun de ces petits trous et successivement on met une pointe du compas, tandis qu'avec l'autre pointe on décrit un arc de cercle très petit ; l'ouverture du compas étant d'au moins 60 centimètres, cet arc de quelques millimètres se confond avec une ligne droite. On met les chiffres et la marque du fabricant et l'on passe du noir d'ivoire ou du blanc de céruse suivant que la mesure est en ivoire ou en ébène. Pour les doubles-décimètres en ivoire, on passe aussi les divisions au carmin.

*Mètres-cannes* (C) (fig. 219). — Ces mètres, dont l'usage est assez peu répandu, sont de fortes cannes sur lesquelles on a marqué les divisions du mètre au moyen de petites chevilles enfoncées dans le bois ; pour les mieux distinguer, ces chevilles sont d'une couleur différente de celle de la canne. On se sert, dans la fabrication de ces mètres-cannes, de calibres en fer portant de centimètre en centimètre des pointes rivées ; à chaque décimètre se trouvent trois de ces pointes. On dispose cette espèce de peigne le long de la canne et par une légère pression on fait pénétrer les pointes dans le bois ; cela fait, il ne reste plus qu'à mettre dans les trous ainsi préparés soit des clous, soit des chevilles en cuivre, en bois ou en os.

Les petits clous en cuivre tiennent mieux généralement que les chevilles de bois ou d'os. On les coupe ensuite à fleur de la surface de la canne. Souvent on ne divise la canne qu'en décimètres et

l'on subdivise seulement le décimètre supérieur en centimètres.

On adapte à la partie supérieure de la canne une forte virole de cuivre fileté, dans laquelle on visse une tête en fer; on peut encore sceller dans cette virole une poignée en corne de cerf ou en toute autre matière résistante. L'extrémité qui doit frapper le sol doit être également munie sur une longueur de trois ou quatre centimètres d'une forte virole qui fait serrage et d'une rondelle en fer qui fait saillie et marque le point de départ du mètre. Enfin un robuste clou enfoncé au bout de la canne empêche le mètre de s'user.

Dans les scieries on se sert de mètres carrés dont chaque extrémité porte une garniture métallique en fer forgé munie d'une forte pointe. Le mètreur s'en sert comme d'un compas à pointes sèches pour mesurer les troncs d'arbres abattus. Les deux pointes ont un mètre d'écartement.

*Doubles-mètres (A)* (fig. 219). — Les doubles-mètres sont soumis aux mêmes conditions de solidité et d'exactitude que les mètres, tant au point de vue de leur fabrication que de leur graduation.

Lorsque l'on forme un double-mètre avec deux mètres-cannes, les extrémités à réunir sont munies l'une d'un écrou, l'autre d'une vis, et pour cela on monte sur chaque canne une virole ou garniture, ordinairement en cuivre, fixée au bois par deux goupilles perpendiculaires l'une à l'autre enfoncées de manière à couper l'axe de la canne à des hauteurs différentes. La jonction des deux mètres-cannes est assurée par la vis et l'écrou, et en outre par le contact à frottement dur des deux garnitures,

dont l'une pénètre dans l'autre. La figure 219 permettra de comprendre la solidité de cette liaison : la vis est logée dans l'axe de la première garniture ; entre la vis et cette première garniture, parfaitement tournée intérieurement, vient pénétrer l'écrou appartenant à la seconde garniture, mais d'un diamètre plus petit qu'elle, ce diamètre étant le même que le diamètre intérieur de la première garniture. L'écrou, qui est une pièce résistante, se trouve ainsi maintenu entre la vis et la douille.

### Mètres à charnières

Les principales mesures que l'on fabrique à charnières sont le demi-mètre et le double-décimètre ; mais on fait aussi des mètres et même des doubles-mètres à charnières.

La charnière se compose de plaques et rondelles en cuivre, avec ailes en fer, assemblées par une goupille qui forme l'axe. On entaille le bois pour y placer les plaques extérieures en cuivre ou en maillechort ; ces plaques sont maintenues par des broches qui traversent le bois de part en part, coupées d'affleurement et rivées des deux côtés. Une charnière ordinaire se compose :

1° Des quatre plaques de cuivre garnissant les deux branches du mètre ;

2° De trois ailes en fer encastrées deux dans le même sens, l'autre dans le sens inverse ;

3° De deux rondelles en cuivre, placées entre les rondelles et les plaques pour rattraper l'épaisseur de la branche interne.

On fait des charnières avec plus de rondelles,

*Polier d'étain.*

suivant le prix de la mesure, on a ainsi ce que l'on appelle des mesures à double charnière.

Les ailes, rondelles, plaques en cuivre et les étriers sont estampés, c'est-à-dire découpés à la machine, d'un seul coup.

On donne plus de solidité à la mesure en la garnissant de bandes de cuivre posées sur le champ de la mesure et fixées au moyen de goupilles rivées.

### Mètres pliants ou à rosettes

On emploie pour la fabrication de ces mètres le buis, le houx, l'ébène, l'ivoire, l'os, la baleine, etc.; on en fait parfois aussi en cuivre jaune.

On sait que pour le mètre pliant ordinaire à dix branches, dont la première doit être divisée en millimètres, les traits indiquant les centimètres doivent embrasser toute la largeur de la branche, ceux des demi-centimètres doivent être plus longs que ceux des millimètres; cette première branche porte en outre les nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Pour fabriquer une telle mesure on fait construire des matrices spéciales portant en saillie les divisions et les chiffres. Il faut une matrice pour la première branche et une seule autre pour les autres branches, mais sur cette dernière matrice sont montées deux petites matrices mobiles qui portent les chiffres propres à chaque branche. Deux ressorts sont adaptés à chaque matrice pour serrer la branche et l'immobiliser pendant qu'on la divise.

Le nombre des réglettes employées dans cette fabrication exige un débitage rapide du bois. On emploie pour cela la *scie à ruban* : elle se com-

pose d'un ruban d'acier fermé sur deux poulies contenues dans un même plan vertical et dont les axes sont placés l'un au-dessus de l'autre. La poulie inférieure reçoit le mouvement de la transmission par une courroie ; cette poulie est montée sur des paliers fixes. La poulie supérieure est folle sur ses paliers. Ces paliers sont montés sur une pièce pouvant coulisser verticalement sur un guide. Cette disposition permet de faire monter ou descendre la poulie supérieure afin de donner une tension convenable à la lame sans fin ; la poulie inférieure qui entraîne la lame porte sur sa jante une garniture le plus souvent en cuir pour augmenter l'adhérence, ce qui permet de donner une moindre tension à la lame. La coupe se fait de haut en bas, la pièce à travailler est sur une table ou un banc. On donne à la scie une inclinaison convenable pour obtenir une bonne coupe.

Dans le cas où la pièce de bois est placée sur un chariot, ce chariot peut être mû à la main ou mécaniquement. L'avancement se fait au moyen d'une crémaillère ou de cylindres saisissant latéralement la pièce. La lame de scie doit toujours être guidée, la machine est munie de deux guides, l'un au-dessus de la table, l'autre au-dessous. Celui du haut peut être déplacé à volonté. Du côté de la lame montante, c'est-à-dire où la lame ne travaille pas, se trouve un autre guide fait d'un morceau de bois contre lequel s'appuie la lame, qui ainsi ne vibre pas. Les poulies sont munies non pas d'une gorge, mais d'un seul rebord qui maintient la lame ; le congé du rebord tend à la faire remonter.

La vitesse de la lame est comprise ordinairement

entre 20 et 25 centimètres par seconde, ce qui correspond pour une poulie de 90 centimètres de diamètre à 400 ou 500 tours par minute.

Ce genre de scie donne un grand débit, à peu près le double de celui des scies à mouvement alternatif. En outre il permet de chantourner. Il faut pour qu'il donne de bons résultats, que la lame soit parfaitement fabriquée, les dents très régulières et que l'avancement du bois se fasse mécaniquement, pour éviter tout à-coup. Les deux extrémités du ruban d'acier formant la scie doivent être soudées au laiton par brasage. L'affûtage de telles scies est fréquemment nécessaire, on l'exécute soit au tiers-point, soit à la meule de corindon animée d'un mouvement rapide.

Lorsque le bois est débité en planches minces, puis en réglettes de la largeur voulue, on coupe ces bandes de la longueur voulue, 12 centimètres environ, on les rabote un peu sur les côtés, puis on les perce vers chaque extrémité avec un instrument ayant deux pointes distantes de 10 centimètres l'une de l'autre; une de ces pointes tourne et fraise en même temps la branche d'un côté; on recommence ensuite de l'autre côté en retournant la branche.

Dans les installations de quelque importance on emploie une petite machine à mortaiser, dont l'organe de travail est un petit bédane qui reçoit un mouvement de rotation par engrenage d'angle et poulie.

Les branches étant ainsi préparées on se dispose à graver les divisions. On prend alors la matrice et on l'enduit d'encre d'imprimerie avec un petit

rouleau; cette matrice porte à chacune de ses extrémités un goujon que l'on place dans les trous de la branche à marquer; on met l'ensemble sous un balancier qui produit l'impression d'un seul coup.

Lorsque toutes les branches sont marquées, on les assemble par des rosettes.

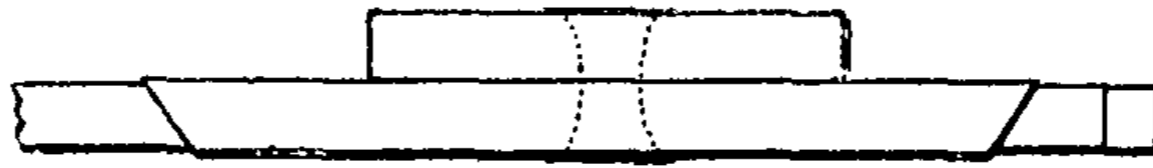
On fabrique pour les mètres communs des rosettes en cuivre blanchi que l'on découpe à l'emporte-pièce en frappant sur un tas en plomb ou en étain; en même temps que le poinçon coupe la rosette en rond, il lui donne une forme légèrement bombée et la perce au milieu d'un trou carré. Pour unir deux branches, on place dans le trou de chacune d'elles une rosette qui, grâce à sa forme bombée, s'applique sur le trou en cuvette de la branche; on passe ensuite une broche carrée au centre des rosettes, on coupe cette broche à fleur de la rosette et on la frappe avec un petit marteau pour former la rivure.

Les rosettes se font en maillechort pour les mètres dits à rivures perdues ou à rosettes inscruées. Ces rosettes ne sont pas bombées, mais planes et plus épaisses que les premières; elles se logent dans une cavité de même dimension qu'elles, ce qui donne aux mètres plus de fini et aussi plus de solidité.

On a imaginé divers petits dispositifs ingénieux pour maintenir le mètre bien droit et rigide après qu'on l'a développé; les mètres pliants présentent en effet cet inconvénient de se refermer seuls quand la rivure n'est pas serrée, ou bien ils s'ouvrent difficilement dans le cas contraire.

Les figures 220, 221 montrent un de ces dispositifs; simple et robuste, il permet d'obtenir un mètre

suffisamment rigide. Il se compose de deux garnitures de tôle mince, emboutie, s'emboîtant l'une



Élévation.

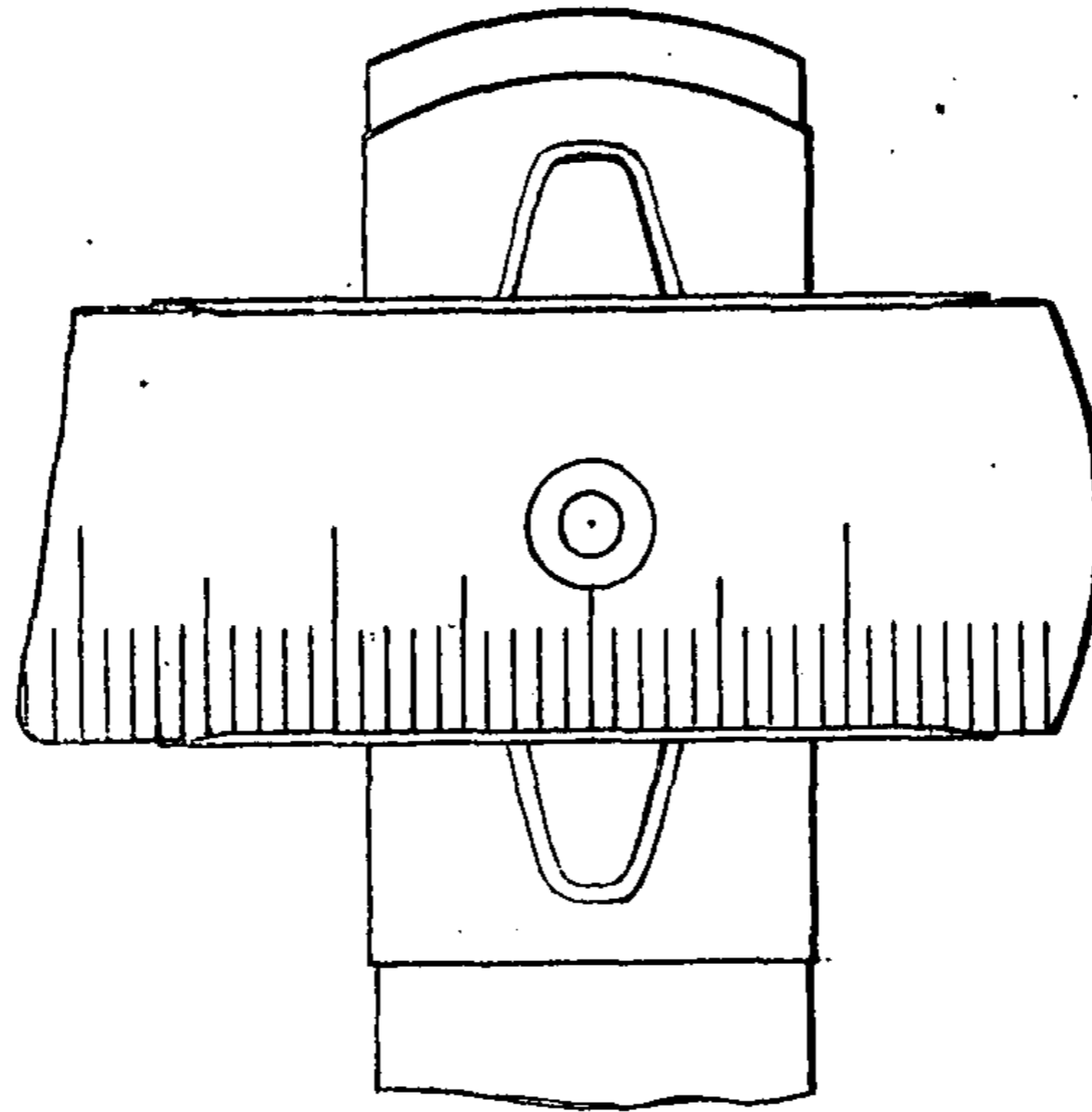


Fig. 220. Plan.

dans l'autre d'une façon pratiquement invariable grâce au serrage. Lorsqu'on ouvre le mètre, les garnitures font ressort l'une sur l'autre, tant que les deux branches ne sont pas en prolongement l'une



de l'autre, puis les parties embouties s'emboîtent l'une dans l'autre et restent dans cette position.

Lorsque toutes les branches qui doivent composer le mètre sont montées les unes aux extrémités des autres, on arrondit leurs bouts et on pose les étriers.

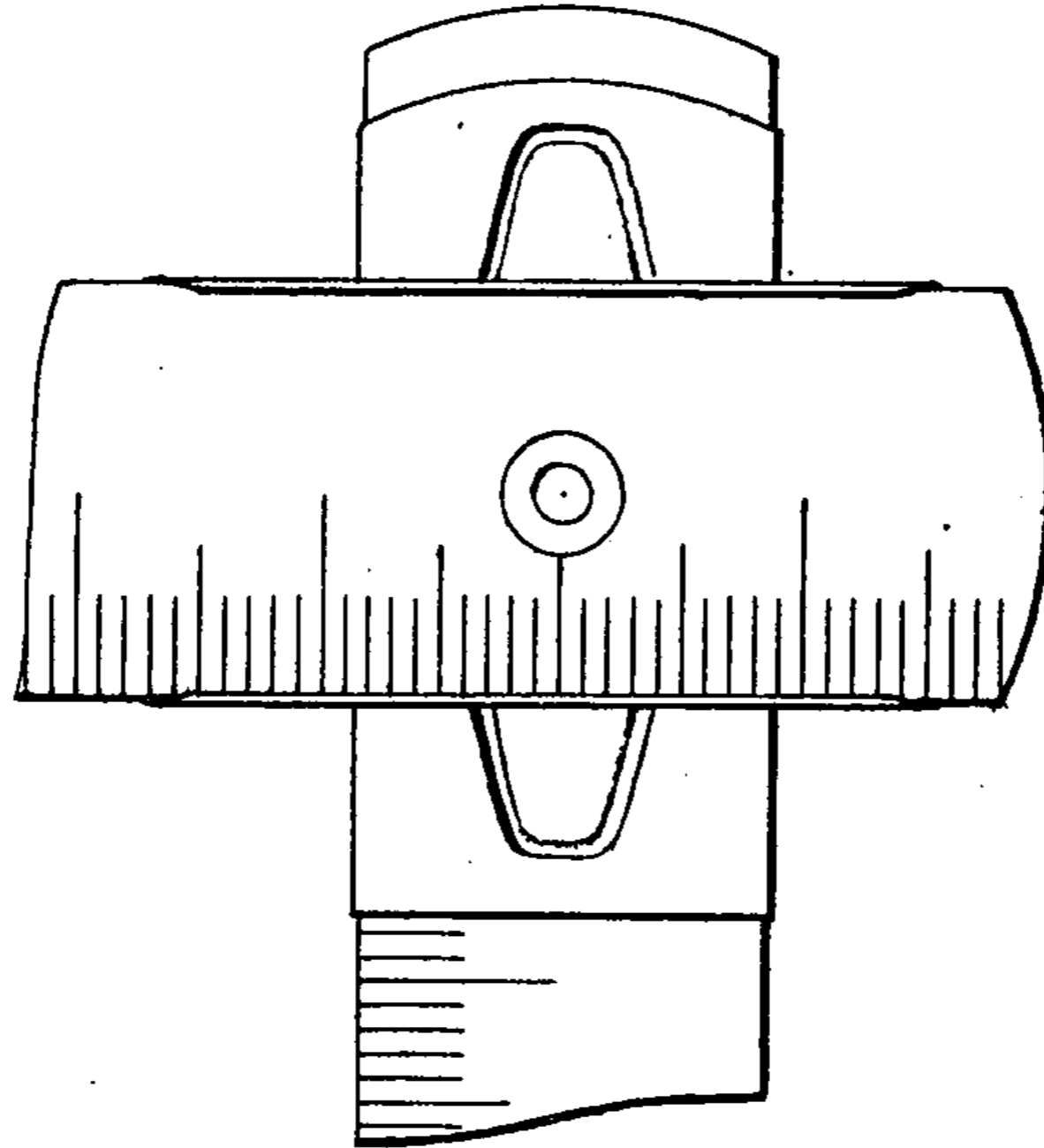


Fig. 221. Plan.

On arrondit ces bouts à la *toupie*, qui se compose simplement d'un petit outil tranchant adapté sur un tour animé d'une grande vitesse de rotation ; cet outil, placé suivant l'axe du tour, tourne sur lui-même et coupe par sa tranche antérieure, à laquelle on présente le mètre replié et fortement serré. On

emploie aussi de petites meules recouvertes sur leur plat de papier de verre, et tournant très vite; on produit ainsi rapidement l'usure du bois en lui donnant, en même temps, un certain poli.

On termine par un léger vernissage au tampon.

*Mètres en ivoire.* — L'ivoire étant une matière qui s'écaille facilement, il importe de prendre certaines précautions pour le travailler. Quand on le débite il faut mouiller la scie pour qu'elle morde mieux, de plus l'ivoire absorbe l'eau et devient plus tendre. Ayant obtenu les branches du mètre, on les fraise et on les perce à la distance voulue, au moyen d'une plaque métallique, elle-même percée de deux trous bien calibrés, distants l'un de l'autre de 10 centimètres. On gratte ensuite l'ivoire et on le polit en le frottant avec une toile grossière imbibée d'eau, puis on monte le mètre comme nous l'avons dit plus haut, avec des rosettes particulièrement soignées. On fraise aussi la rosette pour river la broche carrée qui tient les branches. On a soin de river à petit coups de marteau, à cause de la fragilité de l'ivoire. On fait sécher le mètre à une chaleur douce, de 60 à 70° environ, pendant trois ou quatre heures, puis on le laisse reposer vingt-quatre heures avant de le graduer.

On marque les divisions soit au moyen du compas à verge, soit à la machine. Quand les divisions sont tracées, on prépare du noir d'ivoire bien fin que l'on délaye dans de l'eau gommée; on en passe sur toute la longueur du mètre, on l'essuie et l'on voit les divisions se détacher nettement en noir sur le mètre blanc. Le fabricant doit prendre soin, lorsqu'il marque le mètre de son poinçon ou du mot

mètre, de frapper à petits coups sur la mesure posée d'aplomb, sinon il risquerait de briser le mètre. Le poinçon de vérification peut être apposé sur les étriers.

On donne à l'ivoire tout son éclat en le polissant avec du blanc d'Espagne et un peu de savon noir.

*Mètres pointés.* — Les mètres pointés sont d'un usage peu répandu, on les fait à peu près exclusivement en baleine. On prépare chaque branche comme pour un mètre ordinaire et on marque les divisions à l'aide d'une matrice qui porte des pointes très fines et de faible longueur, de millimètre en millimètre ou de centimètre en centimètre suivant les branches. On ramollit ensuite la baleine en la faisant tremper douze ou quinze heures dans l'eau froide, de façon à pouvoir faire pénétrer dans les trous préparés d'avance, de petits fils de laiton ou de maillechort (on se sert pour cela de petites pinces). On coupe tous ces petits fils au niveau de la surface du mètre et on les rive avec une lime douce. On monte les branches à la suite les unes des autres, comme les mètres d'ivoire, c'est-à-dire en fraisant l'œillet. On met des fils plus gros aux décimètres qu'aux millimètres.

La baleine se polit enfin avec du tripoli de Venise délayé dans du vinaigre additionné de savon noir ; on peut aussi employer la pierre ponce très fine délayée dans l'huile, mais elle ne donne pas un si bon résultat. Le suif légèrement frotté sur la baleine lui donne un joli brillant durable.

Ces mètres présentent l'inconvénient d'être marqués de chiffres peu visibles, frappés au poinçon, et qui finissent par disparaître.

*Mètres métalliques.* — On fabrique des mètres pliants en laiton et en acier ; ils présentent l'avantage d'être plus solides que les mètres en bois, mais la légèreté qu'il faut leur donner oblige à les faire très minces ; il en résulte qu'ils peuvent être facilement faussés par suite d'une torsion. Néanmoins, certains ouvriers en font usage en raison de leur petit volume et de leur résistance. On prépare chaque branche comme nous l'avons dit précédemment et on assemble entre elles les diverses branches par simple rivure.

\* \* \*

Nous venons de voir qu'un assez grand nombre de matières peuvent servir à la confection des mètres. Chacune d'elles présente des avantages et des inconvénients ; le bois varie peu de longueur, mais vu son épaisseur faible il se fend ou se casse facilement, les divisions s'effacent peu à peu ; l'ébène présente une supériorité incontestable, mais son prix élevé l'empêche d'être beaucoup employé. La baleine subit l'influence de la température et de l'humidité d'une façon très sensible, elle s'allonge lorsqu'il fait humide et se contracte lorsqu'il fait sec, mais elle est très commode à cause de sa légèreté, de son élasticité et de sa souplesse qui permet de mesurer des contours relativement sinueux, elle casse moins que l'ivoire, l'ébène et le buis (ce dernier travaille beaucoup s'il n'était pas bien sec avant d'être mis en œuvre, surtout s'il est fait avec le cœur de l'arbre). L'ivoire, qui paraît susceptible d'une très grande précision, est une substance organique peu sensible à l'humidité, mais que la

chaleur rend cassante. En résumé, c'est le bois qui est de beaucoup le plus employé ; les charpentiers, les menuisiers et les métreurs ne se servent que de mètres en bois.

*Compas d'épaisseur.* — Ce sont des instruments qui servent à mesurer la longueur ou l'épaisseur d'objets de forme irrégulière, difficiles à mesurer avec les mètres ordinaires. Ils ont en général 20 ou 50 centimètres de longueur. Les charpentiers s'en servent pour mesurer l'épaisseur des solives, les cordonniers pour prendre mesure, etc.

Le compas d'épaisseur se compose simplement d'une règle graduée qui porte, montées perpendiculairement à elle, deux petites branches en cuivre ou en fer dont l'une est fixée au zéro de la graduation, tandis que l'autre peut coulisser le long de la règle (cette dernière branche est montée sur une lunette de même section que la règle). On place l'objet à mesurer entre les deux branches en réglant convenablement la position de la branche mobile, et on lit le nombre indiqué par la tranche de la lunette. La règle se construit soit en bois, soit en métal, l'exactitude de la mesure dépend de l'ajustage de la lunette sur la règle.

#### V. DÉCAMÈTRES OU CHAINES D'ARPENTEURS

On désigne sous le nom de chaînes d'arpenteurs les demi-décamètres, décamètres et doubles-décamètres servant à la mesure des terrains, au « chaînage » des routes, etc. Elles se composent d'un certain nombre de tiges métalliques, généralement de près de 20 centimètres de longueur, réunies par

des anneaux. On les construit avec du gros fil de fer laminé. Les anneaux sont de même matière, sauf ceux placés de mètre en mètre; ceux-ci doivent être d'un métal dont la couleur tranche avec celle de la mesure, ordinairement on les fait en cuivre jaune.

Chaque extrémité de la chaîne se termine par une poignée destinée à faciliter le maniement de la mesure. Les opérations sur le terrain se font à deux : un chaîneur et son aide. On allonge la chaîne de manière à bien la tendre, la première poignée ou poignée d'arrière étant amenée exactement contre le piquet qui marque le point de départ, et l'aide, muni de dix fiches, étant aligné sur le jalon de direction. L'aide plante alors une de ses fiches dans le sol, contre la poignée, et perpendiculairement à la direction de la chaîne, extérieurement. La chaîne ordinaire (à poignées sans rainure) mesurant au total 10 mètres, il faudra que l'un des opérateurs, — le chaîneur, — place sa poignée de telle façon que la fiche soit à l'intérieur de celle-ci, tandis que l'autre, — l'aide, — plante la fiche extérieurement à la poignée (fig. 222).

(Voir les détails opératoires dans le *Manuel d'Arpentage*, Encyclopédie-Roret).

Les chaînes soignées portent des poignées à rainures (fig. 223, 224) dans lesquelles on passe les fiches.

On voit dans ce cas que la longueur mesurée chaque fois est celle comprise entre les axes de deux fiches consécutives. Il faudra donc que la longueur totale de la mesure dépasse 10 mètres d'une quantité égale à trois fois le diamètre du fil

de fer qui constitue le décamètre (deux fois pour les poignées et une fois pour les fiches). Les axes de deux anneaux consécutifs sont distants de vingt centimètres ; l'excédent de la mesure sur 10 mètres est partagé entre les deux chaînons extrêmes, qui comprennent chacun une des poignées.

Les doubles-décamètres, dont on se sert assez

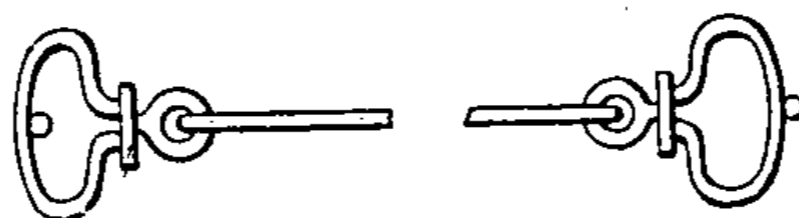


Fig. 222.

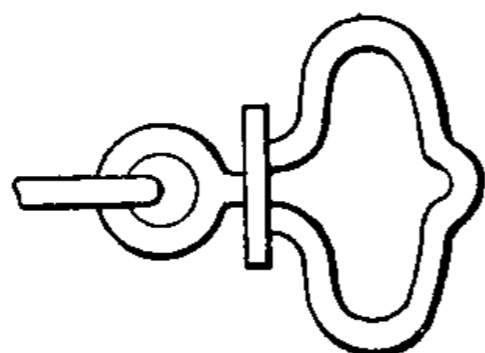


Fig. 223.

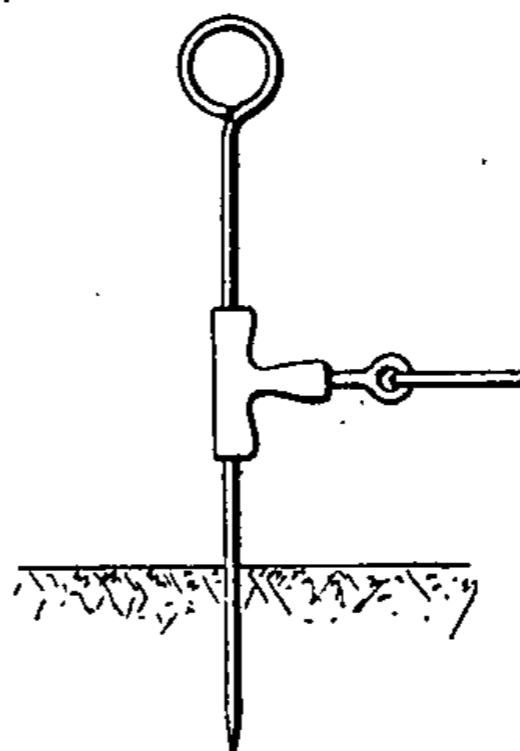


Fig. 224.

peu, ne diffèrent pas, quant à leur construction, des décamètres, sauf par la grosseur du fil de fer et par la longueur des chaînons ; le fil de fer est d'un diamètre plus fort et les chaînons se font de 50 centimètres de longueur.

Les demi-décamètres se construisent de la même manière que les décamètres.

### Fabrication

On prend du fil de fer bien dressé et de grosseur convenable, on le coupe rapidement à la cisaille en *mailles* d'une longueur voisine de 218 millimètres : Pour cela le fil de fer est guidé avant son passage dans la cisaille, et il est arrêté par un butoir réglé. On peut employer une cisaille à levier mue à la main ou une petite cisaille mécanique. Il faut ensuite faire une boucle à chaque extrémité de la maille; on emploie à cet effet l'outil à boucler, qui est une sorte de pince composée de deux parties réunies par un ressort : l'une est un petit cylindre d'acier ou mandrin sur lequel doit s'enrouler l'extrémité de la maille pour former la boucle, l'autre en forme d'arc doit maintenir le fil de fer sur le mandrin ; on place pour cela l'outil sur l'étau, on serre la maille entre les deux parties de la pince et on la tourne autour du mandrin pour fermer la boucle. Il ne reste plus qu'à donner de la cambrure à la maille, de façon à ce que le centre de la boucle soit sur le prolongement de la tige ; on dit alors que la maille est droite. Il est à remarquer que l'on forme les deux boucles de part et d'autre de la maille et non pas d'un même côté.

Les anneaux se font très simplement par séries en enroulant un fil de fer sur une broche cylindrique d'acier qui peut tourner dans deux petits paliers rustiques. Cette broche est terminée par un carré sur lequel on monte une manivelle, elle est



en outre percée d'un trou de la grosseur du fil de fer, vers une de ses extrémités. On fait passer le fil dans ce trou pour l'arrêter, puis on tourne la manivelle en ayant soin de faire tirer en arrière le fil de fer par un aide muni de tenailles, de façon à ce que les spires du fil soient exactement du diamètre de la broche. On peut aussi faire passer le fil de fer sur une petite poulie creuse et le tendre au moyen d'un contrepoids. Le fil s'enroule sur la broche à la façon de la corde d'un puits sur son tambour ; quand on a obtenu environ cent cinquante spires on les scie en des points situés sur une même génératrice de la broche ; on a ainsi des anneaux gauches que l'on dresse par quelques coups de marteau pour faire coïncider les deux bouts en rendant l'anneau parfaitement circulaire. Pour introduire ensuite les anneaux dans les boucles, on serre celles-ci dans l'étau et on les ouvre en forçant un peu sur la maille ; lorsque l'anneau est introduit, on tourne la maille en sens inverse pour fermer la boucle. A la cinquième maille, on met un anneau de cuivre, pour indiquer la longueur du mètre. On continue ainsi de mètre en mètre. Les anneaux en cuivre peuvent se faire comme nous avons vu précédemment pour ceux en fer, mais on les obtient aussi par coulée dans de petits moules spéciaux, puis on les ajuste au tour ; ils sont ainsi d'un prix plus élevé, mais plus solides et plus soignés. De même les anneaux en fer sont plus résistants si on les soude.

Le décamètre étant monté, il faut le régler de façon à ce que les anneaux de cuivre soient bien distants de 1 mètre de centre en centre. On le vé-

rifié au moyen d'un mètre en bois qui porte deux fortes pointes, à distance telle que les anneaux de cuivre étant enfilés dessus, les centres de ces anneaux soient distants de 1. mètre. Si la mesure est trop longue, on frappe à petits coups de marteau sur le nez de la boucle, si elle est trop courte on frappe sur le talon. On reconnaît l'exactitude de la position des anneaux courants à l'aide de pointes en cuivre placées sur l'étalon, de 20 en 20 centimètres.

La poignée est formée d'un fil de fer auquel on donne une forme déterminée à l'aide d'un outil en fer dont le travail est analogue à celui de l'outil à boucler. C'est encore une espèce de pince formée de deux parties réunies par un ressort : l'une des branches a la forme que doit prendre l'intérieur de la poignée, l'autre doit pincer le fil de fer et permet de lui donner la forme convenable en le serrant sur la première branche au moyen de l'étau. On place le fil de fer, coupé de longueur, bien au milieu de l'outil, on saisit chaque bout dans une clé en fer percée à la longueur des bouts droits de la poignée. On obtient ainsi des poignées qui ont toutes la même forme. Les deux bouts de la poignée entrent dans un losange en cuivre, aux angles arrondis, qui s'obtient par fusion et moulage. On le lime ensuite et on le gratte pour le polir. Il est plus rapide de le faire à la machine à estamper. Ce losange est percé de trois trous ronds : l'un au centre doit recevoir le *touret* mobile, les deux autres de part et d'autre du premier reçoivent les extrémités de la poignée. On lime celles-ci en pointe et on les introduit dans les trous prépa-

rés à cet effet, puis on les maintient dans cette position à l'aide d'une pince taraudée que l'on serre entre les mâchoires d'un étau. On rive alors les extrémités de la poignée sur le losange au moyen d'une petite bouterolle d'acier ; il suffit pour cela de placer le creux de la bouterolle sur la partie à river et de frapper avec un marteau (on fait une rivure à goutte de suif). Le touret qui est au centre du losange passe à frottement doux dans celui-ci ; il porte en dedans de la poignée une forte rivure à tête, tandis que son autre extrémité, en forme de boucle, s'accroche à la dernière maille de la chaîne. Il est ordinairement en fer étamé.

Les fiches dont nous avons parlé plus haut et que l'on enfonce en terre pour « chaîner » sont des broches également en fer d'une longueur voisine de 35 centimètres. Pour faciliter son entrée dans le sol, la fiche est limée en pointe sur quatre pans ; son autre extrémité a la forme d'un anneau d'un diamètre supérieur à ceux des anneaux du décamètre, cela pour permettre le transport facile d'un jeu de fiches.

On nettoie les décamètres et les fiches en les brassant avec de la sciure de bois dans un tonneau dit « tonneau à sasser », à axe horizontal, traversé par un arbre en fer sur lequel il est calé et supporté par deux paliers ; l'arbre est terminé par un carré sur lequel est montée une manivelle dont la rotation entraîne celle du tonneau.

On fait quelquefois des décamètres et surtout des demi-décamètres beaucoup plus légers et plus portatifs avec du fil de laiton ou un fil de fer plus fin, mais dont les mailles n'ont qu'un décimètre. Cha-

que extrémité porte, au lieu d'une poignée, un anneau en cuivre. Ces instruments ne présentent pas la robustesse des premiers, aussi sont-ils peu employés en arpentage.

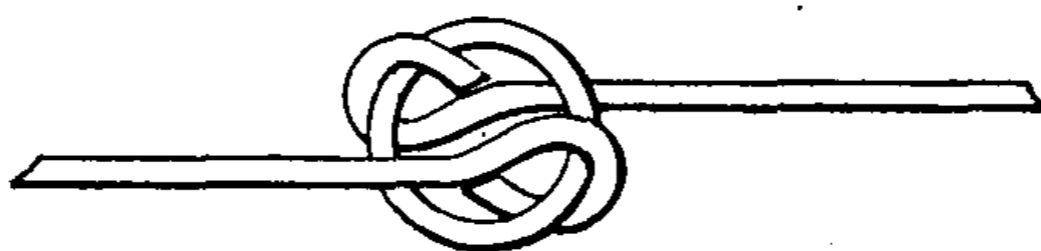


Fig. 225. Formation des nœuds.

*Nota.* — Les chaînes en fil de fer que nous venons de décrire s'allongent peu à peu à l'usage, sous l'action des efforts que l'on fait pour bien les tendre.

Il faut donc les vérifier de temps en temps.

D'autre part ces chaînes sont lourdes. Enfin l'assemblage des chaînons au moyen des anneaux ronds donne parfois lieu à la formation de nœuds (fig. 225) lorsque la chaîne ne demeure pas tendue.

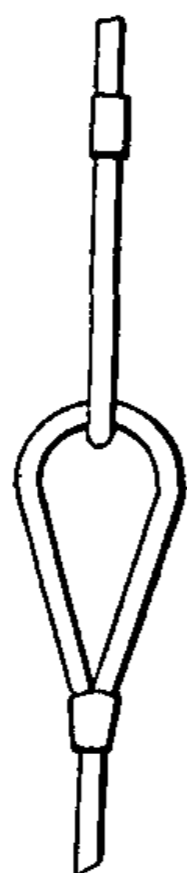


Fig. 226.

La nouvelle chaîne de Tranchart supprime en grande partie ces inconvénients : elle remédie à l'allongement par l'emploi de chaînons d'acier, et par l'assemblage direct des chaînons entre eux au moyen de boucles en forme de poires, solidement fermées (fig. 226). Cette disposition empêche la formation de nœuds.

## VI. CONDITIONS DE RÉCEPTION DES MESURES DANS LES BUREAUX DE VÉRIFICATION

Les mesures présentées à la vérification sont refusées si elles ne remplissent pas les conditions suivantes :

1° La longueur totale ne peut dépasser la longueur normale que des quantités désignées dans le tableau ci-après. La longueur des décamètres, celle de leurs doubles et de leurs moitiés, doit être comptée depuis l'extrémité intérieure d'une des poignées ou mains, jusqu'à l'extrémité intérieure de l'autre, déduction faite du diamètre d'un chaînon. Pour les mesures en forme de chaîne seulement, les tolérances seront admises en moins comme en plus.

2° La longueur des chaînons du décamètre, du double-décamètre ou du demi-décamètre doit être exclusivement d'un, de deux ou de cinq décimètres.

3° Les mesures brisées doivent être formées de deux, de cinq ou de dix parties.

4° Toute mesure doit répondre à de sérieuses conditions de solidité.

5° Les divisions en centimètres et en millimètres seront rigoureusement exactes, déliées et d'équerre avec le bord de chaque mesure.

6° Des garnitures de métal doivent être adaptées aux extrémités du mètre, de son double et de sa moitié.

7° Enfin chaque mesure doit porter le nom qui lui est propre, ainsi que le nom ou la marque du fabricant.

## VII. TABLEAU DES ERREURS ADMISES

NOMS DES MESURES	ERREURS TOLÉRABLES			
	En plus pour les mesures en bois		En plus pour les mesures en métal	
	millim. 10 <sup>es</sup>		millim. 10 <sup>es</sup>	
Double-décamètre. ( En forme			3	0
Décamètre . . . . . } de			2	0
Demi-décamètre. . } chaîne			1	5
Double-mètre . . . . .	1	5	0	2
Mètre . . . . .	1	0	0	2
Demi-mètre . . . . .	0	6	0	1
Double-décimètre . . . . .	0	4	0	1
Décimètre . . . . .	0	3	0	1

Aucune des mesures autres que celles comprises dans le tableau ci-dessus ne sera admise à la vérification et au poinçonnage.

## CHAPITRE XVII

**Alcoomètre centésimal de Gay-Lussac**

SOMMAIRE. — I. Réglementation. — II. Construction de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac.

## I. RÉGLEMENTATION .

La loi du 7 juillet 1881 a rendu obligatoire soit dans les opérations de l'administration, soit dans les transactions privées, l'alcoomètre de Gay-Lussac pour la constatation du degré des alcools et eaux-de-vie.

Aux termes de l'article 2 de ladite loi, modifiée par celle du 28 juillet 1883, les alcoomètres centésimaux et les thermomètres nécessaires à leur usage ne pourront désormais être mis en vente ni employés s'ils n'ont été soumis à une vérification préalable et s'ils ne sont munis d'un signe constatant l'accomplissement de cette formalité.

*Extrait de la loi.* — ART. 3. — Tout patenté faisant le commerce des alcools en gros et demi-gros est tenu d'avoir un alcoomètre de Gay-Lussac et un thermomètre vérifiés.

*Décret du 27 décembre 1884*, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 7 juillet 1882 sur la vérification des alcoomètres.

*Extrait :* L'alcoomètre se compose d'une carène cylindrique en verre, terminée par deux demi-

sphères. A l'une des extrémités de la carène est soudée une tige cylindrique à section circulaire, dont le diamètre minimum est de 3 millimètres ; à l'autre extrémité est soudé le contrepoids.

Le volume de la carène est tel que la tige cylindrique qui porte la graduation s'enfonce de 5 millimètres au moins par degré.

*Nota.* — Le décret du 27 décembre 1884 a été modifié le 20 août 1889 (Carnot) de la façon suivante :

Le volume de la carène est tel que la tige cylindrique qui porte la graduation s'enfonce de *trois* millimètres au moins par degré.

L'affleurement de l'instrument est lu à la partie inférieure du ménisque.

ART. 3. — Tout instrument présenté à la vérification doit porter, gravés sur la carène, le nom du constructeur ou sa marque, un numéro d'ordre et le poids de l'alcoomètre en milligrammes. Une tolérance de un dix-millième en plus ou en moins est admise pour le poids.

ART. 4. — Les thermomètres destinés à accompagner les alcoomètres sont divisés en demi-degrés de 0° à + 30° et la longueur de chaque degré est de 3 millimètres au moins.

Correction faite du déplacement du zéro, ils doivent être reconnus exacts à un dixième de degré en plus ou en moins. Ils portent le nom et la marque du constructeur et un numéro d'ordre.

*Vérification des alcoomètres.* — Le signe de la vérification des alcoomètres et thermomètres destinés à les accompagner se compose :

1° De la Bonne-Foi (deux mains enlacées).

2° D'une lettre suivie de deux chiffres placés à



côté et au-dessous de la Bonne-Foi. La lettre indique le mois, le chiffre indique le millésime de l'époque de la vérification.

## II. CONSTRUCTION DE L'ALCOOMÈTRE CENTÉSIMAL DE GAY-LUSSAC

Cet appareil se fait avec un tube de verre fermé à une de ses extrémités ; ce tube peut avoir cinq millimètres de diamètre. Pour lui donner la forme représentée par la figure 227, on commence par chauffer toute la partie B C D à la lampe d'émailleur pour ramollir le verre et pouvoir le travailler. On peut aussi employer le chalumeau, à condition que le tube soit très petit.

Quand le verre commence à prendre l'état pâteux, on souffle progressivement par l'ouverture du tube en continuant toujours à le chauffer avec précaution ; la pression de l'air fait dilater les parois du tube et l'on obtient ainsi la carène. On étrangle ensuite la partie inférieure en laissant seulement une petite ouverture pour introduire dans la partie D du mercure ou de la grenaille de plomb destinée à lester l'appareil, c'est-à-dire à le faire affleurer en B dans l'eau distillée ; ce contrepois a aussi pour but de maintenir l'instrument vertical quand il plonge dans un liquide.

On ferme entièrement l'ouverture C au moyen d'un coup de chalumeau et on procède à la graduation.

Cette graduation est effectuée de manière à donner la richesse en alcool des mélanges d'alcool et d'eau, par une simple lecture faite sur l'appareil

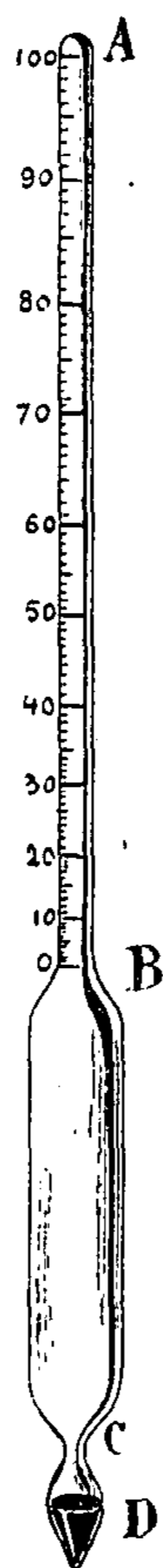


Fig. 227. Alcoomètre centésimal de Gay-Lussac.

plongé dans le mélange que l'on suppose ne contenir aucune matière étrangère. On opère à la température de 15°.

On commence par plonger l'instrument dans l'alcool absolu; il doit, s'il est bien construit, s'enfoncer jusqu'au voisinage du sommet de la tige; en ce point on marque 100 et on ferme le tube. Puis on fait un mélange contenant en volume 95 d'alcool pour 100 du mélange; il convient de remarquer que ce mélange ne s'obtient pas en prenant 95 d'alcool et 5 d'eau; on aurait au total moins de 100 parties, car le mélange d'alcool et d'eau se fait avec contraction. Il faut prendre 95 d'alcool et compléter jusqu'à 100 avec de l'eau distillée. En outre le mélange donne lieu à un dégagement de chaleur, il faut donc attendre que la température soit redevenue 15°. On recommence l'expérience première en

plongeant l'alcoomètre dans un mélange contenant 90 parties d'alcool pour cent, on marque 90 au point d'affleurement; et ainsi de suite en opérant successivement avec des solutions contenant en volume 85, 80, 75, etc., d'alcool pour cent. Il est suffisant, pratiquement, d'opérer ainsi de 5 en 5, parce que les points obtenus sont assez voisins pour que l'on puisse, sans erreur sensible, partager en 5 parties égales la distance qui sépare deux points consécutifs. D'après cela, il est clair que, si dans une solution alcoolique ne renfermant que de l'eau et de l'alcool, l'alcoomètre s'enfonce jusqu'à la division 54, l'on pourra dire que cette solution renferme 54 volumes d'alcool pour cent du mélange.

Nous avons dit que l'instrument avait été gradué à 15°; il s'ensuit que si l'on n'opère pas à cette température, la lecture faite doit subir une correction.

Gay-Lussac a construit des tables qui permettent de calculer rapidement le degré alcoométrique exact d'un mélange d'alcool et d'eau, d'après l'indication donnée par l'alcoomètre à une température quelconque.

Etant donné un certain liquide, pour déterminer avec certitude son degré alcoométrique, il faut faire avec ce liquide à étudier un mélange contenant tout l'alcool d'un certain volume du liquide, et seulement de l'eau. On élimine les substances étrangères en employant l'appareil *Salleron*. On mesure un volume déterminé du liquide alcoolique, par exemple 50 centimètres cubes, au moyen d'une éprouvette graduée et on le verse dans un petit bal-

lon de 100 centimètres cubes ; on rince bien l'éprouvette et on verse l'eau du rinçage dans le petit ballon ; on le ferme et on distille dans un petit alambic, puis on recueille l'alcool dans l'éprouvette graduée. S'il s'agit d'un vin ou d'une eau-de-vie, on connaît à peu près la teneur en alcool, pour le vin, par exemple, elle ne dépasse pas 14, pour une eau-de-vie ordinaire de 20 à 25 ; quand on aura distillé la moitié du liquide, tout l'alcool sera certainement passé, il sera inutile de continuer la distillation jusqu'au bout. On ajoute à l'alcool recueilli dans l'éprouvette la quantité d'eau nécessaire pour faire 50 centimètres cubes comme au début. On aura ainsi un mélange d'alcool et d'eau de même volume que le liquide primitif. On prendra l'alcoomètre de Gay-Lussac et on connaîtra le degré alcoométrique,

*Nota.* — Deux alcoomètres de Gay-Lussac de dimensions différentes ont des graduations proportionnelles. On pourra donc prendre copie d'un appareil de Gay-Lussac en reporter les divisions sur une épure et connaissant la longueur de l'instrument à graduer, en déduire la nouvelle échelle.

Il est à remarquer que les divisions d'un alcoomètre ne sont pas du tout de même grandeur : les degrés vont en diminuant du point 100 au point zéro.

FIN

# TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
PRÉFACE . . . . .	v
<b>PREMIÈRE PARTIE</b>	
<b>Potier d'étain</b>	
CHAPITRE PREMIER. — <i>Métallurgie de l'étain.</i> . . . .	1
I. Production d'étain. . . . .	2
II. Métallurgie de l'étain. . . . .	3
1° Voie sèche. . . . .	3
2° Voie humide. . . . .	6
3° Voie électrolytique. . . . .	7
III. Raffinage de l'étain. . . . .	7
1° Liquation. . . . .	7
2° Filtration. . . . .	8
CHAPITRE II. — <i>Métallurgie du plomb.</i> . . . .	8
I. Généralités. . . . .	8
II. Métallurgie. . . . .	9
Méthode écossaise. . . . .	9
Méthode anglaise ou par grillage et réactions. . . . .	11
III. Affinage. . . . .	12
IV. Condensation des fumées. . . . .	13
V. Méthode Raschette. . . . .	13
VI. Méthode de grillage et réduction. . . . .	16
VII. Désargement du plomb. . . . .	18
Cupellation allemande. . . . .	18

Traitement des plombs à faible teneur. . . . .	19
Coupeellation anglaise. . . . .	20
Désargementation par le zinc. . . . .	21
CHAPITRE III. — <i>Poterie d'étain</i> . . . . .	23
I. Historique. — Généralités. . . . .	23
II. Détermination du titre de l'étain. . . . .	25
III. Table des densités d'alliages plomb-étain.	27
Applications. . . . .	30
Procédé chimique. . . . .	31
IV. Calcul du titre. . . . .	32
§ I. — Constitution d'un lingot d'un titre donné au moyen d'un autre lingot. . . . .	32
§ II. — Titre résultant d'un mélange de lingots. . . . .	34
§ III. — Mélanger plusieurs lingots pour obtenir un titre donné. . . . .	35
Cas général. . . . .	36
§ IV. — Du titre légal. . . . .	39
Table indiquant la perte de poids que subit dans l'eau l'étain au titre de 90 0/0 de fin. . . . .	40
Exemples. . . . .	41
CHAPITRE IV. — <i>Fabrication de la poterie d'étain</i> .	43
I. Etude fondamentale. . . . .	43
II. Généralités. . . . .	45
III. Des fourneaux. . . . .	47
IV. Des moules. . . . .	50
V. Des outils . . . . .	53
Fers à souder. . . . .	53
Ecouennes et râpes . . . . .	55
Outils du tour. . . . .	55
VI. De la coulée. . . . .	57
VII. Epiller et revercher . . . . .	63

VIII. Apprêter. . . . .	64
IX. Des tours. . . . .	64
Description d'un tour. . . . .	65
Manière de tourner. . . . .	69
X. Plats d'étain. . . . .	72
XI. Ebaucher. . . . .	75
XII. Souder. . . . .	77
XIII. Tourner. . . . .	78
XIV. Mettre des anses. . . . .	79
XV. Couvertes. . . . .	82
XVI. Mettre un bouton sur un couvercle. . . .	83
XVII. Des principaux objets que fabrique le potier d'étain . . . . .	84
§ I. — Mesures à liquides. . . . .	84
Table indiquant les dimensions des moules	87
Table indiquant le poids respectif des diverses mesures . . . . .	88
Moules. . . . .	89
Travail des pièces. . . . .	92
§ II. — Généralités. . . . .	95
Comptoirs. . . . .	97
Brocs . . . . .	98
Pots à eau. . . . .	98
Couverts. . . . .	99
Seringues . . . . .	102
Robinets. . . . .	107
Entonnoirs. . . . .	111
Sorbetières. . . . .	112
Appareil à glacer . . . . .	117
Plaques d'étain. . . . .	117
Théières. . . . .	120
Moines. . . . .	121
Boules de lit . . . . .	122
Coffret. . . . .	124

Réchaud . . . . .	124
Bassins de lit . . . . .	124
CHAPITRE V. — <i>Réglementation relative aux mesures à liquides.</i> . . . . .	127
CHAPITRE VI. — <i>Étains d'art.</i> . . . . .	139
I. Fabrication . . . . .	140
II. Retouche et finissage . . . . .	145
III. Patine . . . . .	147

## DEUXIÈME PARTIE

### Fabrication des poids et mesures

CHAPITRE VII. — <i>Métallurgie du fer.</i> . . . . .	148
I. Généralités . . . . .	148
II. Procédé direct d'extraction du fer . . . . .	149
Appareils anciens . . . . .	149
Appareils modernes . . . . .	150
III. Procédé indirect . . . . .	151
IV. Fabrication de la fonte de fer . . . . .	152
Hauts fourneaux . . . . .	152
Construction des hauts fourneaux . . . . .	155
Tuyères . . . . .	157
Utilisation des gaz. — Soufflage du vent . . . . .	158
Conduite d'un haut fourneau . . . . .	158
Coulée de la fonte . . . . .	159
Classification des fontes . . . . .	160
V. Affinage de la fonte . . . . .	160
1° Fonte malléable . . . . .	160
2° Puddlage . . . . .	161
3° Affinage Bessemer . . . . .	162
Description d'une opération Bessemer	
Thomas . . . . .	163
Opération acide . . . . .	165



VI. Fabrication de l'acier au creuset. . . . .	166
Procédé Martin-Siemens. . . . .	166
VII. Acier . . . . .	168
Moulage, laminage, forgeage. . . . .	168
VIII. Classification industrielle des fers et aciers du commerce . . . . .	172
CHAPITRE VIII. — <i>Poids en fonte de fer</i> . . . . .	175
I. Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide quadran- gulaire. . . . .	178
II. Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide tronquée hexagonale . . . . .	179
III. Conditions que doivent remplir les poids en fer pour être admis à la marque . .	181
Modèles . . . . .	181
IV. Qualités d'une bonne fonte. . . . .	182
V. Fontés de moulage . . . . .	182
VI. Sables. . . . .	185
VII. Coulée. . . . .	186
VIII. Montage et ajustage des poids en fer. . .	189
CHAPITRE IX. — <i>Fer-blanc</i> . . . . .	191
I. Mesures en fer-blanc. . . . .	192
II. Conditions de réception des mesures en fer-blanc dans les bureaux de vérifi- cation. . . . .	193
III. Fabrication des mesures en fer-blanc. . .	194
IV. Objets usuels en fer-blanc . . . . .	197
CHAPITRE X. — <i>Du cuivre</i> . . . . .	198
I. Propriétés générales. . . . .	198
II. Minerais. . . . .	200
III. Métallurgie du cuivre. . . . .	201

Extraction par voie sèche. — Procédé allemand. . . . .	201
Procédé anglais. . . . .	205
Procédé au convertisseur . . . . .	206
Épuration. . . . .	206
Extraction par voie humide. . . . .	207
Extraction par voie électrométallurgique. . . . .	208
Procédé Siemens et Halske. . . . .	208
Extraction du cuivre des alliages. . . . .	209
IV. Fonderie de cuivre . . . . .	209
Modèles. . . . .	209
Sable . . . . .	210
Outils de moulage. . . . .	211
Procédés de moulage. . . . .	211
Machines à mouler et à démouler . . . . .	214
Etuves. . . . .	215
Travail du fondeur. . . . .	216
Fours . . . . .	218
Fours soufflés. . . . .	218
Four mobile oscillant de Piat. . . . .	220
Grand four avec appareil de suspension . . . . .	221
Four Rousséau. . . . .	222
Four Charlier. . . . .	223
V. Ebarbage et nettoyage. . . . .	224
VI. Essais des bronzes à la traction. . . . .	225
VII. Tableau donnant la composition des bronzes industriels. . . . .	225
VIII. Bronzes contenant du zinc. . . . .	226
CHAPITRE XI. — <i>Fabrication des poids en cuivre.</i> . . . .	228
Charge. — Ajustage et marque des poids en cuivre. . . . .	235
CHAPITRE XII. — <i>Du zinc</i> . . . . .	238
1. Métallurgie . . . . .	238
Voie sèche. — Traitement de la blende . . . . .	238

II. Calcination de la calamine. . . . .	239
Méthode belge. . . . .	240
Méthode silésienne . . . . .	241
Méthode anglaise . . . . .	241
III. Raffinage . . . . .	242
Voie humide. . . . .	242
Voie électrolytique. . . . .	242
CHAPITRE XIII. — <i>Balance</i> . . . . .	243
I. Généralités . . . . .	243
II. Considérations générales sur la justesse et la sensibilité . . . . .	245
Conditions de justesse. . . . .	247
Conséquence pour la construction . . . . .	250
Vérification pratique de la justesse d'une balance . . . . .	250
Conditions de sensibilité. . . . .	252
Méthode de pesée par inversion. . . . .	255
Méthode de la double pesée ou méthode de Borda. . . . .	256
III. Construction des fléaux . . . . .	256
Fabrication des fléaux en général. . . . .	260
Fléau à double crochet. . . . .	263
Fléaux à boîtes . . . . .	269
Fléaux à col de cygne. . . . .	271
Fléau en cuivre à chape. . . . .	272
Fléau à colonne. . . . .	276
Autres genres de fléaux. . . . .	276
Fabrication de la colonne. . . . .	278
Garniture de la balance. . . . .	283
Réglementation relative au poinçonnage .	288
Moyen de vérifier les fléaux au bureau central des poids et mesures. . . . .	289
IV. Balance de Roberval. . . . .	290
Réglementation . . . . .	292

V. Balance-pendule . . . . .	295
Vérification . . . . .	298
Balance-pendule simplifiée. . . . .	299
Balance Catenot-Béranger . . . . .	301
Balance de comptoir à enrayage. . . . .	302
VI. Balances romaines. . . . .	305
Construction de la romaine . . . . .	305
Division de la romaine. . . . .	307
Balance en l'air à un seul point de sus- sension, dite Levier-Catenot. . . . .	309
Manière de se servir d'une romaine. . . . .	311
Balance romaine de Coulon . . . . .	313
VII. Balance automatique système Karl Reuther. . . . .	316
Instruction pour le réglage et le contrôle. . . . .	321
VIII. Pèse-lait de MM. Renaud et fils. . . . .	323
IX. Bascule de Quintenz. . . . .	323
Principe . . . . .	323
Réalisation pratique . . . . .	326
Construction de la bascule. . . . .	332
Manière de s'en servir. . . . .	335
Règlage de la bascule en vue d'obtenir des pesées justes, quel que soit le point du tablier où l'on pose la charge. . . . .	336
X. Bascule-romaine Béranger. . . . .	339
Manière de s'en servir. . . . .	339
XI. Bascule de Kolb et Jundt. . . . .	341
Manière de s'en servir. . . . .	341
XII. Pont à bascule. . . . .	343
Bascule Chameroy. . . . .	348
Pèse-charrettes . . . . .	350
Pésostère . . . . .	350
XIII. Balance-bascule de comptoir au 1/10 <sup>e</sup> :	
« La Savoisienne » . . . . .	351
Fléau. . . . .	352

TABLE DES MATIÈRES	467
Leviers . . . . .	353
Plateaux. . . . .	353
Légende explicative des figures. . . . .	361
XIV. Balances de précision et de laboratoire. .	363
Circulaire ministérielle du 28 juillet 1904.	367
Manière de s'en servir. . . . .	367
XV. Description de la balance de Fortin. . . .	369
XVI. Ordonnance du 20 décembre 1892. . . . .	374
CHAPITRE XIV. — <i>Fabrication des mesures en bois</i> <i>ou art du boisselier.</i> . . . . .	377
I. Généralités . . . . .	377
II. Notions sur les principales essences de bois. . . . .	380
III. Art du boisselier. . . . .	386
IV. Mesures de capacité en tôle et en cuivre destinées aux matières sèches . . . . .	395
V. Conditions à remplir par les mesures pour être admises par les vérificateurs.	396
VI. Manière de vérifier la capacité des mesures en bois. — De la vérification à la graine.	397
VII. Réglementation relative aux mesures pour matières sèches . . . . .	400
CHAPITRE XV. — <i>Fabrication des membrures ser-</i> <i>vant à mesurer le bois de chauffage.</i> . .	406
Fabrication du double-stère pour le départe- ment de la Seine. . . . .	409
Tableau de la hauteur des montants des mesures pour le bois de chauffage pour les différentes longueurs des bûches, depuis 1 mètre jusqu'à 1 <sup>m</sup> 40. . . . .	413
CHAPITRE XVI. — <i>Mesures de longueur.</i> . . . .	414
I. Réglementation . . . . .	414
II. Notions générales . . . . .	422

III. Tableau des mesures légales de longueur.	424
IV. Fabrication des mètres . . . . .	426
Mètres droits . . . . .	426
Mètres carrés et mètres plats. . . . .	426
Doubles-décimètres . . . . .	430
Mètres-cannes . . . . .	431
Doubles-mètres . . . . .	432
Mètres à charnières. . . . .	433
Mètres pliants ou à rosettes. . . . .	434
Mètres en ivoire. . . . .	440
Mètres pointés. . . . .	441
Mètres métalliques . . . . .	442
Compas d'épaisseur. . . . .	443
V. Décamètres ou chaînes d'arpenteurs . . .	443
Fabrication . . . . .	446
VI. Conditions de réception des mesures dans les bureaux de vérification. . . . .	451
VII. Tableau des erreurs admises. . . . .	452
CHAPITRE XVII. — <i>Alcoomètre centésimal de Gay-</i> <i>Lussac.</i> . . . . .	453
I. Réglementation . . . . .	453
II. Construction de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac. . . . .	455

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

# ENCYCLOPÉDIE-RORET

COLLECTION

DES

# MANUELS-RORET

FORMANT UNE

## ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES & DES ARTS

FORMAT IN-18

Par une réunion de Savants et d'Industriels

Tous les Traités se vendent séparément.

La plupart des volumes, de 300 à 400 pages, renferment des planches parfaitement dessinées et gravées, et des vignettes intercalées dans le texte.

Les Manuels épuisés sont revus avec soin et mis au niveau de la Science à chaque édition. Aucun Manuel n'est cliché, afin de permettre d'y introduire les modifications et les additions indispensables.

Cette mesure, qui met l'Editeur dans la nécessité de renouveler à chaque édition les frais de composition typographique, doit empêcher le Public de comparer le prix des *Manuels-Roret* avec celui des autres ouvrages, tirés sur cliché à chaque édition, et ne bénéficiant d'aucune amélioration.

Pour recevoir chaque volume franc de port, on joindra, à la lettre de demande, un mandat sur la poste (de préférence aux timbres-poste) équivalant au prix porté au Catalogue.

Cette franchise de port ne concerne que la **Collection des Manuels-Roret** et n'est applicable qu'à la France et à l'Algérie. Les volumes expédiés à l'Etranger seront grevés des frais de poste établis d'après les conventions internationales.

Bar-sur-Seine. — Imp. v<sup>e</sup> C. SAILLARD.

PREFACE

PREMIÈRE PARTIE <B>Potier d'étain</B>

CHAPITRE PREMIER.

- Métallurgie de l'étain

I.

Production d'étain

II.

Métallurgie de l'étain

1°

Voie sèche

2°

Voie humide

3°

Voie électrolytique

III.

Raffinage de l'étain

1°

Liquation

2°

Filtration

CHAPITRE II.

- Métallurgie du plomb

I.

Généralités

II.

Métallurgie

Méthode écossaise

Méthode anglaise ou par grillage et réactions

III.

Affinage

IV.

Condensation des fumées

V.

Méthode Raschette

VI.

Méthode de grillage et réduction

VII.

Désargentation du plomb

Coupeellation allemande

Traitement des plombs à faible teneur

Coupeellation anglaise

Désargentation par le zinc

CHAPITRE III.

- Poterie d'étain

I.

Historique. - Généralités

II.

Détermination du titre de l'étain

III.

Table des densités d'alliages plomb-étain

Applications

Procédé chimique

IV.

Calcul du titre

§ I.

- Constitution d'un lingot d'un titre donné au moyen d'un autre lingot

§ II.

- Titre résultant d'un mélange de lingots

§ III.

- Mélanger plusieurs lingots pour obtenir un titre donné

Cas général

§ IV.

- Du titre légal

Table indiquant la perte de poids que subit dans l'eau l'étain au titre de 90 0/0 de fin

Exemples

CHAPITRE IV.

- Fabrication de la poterie d'étain

I.

Etude fondamentale

II.

Généralités

III.

Des fourneaux

IV.

Des moules

V.

Des outils

Fers à souder

Ecouennes et râpes

Outils du tour

VI.

De la coulée

VII.

Epiller et revercher

VIII.

Apprêter

IX.

Des tours

Description d'un tour

Manière de tourner



X.  
Plats d'étain  
XI.  
Ebaucher  
XII.  
Souder  
XIII.  
Turner  
XIV.  
Mettre des anses  
XV.  
Couvercles  
XVI.  
Mettre un bouton sur un couvercle  
XVII.  
Des principaux objets que fabrique le potier d'étain  
§ I.  
- Mesures à liquides  
Table indiquant les dimensions des moules  
Table indiquant le poids respectif des diverses mesures  
Moules  
Travail des pièces  
§ II.  
- Généralités  
Comptoirs  
Brocs  
Pots à eau  
Couverts  
Seringues  
Robinets  
Entonnoirs  
Sorbetières  
Appareil à glacer  
Plaques d'étain  
Théières  
Moines  
Boules de lit  
Coffret  
Réchaud  
Bassins de lit  
CHAPITRE V.

- Réglementation relative aux mesures à liquides

CHAPITRE VI.

- Etains d'art

I.

Fabrication

II.

Retouche et finissage

III.

Patine

DEUXIÈME PARTIE <B> Fabrication des poids et mesures </B>

CHAPITRE VII.

- Métallurgie du fer

I.

Généralités

II.

Procédé direct d'extraction du fer

Appareils anciens

Appareils modernes

III.

Procédé indirect

IV;

Fabrication de la fonte de fer

Hauts fourneaux

Construction des hauts fourneaux

Tuyères

Utilisation des gaz. - Soufflage du vent

Conduite d'un haut fourneau

Coulée de la fonte

Classification des fontes

V.

Affinage de la fonte

1° Fonte malléable

2° Puddlage

3° Affinage Bessemer

Description d'une opération Bessemer Thomas

Opération acide

VI.

Fabrication de l'acier au creuset

Procédé Martin-Siemens

VII.

Acier

Moulage, laminage, forgeage

VIII.

Classification industrielle des fers et aciers du commerce

CHAPITRE VIII.

- Poids en fonte de fer

I.

Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide quadrangulaire

II.

Tableau indiquant les dimensions des poids en fer en forme de pyramide tronquée hexagonale

III.

Conditions que doivent remplir les poids en fer pour être admis à la marque

Modèles

IV.

Qualités d'une bonne fonte

V.

Fontes de moulage

VI.

Sables

VII.

Coulée

VIII.

Montage et ajustage des poids en fer

CHAPITRE IX.

- Fer-blanc

I.

Mesures en fer-blanc

II.

Conditions de réception des mesures en fer-blanc dans les bureaux de vérification

III.

Fabrication des mesures en fer-blanc

IV.

Objets usuels en fer-blanc

CHAPITRE X.

- Du cuivre

I.

Propriétés générales

II.

Minerais

III.

Métallurgie du cuivre

Extraction par voie sèche. - Procédé allemand

Procédé anglais

Procédé au convertisseur

Epuration

Extraction par voie humide

Extraction par voie électrométallurgique

Procédé Siemens et Halske

Extraction du cuivre des alliages

IV.

Fonderie de cuivre

Modèles

Sable

Outils de moulage

Procédés de moulage

Machines à mouler et à démouler

Etuves

Travail du fondeur

Fours

Fours soufflés

Four mobile oscillant de Piat

Grand four avec appareil de suspension

Four Rousseau

Four Charlier

V.

Ebarbage et nettoyage

VI.

Essais des bronzes à la traction

VII.

Tableau donnant la composition des bronzes industriels

VIII.

Bronzes contenant du zinc

CHAPITRE XI.

- Fabrication des poids en cuivre

Charge.

- Ajustage et marque des poids en cuivre

CHAPITRE XII.

- Du zinc

I.

Métallurgie

Voie sèche.

- Traitement de la blende

II.

Calcination de la calamine

Méthode belge

Méthode silésienne

Méthode anglaise

III.

Raffinage

Voie humide

Voie électrolytique

CHAPITRE XIII.

- Balance

I.

Généralités

II.

Considérations générales sur la justesse et la sensibilité

Conditions de justesse

Conséquence pour la construction

Vérification pratique de la justesse d'une balance

Conditions de sensibilité  
Méthode de pesée par inversion  
Méthode de la double pesée ou méthode de Borda  
III.  
Construction des fléaux  
Fabrication des fléaux en général  
Fléau à double crochet  
Fléaux à boîtes  
Fléaux à col de cygne  
Fléau en cuivre à chape  
Fléau à colonne  
Autres genres de fléaux  
Fabrication de la colonne  
Garniture de la balance  
Réglementation relative au poinçonnage  
Moyen de vérifier les fléaux au bureau central des poids et mesures  
IV.  
Balance de Roberval  
Réglementation  
V.  
Balance-pendule  
Vérification  
Balance-pendule simplifiée  
Balance Catenot-Béranger  
Balance de comptoir à enrayage  
VI.  
Balances romaines  
Construction de la romaine  
Division de la romaine  
Balance en l'air à un seul point de suspension, dite Levier-Catenot  
Manière de se servir d'une romaine  
Balance romaine de Coulon  
VII.  
Balance automatique système Karl Reuther  
Instruction pour le réglage et le contrôle  
VIII.  
Pèse-lait de MM. Renaud et fils  
IX.  
Bascule de Quintenz  
Principe  
Réalisation pratique  
Construction de la bascule  
Manière de s'en servir  
Règlage de la bascule en vue d'obtenir des pesées justes, quel que soit le point de tablier où l'on pose la charge  
X.  
Bascule-romaine Béranger  
Manière de s'en servir  
XI.  
Bascule de Kolb et Jundt  
Manière de s'en servir  
XII.  
Pont à bascule  
Bascule Chameroy  
Pèse-charrettes  
Pésostère  
XIII.  
Balance-basculé de comptoir au 1/10° : « La Savoisienne »  
Fléau  
Leviers  
Plateaux  
Légende explicative des figures  
XIV.  
Balances de précision et de laboratoire  
Circulaire ministérielle du 28 juillet 1904  
Manière de s'en servir  
XV.  
Description de la balance de Fortin  
XVI.  
Ordonnance du 20 décembre 1892  
CHAPITRE XIV.  
- Fabrication des mesures en bois ou art du boisselier  
I.  
Généralités  
II.  
Notions sur les principales essences de bois  
III.  
Art du boisselier  
IV.  
Mesures de capacité en tôle et en cuivre destinées aux matières sèches  
V.  
Conditions à remplir par les mesures pour être admises par les vérificateurs  
VI.  
Manière de vérifier la capacité des mesures en bois. - De la vérification à la graine  
VII.  
Réglementation relative aux mesures pour matières sèches  
CHAPITRE XV.  
- Fabrication des membrures servant à mesurer le bois de chauffage  
Fabrication du double-stère pour le département de la Seine  
Tableau de la hauteur des montants des mesures pour le bois de chauffage pour les différentes longueurs des bûches, depuis 1 mètre jusqu'à 1<sup>m</sup> 40  
CHAPITRE XVI.  
- Mesures de longueur

I.

Réglementation

II.

Notions générales

III.

Tableau des mesures légales de longueur

IV.

Fabrication des mètres

Mètres droits

Mètres carrés et mètres plats

Doubles-décimètres

Mètres-cannes

Doubles-mètres

Mètres à charnières

Mètres pliants ou à rosettes

Mètres en ivoire

Mètres pointés

Mètres métalliques

Compas d'épaisseur

V.

Décamètres ou chaînes d'arpenteurs

Fabrication

VI.

Conditions de réception des mesures dans les bureaux de vérification

VII.

Tableau des erreurs admises

CHAPITRE XVII.

- Alcomètre centésimal de Gay-Lussac

I.

Réglementation

II.

Construction de l'alcomètre centésimal de Gay-Lussac