

BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE

MANDEL MUSEE  
DU COMMERCE  
DE LILLE  
CHAUDRONNIER  
E. ADAM ET A. VENTRILLON

J. B. BAILLIÈRE & FILS



Vitrine 16  
Rayon 6

14



BM.C.59



7673 / 40224

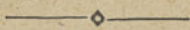
# Pour faire un BON TECHNICIEN

adressez-vous à l'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE

**DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL**

Sous le Patronage de l'État

152, Avenue de Wagram, PARIS. Tél. Wagram 27-97



Fondé il y a 20 ans par des **INDUSTRIELS**  
Dirigé par des **INGÉNIEURS-SPECIALISTES**  
Cet Institut met 600 **COURS** à votre disposition  
Rédigés par 300 professeurs

Cours oraux de jour et de soir, 500 ÉLÈVES

Cours par Correspondance, 18.000 ÉLÈVES

Cours de Vacances, 200 ÉLÈVES

Enseignement pratique, Élémentaire, Moyen et Supérieur  
Facilité d'accès aux diplômes suivants.  
pour es diverses branches :

*Monteurs, Contremaîtres  
Conducteurs et Dessinateurs  
Sous-Ingénieurs et Ingénieurs*

*Cours spéciaux de T. S. F.*

Armée, Marine, P. T. T., Industrie, Amateurs  
et de Télégraphie, Téléphonie.

## Jeunes techniciens, perfectionnez-vous

vous gagnerez davantage, et votre patron également

GRATUIT LE GUIDE DES SITUATIONS INDUSTRIELLES

Les Carrières de l'Électricité, 1 vol. .... 3 fr. 50  
Les Carrières de la T. S. F., 1 vol. .... 3 »

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Librairie J.-B. BAILLIÈRE & FILS, 19, Rue Hautefeuille, à Paris

---

## Précis de Physique

### et d'Électricité Industrielles

Par H. PÉCHEUX

Sous-Directeur de l'École d'Arts et Métiers de Lille

2<sup>e</sup> édition, 1922, 1 vol. in 16 de 534 pages, avec 385 figures.

Prix..... 15 fr.

---

# LES GAZOGÈNES

et

## L'ÉCONOMIE DE COMBUSTIBLE

Par A. WITZ

Correspondant de l'Institut.

1921, 1 vol. in-16 de 384 pages, avec 100 figures ... 15 fr.

---

# LA MÉTALLURGIE

Par E. D'HUBERT

Professeur à l'École supérieure de Commerce de Paris.

1 vol. in-16 de 400 pages, avec figures ..... 10 fr.

*Séparément :*

1. — Les Minerais, les Métaux, les Alliages.
2. — Les Fers, Fontes et Aciers.
3. — Les Métaux usuels (cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium).
4. — Les Métaux précieux (mercure, argent, or, platine).

4 vol. in-16 de 100 pages, avec figures. Chaque.. 2 fr.50

---

**Ajouter 10 p. 100 pour port et frais d'emballage.**

*La Librairie J.-B. BAILLIÈRE et Fils envoie franco sur demande sa Bibliographie spéciale d'ouvrages industriels,*

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Librairie J.-B. BAILLIÈRE & FILS, 19, rue Hautefeuille, Paris.

---

TRAITÉ  
DE  
**MÉTALLURGIE GÉNÉRALE**

par  
**Léon GUILLET**

Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures  
et au Conservatoire National des Arts et Métiers.

1922. 1 vol. in-8 de 528 pages avec 335 fig. Broché. 40 fr.  
Relié..... 50 fr.

(Encyclopédie Minière et Métallurgique.)

---

**Le Forgeage et le Laminage**

PAR  
**Léon GEUZE**  
Ingénieur-Conseil.

1922, 1 vol. in-8 de 362 pages avec 245 fig. Broché. 35 fr.  
Relié..... 45 fr.

(Encyclopédie Minière et Métallurgique.)

---

**PRÉCIS DE MÉTALLURGIE**

(Thermo-Métallurgie et Electro-Métallurgie.)

PAR  
**H. PÉCHEUX**

Sous-directeur de l'École Nationale d'Arts et Métiers de Lille.

3<sup>e</sup> édit., 1915. 1 vol. in-18 de 484 pages et 138 figures. 10 fr.

---

Ajouter 10 p, 100 pour port et frais d'emballage,

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# OUVRAGES RECOMMANDÉS AUX TECHNICIENS ET HOMMES D'AFFAIRES

Pour les renseignements d'ordre général  
dont ils peuvent avoir couramment besoin.

## Dictionnaires Larousse

ENCYCLOPÉDIQUES ET ILLUSTRÉS

Les livres de références que tout le monde doit posséder, véritables modèles du genre, présentant dans l'ordre alphabétique, sous la forme la plus pratique, une documentation considérable dans tous les ordres de connaissances.

*Éditions de tous prix*

Larousse en treize volumes, en deux parties (*Nouveau Larousse illustré* en 8 vol., *Larousse mensuel* en 5 vol.),  
1 100 fr. (payables 65 fr. par mois; comptant 5 %).

Larousse Universel, en deux vol. (en cours de publication). Prix de souscription actuel (mai 1923), 175 fr.  
(payables 15 fr. tous les deux mois; comptant 5 %).

Petit Larousse illustré, en un volume, 20 fr.

*Prospectus spécimens sur demande.*

## Memento Larousse

Petite encyclopédie de la vie pratique, contenant en un seul volume la grammaire, l'arithmétique, la géographie, les sciences, le droit usuel, etc... *Cartonné*, 15 fr.

*Relié toile*, 17 fr. 50.

## La Comptabilité

par G. SOREPH. *Traité simple et pratique. Broché*, 7 fr.

*Relié toile*, 10 fr. 50.

## Annuaire Général

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Édition 1923. Des chiffres et des renseignements précis sur tous les pays du monde au point de vue financier, commercial, industriel, etc... *Relié toile*, 40 fr.

*Prospectus sur demande.*

En vente chez tous les Libraires et Librairie Larousse,  
13-17, rue Montparnasse, Paris (6<sup>e</sup>)

*Ajouter 10 % pour envoi franco.*

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1



BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE

---

MANUEL

DU

**CHAUDRONNIER**

## A LA MÊME LIBRAIRIE

---

- Le Cuivre**, par P. WEISS, 2<sup>e</sup> éd., 1920, 1 volume in-18, de 344 p., 96 fig. (*E. I.*), broché..... 7 fr. 50  
Cartonné..... 40 fr.
- Précis d'Électro-métallurgie et d'Électro-chimie**, par L. GUILLET, 1903, 1 vol. in-16 de 354 pages, avec 78 fig..... 40 fr.
- La Métallurgie en France**, par U. Le VERRIER, professeur à l'École nationale des Mines et au Conservatoire des Arts et Métiers. 1894, 1 vol. in-16 de 348 pages, avec 66 fig..... 4 fr. 50
- Précis de Métallurgie**, par H. PÉCHEUX, sous-directeur de l'École Nationale d'Arts et Métiers de Lille, lauréat de l'Institut. 3<sup>e</sup> édition, 1915, 1 vol. in-16 de 484 p., avec 138 fig..... 40 fr.
- La Métallurgie**, par E. D'HUBERT, professeur à l'École supérieure de Commerce de Paris. 4 vol. in-16 de 400 pages, avec fig..... 40 fr.
- SÉPARÉMENT : I. *Les minerais, les métaux, les alliages.*  
II. *Les fers, fontes et aciers.* III. *Les métaux usuels (cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium.)* IV. *Les métaux précieux (mercure, argent, or, platine).*  
4 vol. in-16 de 100 pages avec fig. Chaque... 2 fr. 50
- L'Or, propriétés physiques et chimiques, gisements, extraction, applications, dosage**, par L. WEILL. 1896, 1 vol. in-16 de 420 pages avec 67 fig..... 40 fr.
- L'Argent, géologie, minéralogie, chimie, métallurgie, industrie, rôle économique**, par DE LAUNAY, professeur à l'École des Mines. 1896, 1 vol. in-16 de 380 p. avec 80 fig..... 40 fr.
- Les Produits coloniaux d'origine minérale**, par L. LAURENT, professeur aux Cours coloniaux de la Chambre de Commerce de Marseille. 1903, 1 vol. in-18 de 352 pages avec 12 planches et 56 fig..... 40 fr.
- Les Minéraux utiles et l'Exploitation des Mines**, par L. KNAB. 1894, 1 vol. in-18 de 352 pages avec 74 fig..... 40 fr.
- 

*Ajouter 10 p. 100 pour port et frais d'emballage.*

7683 4.7.24  
BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE  
Publiée sous la direction de M. René DHOMMÉE  
Inspecteur général de l'Enseignement technique.

MANUEL

DU

CHAUDRONNIER

PAR

E. ADAM

*Contremaitre de Chaudronnerie  
à l'Ecole pratique de Cherbourg*

A. VENTRILLON

*Agent technique de la Marine  
Diplômé de l'Ecole technique  
supérieure de la Marine*

Avec 324 figures intercalées dans le texte.



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

49, rue Hautefeuille, 49

1924

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

318

## PRÉFACE

---

Tous les ouvriers intelligents, à quelque métier qu'ils appartiennent, peuvent constater chaque jour qu'il leur manque le premier et le plus indispensable des outils, celui qui apprend à manier tous les autres, le seul qui ne soit pas un serviteur inerte, mais au contraire et tout ensemble un maître accompli, un guide éprouvé, un conseiller fidèle et désintéressé. Cet outil, c'est le *livre*. Vous le chercherez en vain, à l'heure actuelle, chez le maréchal ferrant, chez le maçon ou le menuisier du village. A la ville même, chez la plupart des petits patrons ou des contre-maitres, il est très rare, sinon introuvable.

Cette lourde faute n'est nullement imputable à nos travailleurs, car ils aimeraient à lire et à relire des livres faits pour eux, à leur mesure, et écrits dans leur langue. On n'y a pas songé ; non pas évidemment que nous manquions de grands savants ni d'éminents professeurs, mais leurs gros livres sont inabordables et inintelligibles pour les travailleurs manuels. L'ouvrier, l'employé le mieux doué n'est condamné que trop souvent à devenir un manœuvre routinier ou un rouage inconscient : on le confine dans un travail jalousement spécialisé, on lui interdit toute initiative, on tue en lui le goût du travail bien compris, bien vu d'ensemble, et du même coup on tarit pour lui toute source de profit légitime et rémunérateur.

Il n'y a que deux remèdes, et l'on a trop tardé à les employer : c'est le cours professionnel, et c'est le livre professionnel. D'ailleurs, ils se confondent et se complètent, car le cours est en somme un livre récité et expliqué à haute voix par un maître, et le livre est un cours écrit.

L'enseignement professionnel est en voie d'organisation, mais son installation demandera beaucoup

de temps et d'argent. C'est seulement une infime minorité parmi nos travailleurs qui pourra en bénéficier dans les grandes villes. Ses bienfaits ne pourront pas, d'ici longtemps, parvenir jusqu'au grand peuple des ouvriers déjà vieillissés dans le métier et disséminés de tous côtés au fond de nos provinces.

Pour eux, il n'y a qu'un recours : le *livre*, le livre bien fait, qu'on a toujours sous la main, qui est toujours prêt à répondre, qui a prévu toutes les difficultés et sait les résoudre d'une façon claire, le livre abondamment illustré qui montre le maniement de chaque outil, expose les tours de main, le livre qui joint à un savoir solide le savoir-faire qui est tout aussi indispensable.

C'est ce *livre* que la Bibliothèque professionnelle offre à tous les travailleurs.

Chacun des 150 volumes qui composent cette Encyclopédie du travail national a été écrit par un spécialiste. Mais ce spécialiste ne s'est pas borné à travailler dans son cabinet et sur les livres : il s'honore d'avoir pratiqué lui-même et pendant de longues années le travail qu'il enseigne maintenant à ses jeunes camarades. Les ingénieurs, les chefs d'atelier, les professeurs qui ont mis dans ces petits livres le meilleur de leur expérience ont manié les outils dont ils parlent ; ils ont eux-mêmes frappé sur l'enclume, charpenté ou menuisé le bois, ajusté des pièces ou conduit des machines. Quels que soient leurs titres, le nom qui leur convient le mieux, c'est encore celui de « maître-ouvrier ».

Avec eux, grâce à eux, et comme eux, tout ouvrier, tout employé peut devenir, lui aussi, un *maître* dans sa partie. La plus belle récompense des auteurs de la Bibliothèque professionnelle sera justement d'avoir ouvert les portes de la maîtrise à tous ceux qui voudront s'en rendre dignes.

RENÉ DHOMMÉE,

*Inspecteur général de l'Enseignement  
technique.*

## BUT DE L'OUVRAGE

---

La chaudronnerie est un des métiers les plus anciens. De toute évidence, l'homme, dès les temps primitifs, dut chercher à façonner le métal.

Nous n'oserions prétendre, en écrivant ce manuel, traiter toutes les questions concernant la *chaudronnerie*, le sujet est trop vaste. La chaudronnerie, prise au sens général du mot, aborde et pénètre trop de professions. pour qu'il soit possible, dans un seul manuel, de les traiter toutes.

Nous invitons nos lecteurs, que la connaissance de ces professions peut intéresser, à se reporter aux ouvrages édités par la Bibliothèque Professionnelle.

Comme dans tous les métiers, le progrès a fait son œuvre; mais il faut reconnaître qu'il s'est surtout fait sentir au point de vue de l'outillage, aussi bien pour l'outillage à main que pour l'outillage mécanique, ce dernier étant relativement récent.

En effet, parmi les métiers qui sont à la base de l'industrie, il en est quelques-uns qui forment la souche de tous les autres; la chaudronnerie est un de ceux-là. Les procédés de chaudronnerie proprement dite, c'est-à-dire le façonnage des métaux en feuilles, ont peu varié; certes, des méthodes nouvelles ont transformé l'usinage et la fabrication de beaucoup d'objets, il n'en reste pas moins que si, pour une cause quelconque, on est obligé de ne confectionner qu'un seul de ces objets, force est de revenir aux procédés de façonnage à la main. D'autre part, l'amour de notre métier nous empêche de le regretter, il est une multitude de travaux que les machines ne peuvent exécuter, soit que les formes

ne le permettent pas ou varient trop fréquemment, soit que le nombre de pièces à confectionner ne justifie pas l'établissement d'un outillage coûteux.

Dans ce manuel, nous nous efforcerons d'indiquer les procédés de travail que nous connaissons en mentionnant ceux qui nous paraissent les plus rationnels, aussi bien pour la rapidité d'exécution que pour le fini et la solidité.

*Le bon chaudronnier ne doit jamais oublier que très souvent, lorsqu'il façonne une pièce, la sécurité, la vie même de ses semblables sont à sa merci. Nous savons bien qu'il y a les essais avant et après montage, mais, il n'en reste pas moins que telle pièce, trop ou mal emboutie, peut résister à deux ou trois essais et éclater après un usage relativement court.*

Nous avons fait précéder l'étude de la chaudronnerie des notions de calcul et de géométrie indispensables. Nous ne saurions recommander trop vivement à ceux qui nous feront l'honneur de nous lire, d'y apporter toute l'attention désirable, s'ils ne connaissent déjà cette partie de notre modeste travail.

Evidemment, nous n'avons pas la prétention d'avoir écrit un cours de géométrie, nous avons voulu seulement indiquer les éléments sans lesquels un chaudronnier, si habile qu'il soit, ne peut tirer tout le parti désirable de ses connaissances professionnelles.

---



# Manuel de Chaudronnerie

---

## CHAPITRE PREMIER

### DIVERS GENRES DE CHAUDRONNERIES

---

La chaudronnerie se divise en deux parties principales : la grosse chaudronnerie, la petite chaudronnerie. Il est assez fréquent que l'on qualifie de chaudronnerie, la construction des ponts, des bâtiments, des grands réservoirs, etc., selon nous c'est une erreur, l'exécution de ces travaux ne réclamant pas la connaissance du métier de chaudronnier. C'est un assemblage de profilés et de tôles pour lequel l'art du chaudronnier n'a pas à s'exercer. Il nous semble que l'appellation de construction métallique ou charpente en fer serait plus exacte. Nous ne traitons donc pas cette partie.

La grosse et la petite chaudronnerie se subdivisent en deux spécialités : la chaudronnerie en cuivre, la chaudronnerie en fer ou tôlerie.

Dans beaucoup d'ateliers, des ouvriers s'occupent uniquement de la préparation du travail d'après des plans, croquis ou modèles, ce sont les *traceurs* ; les ouvriers qui façonnent le métal sont appelés *formeurs*, ceux qui se spécialisent dans la mise en place et l'installation des appareils et des tuyautages prennent le nom de *monteurs*.

Quelle que soit la forme d'un objet ou d'un appareil, le véritable chaudronnier doit pouvoir le confectonner ; c'est pourquoi au risque de paraître très

exigeants, nous dirons que le bon ouvrier doit être, selon les nécessités du travail, traceur, formeur et monteur

Les nécessités de la production intensive ont conduit beaucoup d'industriels à fabriquer ce que nous appelons la *chaudronnerie mécanique*, autrement dit l'emboutissage à la presse et le repoussage au tour. Ces deux procédés de fabrication ne touchent, en réalité, la chaudronnerie que par les résultats. Point n'est besoin d'être ouvrier chaudronnier pour placer des flans sous les poinçons d'une presse, ni pour repousser un disque de métal sur le mandrin d'un tour. Cependant, ces procédés de fabrication sont très intéressants à étudier lorsque l'on veut entreprendre la confection de pièces en série; c'est pourquoi nous traiterons dans ce manuel cette branche un peu spéciale.

Nous dirons quelques mots de la chaudronnerie d'art, non pas que notre intention soit de traiter cette question dans toute son ampleur au point de vue artistique, mais seulement pour indiquer notre conception, sur le choix et les procédés de travail qui doivent être observés rigoureusement.

Un objet d'art doit être le produit de l'imagination et posséder un cachet personnel; cette production ne doit et ne peut être industrialisée; s'il en était autrement, une grille en fonte aurait autant de valeur qu'une pièce de ferronnerie.

## CHAPITRE II

### NOTIONS DE GÉOMÉTRIE ET DE CALCUL

---

Comme nous l'avons déjà dit, nous allons indiquer, dans ce chapitre, les notions de géométrie et de calcul qui nous paraissent indispensables.

Nous ne pourrions entrer dans des développements comportant une démonstration mathématique, ce livre en entier n'y suffirait pas; ce n'est d'ailleurs pas son but. Nous ne saurions recommander trop vivement, à ceux de nos lecteurs qui nous trouveraient trop brefs, de se reporter *aux ouvrages traitant uniquement ces sciences.*

#### **Généralités, les lignes, les surfaces.**

Les sens de l'homme lui donnent la perception des corps qui l'entourent.

La *vue* lui permet de distinguer, de définir les corps les uns par rapport aux autres. Lorsque deux corps se trouvent en présence, l'œil en aperçoit l'étendue et les contours, ces contours sont des lignes qui se fixent sur la rétine. En géométrie, du reste, on définit la ligne de la façon suivante : c'est l'intersection de deux surfaces.

Le *toucher*, avec la vue, donne aussi la perception de la surface, de l'étendue, de la nature de cette surface. La surface d'un corps est ce qui le sépare de l'espace environnant; son volume et la portion d'espace qui est limitée par sa surface.

Pour représenter un corps, on indiquera toutes les données qui peuvent le caractériser, c'est-à-dire son volume, sa surface, son contour, ses lignes.

Il existe une infinité de formes de corps. Il est donc nécessaire de faire des conventions permettant de rapporter une ligne, un contour, une surface, un volume, à des formes connues et bien définies pour que tout le monde puisse s'entendre.

Si l'on considère une petite étendue d'eau calme, la surface de cette eau constitue un *plan*.



Fig. 1.

On peut concevoir cette surface, ce plan, matérialisé par une feuille mince de métal ou la surface d'un marbre à tracer.

Si deux plans se rencontrent, leur intersection sera une *ligne droite* (un fil tendu en donne l'exemple (fig. 1)).

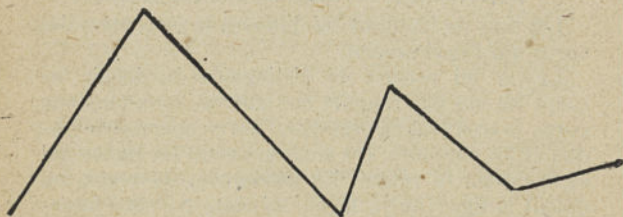


Fig. 2.

La ligne brisée est formée de lignes droites qui ne sont pas dans le même prolongement (fig. 2).

La ligne courbe n'est ni droite, ni brisée (exemple : un fil non tendu, fig. 3).

De même, une *surface brisée* est celle qui est formée de plans se rencontrant; et une *surface courbe*

est celle qui n'est ni plane, ni composée de surfaces planes, la surface d'une pomme par exemple.

Un *angle* est la figure formée par deux droites qui se coupent et qui sont limitées à leur rencontre ; l'endroit où deux lignes se coupent s'appelle un *point* (fig. 4).



Fig. 3.

Un angle solide ou *dièdre* est la figure formée par deux plans qui se coupent et sont limités à leur intersection (fig. 5).

**Grandeur.** — Notre vue, notre toucher nous donnent la perception de l'étendue de la grandeur.

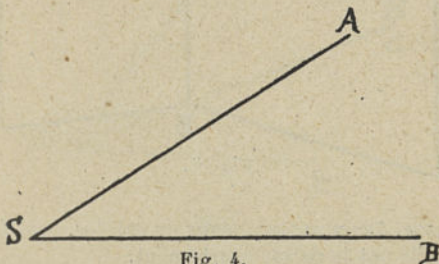


Fig. 4.

Pour définir un corps, on a fait des conventions permettant de le comparer à des corps connus pris pour unité.

Les lignes se mesurent par leur seule dimension, la longueur.

Les surfaces, par leur étendue.

Les corps, par leur volume.

Les angles, qui sont formés par deux lignes, ne se mesurent pas par la longueur de ces lignes mais par leur écartement.

C'est par l'écartement des plans d'un dièdre qu'on mesurera la grandeur de ce dièdre.

Deux lignes sont égales lorsqu'elles ont la même

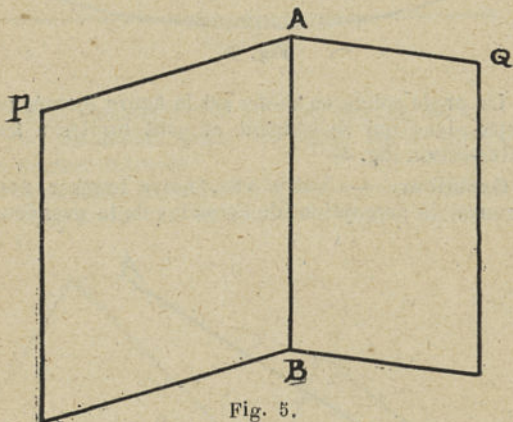


Fig. 5.

longueur. Deux angles, plans ou solides, sont égaux lorsqu'ils ont le même écartement.

Une ligne peut, par suite, être double ou triple d'une autre; de même un angle peut être trois ou quatre fois plus petit qu'un autre angle.

Un angle peut être formé de la somme de deux angles égaux, la ligne qui les sépare est la *bissectrice* de cet angle (fig. 6).

Si une droite AB est rencontrée par une autre CD, elle forme deux angles. Si ces deux angles sont égaux, la

droite CD est dite *perpendiculaire* et ces angles sont *droits* (fig. 7). Si les deux angles sont inégaux, la droite CD est oblique. L'angle le plus grand est un angle *obtus*, le plus petit est un angle *aigu* (fig. 8).

Deux droites situées dans un même plan sont *parallèles* lorsqu'elles ne peuvent se rencontrer à quelque distance qu'on les prolonge.

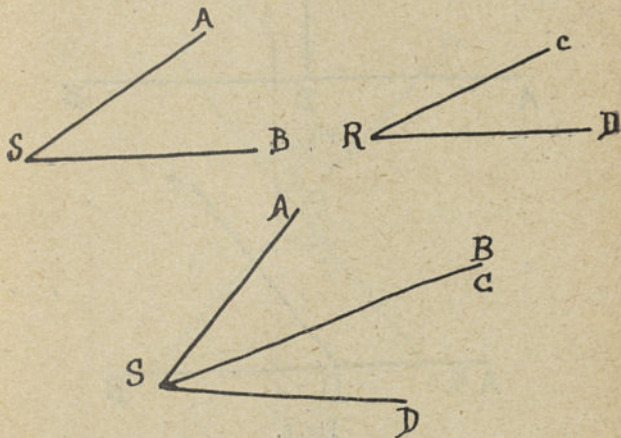


Fig. 6.

Si EF est perpendiculaire à AB, elle le sera aussi à CD et la droite EF est la distance de ces droites ; du reste, en quelque endroit qu'on mène une perpendiculaire à AB, elle rencontre CD et la longueur comprise entre ces deux droites sera égale à EF. Deux parallèles sont partout équidistantes (fig. 9).

Si deux droites se coupent et sont prolongées au delà de leur rencontre, elles forment quatre angles qui

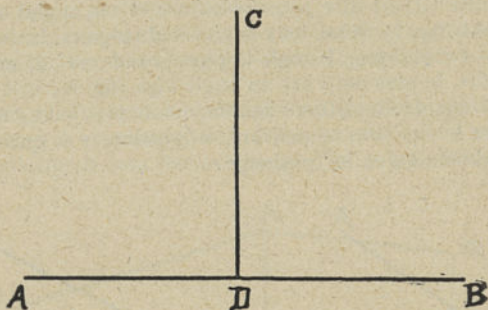


Fig. 7.

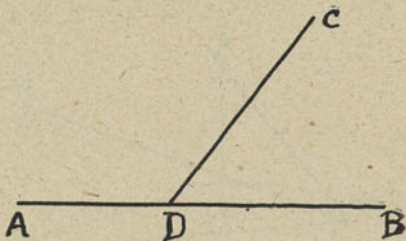


Fig. 8.

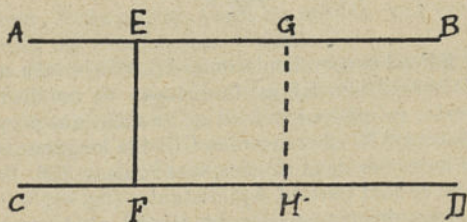


Fig. 9.



sont appelés angles opposés par le sommet. Ces angles sont égaux deux à deux (fig. 10).

Une portion de plan limitée par des droites est un *polygone*. Un polygone est une surface mesurable; la somme des longueurs des droites appelées côtés qui le limitent s'appelle *périmètre*.

Pour pouvoir déterminer les surfaces, on se sert, en géométrie, de conventions permettant de les

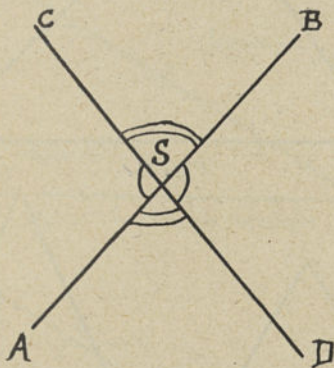


Fig. 10.

classer suivant la forme de leur contour, puis on les évalue d'après des règles reconnues exactes ou pratiquement précises.

**Triangles.** — Le plus simple des polygones est le triangle qui est formé par trois lignes droites qui se coupent en trois points appelés sommets et qui sont limitées à leur intersection (fig. 11).

Deux côtés forment à chaque sommet un angle, le triangle a donc trois angles et trois côtés.

Il est *équilatéral*, si les trois côtés sont égaux ainsi que les trois angles (fig. 12).

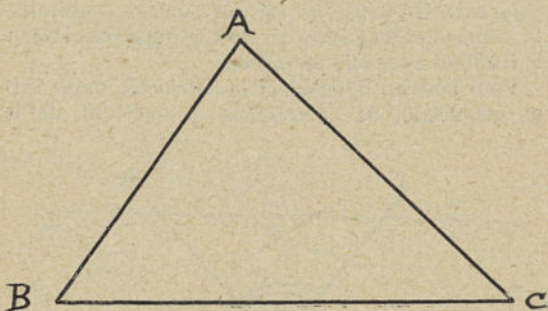


Fig. 11.

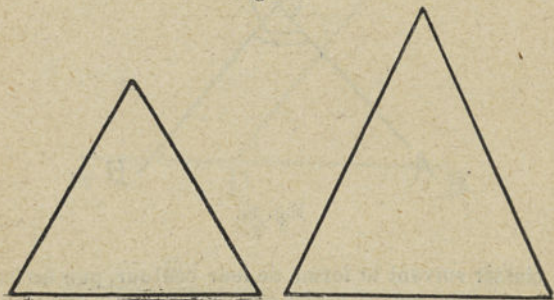


Fig. 12.  
Triangle équilatéral.

Fig. 13.  
Triangle isocèle.

*Isocèle* si deux côtés seulement sont égaux, par suite deux angles seulement le sont aussi (fig. 13).

Le triangle sera *scalène* (c'est-à-dire quelconque) si les trois côtés et les trois angles sont inégaux (fig. 14).

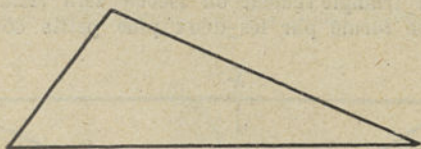


Fig. 14. — Triangle scalène.

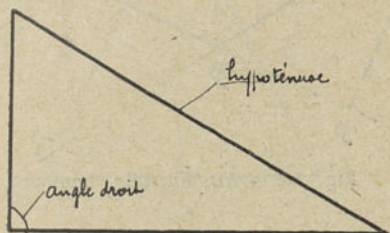


Fig. 15. — Triangle rectangle.

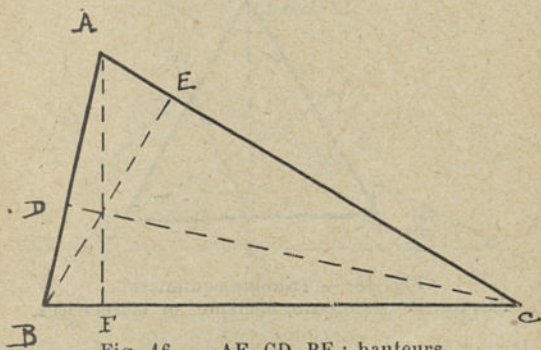


Fig. 16. — AF, CD, BE : hauteurs.

Quelle que soit la forme du triangle, la somme de ses angles vaut deux angles droits.

Un triangle scalène ou isocèle sera *rectangle* si l'angle formé par les deux plus petits côtés est

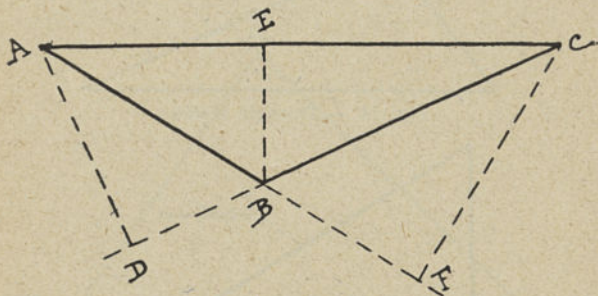


Fig. 17. — AD, BE, CE : hauteurs.

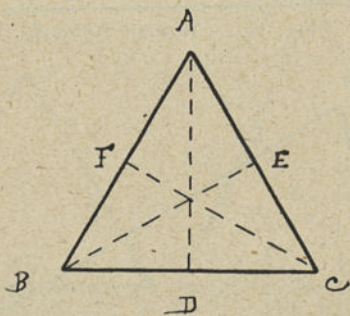


Fig. 18. — Triangle équilateral :  
AD, BE, CF : hauteurs, médianes et bissectrices.

droit, le plus grand côté s'appelle *hypoténuse* (fig. 15).

La *hauteur* d'un triangle est la longueur de la per-

pendiculaire abaissée d'un sommet sur le côté opposé ou sur son prolongement, ce côté prend le nom de

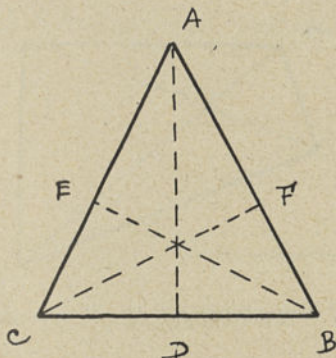


Fig. 19.

Triangle isocèle : AD : hauteur, médiane bissectrice;  
BE, CF : hauteurs.

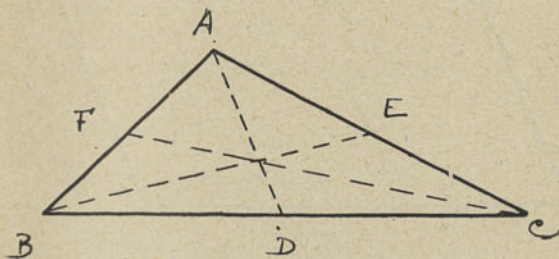


Fig. 20. —  $AE = EC$ ;  $AF = FB$ ;  $BD = DC$ ;  
AD, BE, CF : médianes.

base (fig. 16-17). Il y a donc trois hauteurs et trois bases dans un triangle. Si le triangle est équilatéral,

les trois hauteurs sont égales (fig. 18); s'il est isocèle, deux hauteurs, celles abaissées sur les côtés égaux

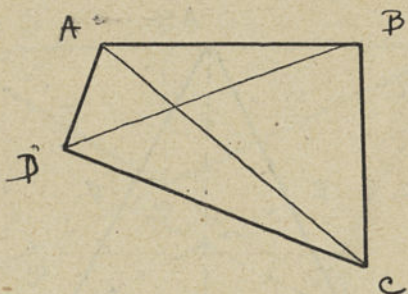


Fig. 21. — Quadrilatère : AC, BD : diagonales.

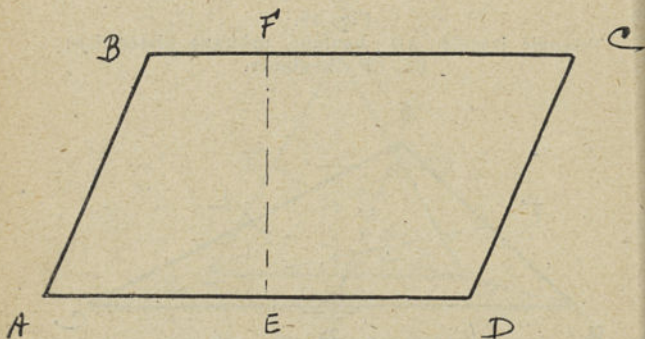


Fig. 22. — Parallélogramme : AD : base ; EF : hauteur.

sont égales, la troisième hauteur divise le troisième côté en deux parties égales (fig. 19).

Dans un triangle, la droite qui joint un sommet

au milieu du côté opposé est une médiane; il y a trois médianes dans un triangle (fig. 20). Ces trois

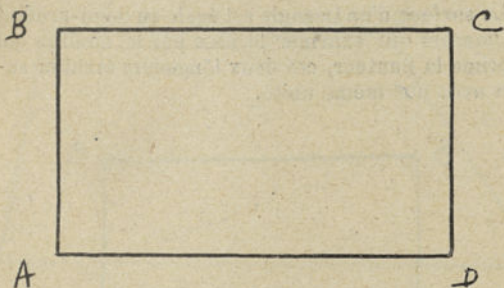


Fig. 23. — Rectangle : AD : base ; CD : hauteur.

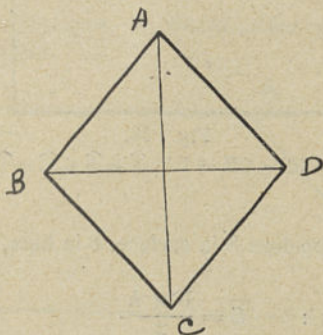


Fig. 24.

Losange :  $AB = BC = CD = DA$  ; AC, BD : diagonales..

médianes sont égales dans le triangle équilatéral, c'est en même temps les trois hauteurs. Dans le

triangle isocèle, deux médianes sont égales, la troisième abaissée sur le côté différent des deux autres est une hauteur.

La surface d'un triangle est égale au demi-produit du nombre qui exprime la base par le nombre qui exprime la hauteur, ces deux longueurs étant mesurées avec une même unité.

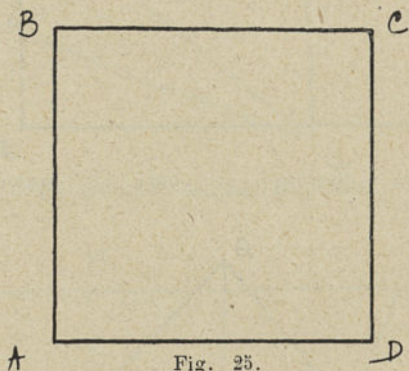


Fig. 25.

Carré :  $AB = BC = CD = DA$  ;  $\widehat{A} = \widehat{B} = \widehat{C} = \widehat{D} = 1$  droit.

Si nous appelons  $S$  la surface,  $B$  la base,  $h$  la hauteur,

nous aurons : 
$$S = \frac{B \times h}{2}$$

**Quadrilatères.** — Après le triangle, le plus simple des polygones est celui qui à 4 côtés, il s'appelle un quadrilatère (fig. 21).

Un quadrilatère a donc quatre côtés, quatre angles, quatre sommets. Les droites qui joignent deux som-



mets non consécutifs s'appellent *diagonales*. Si les quatre côtés ont des longueurs et des positions res-

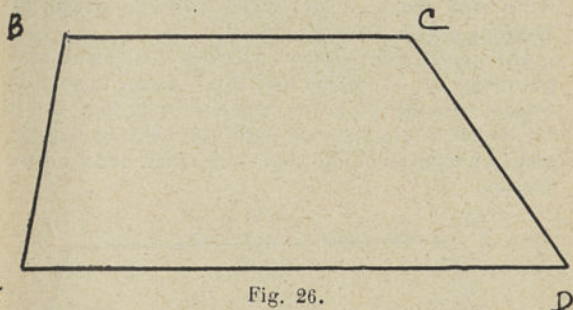


Fig. 26.

Trapèze : AD : grande base ; BC : petite base.

pectives quelconques, le quadrilatère n'a pas de nom particulier.

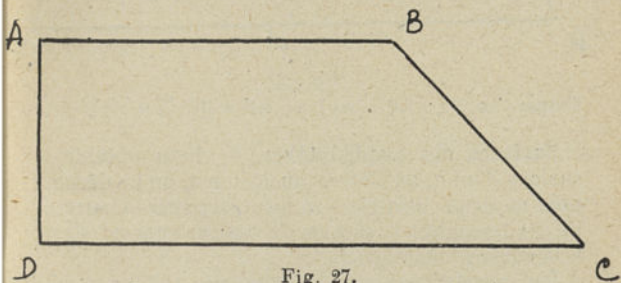


Fig. 27.

Trapèzerectangle:  $\hat{A}$  et  $\hat{D}$  : droits ; AD : hauteur.

Si les côtés sont parallèles deux à deux, il prend le nom de *parallélogramme* (fig. 22).

Un parallélogramme dont les angles sont droits

s'appelle un *rectangle* (fig. 23), celui dont les quatre côtés sont égaux, un *losange* (fig. 24) et, si les quatre côtés sont égaux et les angles droits le parallélogramme est un *carré* (fig. 25).

Un quadrilatère dont deux côtés seulement sont parallèles est un *trapèze* (fig. 26), il prend le nom de *trapèze rectangle* s'il a deux angles droits (fig. 27), il est *isocèle* si les côtés non parallèles sont égaux, par suite les angles non opposés sont égaux deux à deux (fig. 28).

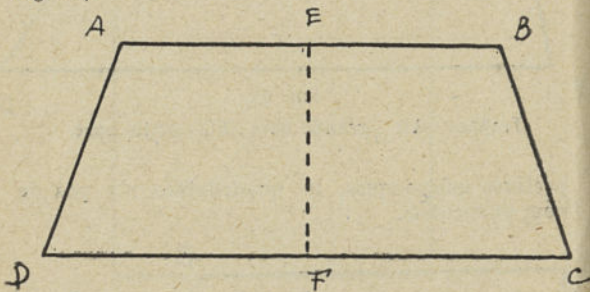


Fig. 28.

Trapèze isocèle :  $EF \therefore$  hauteur ;  $AD = BC$  ;  $\hat{A} = \hat{B}$  ;  $\hat{D} = \hat{C}$ .

**Surfaces des quadrilatères.** — Pour obtenir la surface d'un quadrilatère quelconque, on le décompose en deux triangles, on peut trouver la surface de ces triangles, la somme de ces surfaces est égale à la surface cherchée.

Un parallélogramme, quelle que soit sa forme particulière, ainsi du reste qu'un trapèze, a une hauteur, c'est la longueur de la perpendiculaire commune à deux côtés parallèles, les côtés parallèles sont appelés bases.

Si  $S$  est la surface,  $B$  une base d'un rectangle,  $H$  la hauteur.

on aura  $S = B \times H$ .

Dans un trapèze, les bases sont de longueurs différentes, il y aura donc une grande base  $B$ , une petite base  $b$ , la surface sera :

$$S = \frac{B + b}{2} \times h.$$

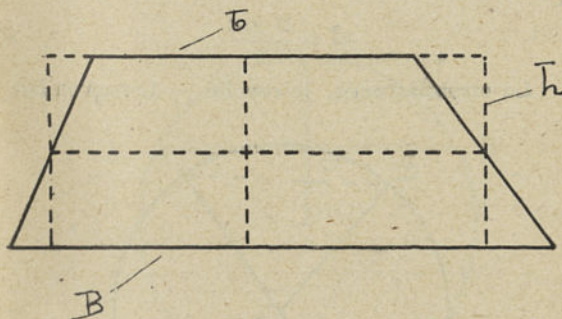


Fig. 29.

A remarquer que la valeur de  $\frac{B + b}{2}$  est égale à la

longueur de la parallèle aux deux bases menée à égale distance entre ces deux bases (fig. 29).

En plus de la manière de trouver leur surface en les assimilant à des parallélogrammes, le carré et le losange ont des surfaces qui s'obtiennent de la façon suivante :

Remarquons d'abord que, dans le carré, les côtés sont égaux, qu'ils sont perpendiculaires deux à deux, donc les bases et les hauteurs sont égales au côté du

carré. Si  $a$  est ce côté, on aura  $S = a \times a$  ou encore  $S = a^2$ .

Si nous examinons le losange, nous remarquons que les quatre côtés sont égaux, parallèles deux à deux, les diagonales se rencontrent à angle droit et se coupent en leur milieu. La surface du losange est égale au demi-produit de la longueur des deux diagonales, soit  $S$  la surface,  $D$  et  $d$  les deux diagonales, on aura :

$$S = \frac{D \times d}{2}.$$

**La circonférence, le cercle.** — Lorsqu'on fait

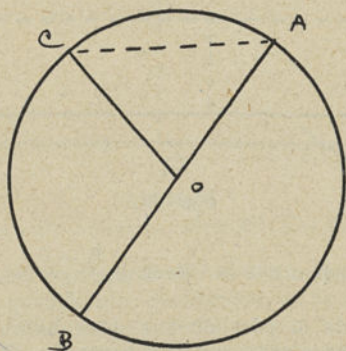


Fig. 30.

Circonférence : OA, OB, OC : rayons; AB : diamètre.

tourner une fronde au bout de ses lacets, la pierre tourne autour de la main qui la fait mouvoir, elle décrit une courbe qui la place successivement à tous les points qu'elle peut occuper dans un plan à une

distance des doigts égale à la longueur des lacets.

Cette courbe fermée, plane, dont tous les points sont à égale distance d'un point intérieur appelé *centre* est une *circonférence* (fig. 30).

La surface enfermée dans une circonférence est un *cercle*.

Toute ligne qui, partant d'un point de la circonférence passe par le centre et est limitée à un autre point de la circonférence est un *diamètre*. Le centre

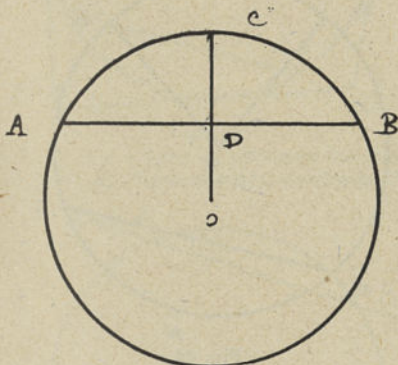


Fig. 31.

AB : corde; CD : flèche; ACB : arc.

divise un diamètre en deux parties égales appelées *rayons*. Tous les rayons d'un cercle sont, d'après la définition, égaux; en conséquence un diamètre est le double d'un rayon.

Le diamètre divise la circonférence et le cercle compris à l'intérieur en deux parties égales.

Un *arc* est une portion de circonférence. La *corde* est la droite qui joint les deux extrémités d'un arc;

une *flèche* est la perpendiculaire élevée au milieu d'une corde, limitée à la corde et à l'arc (fig. 31); un *segment* de cercle est la surface comprise entre un arc et sa corde.

Un *secteur* est une portion de cercle comprise entre deux rayons et l'arc embrassé; l'angle formé par les rayons s'appelle angle au centre (fig. 32).

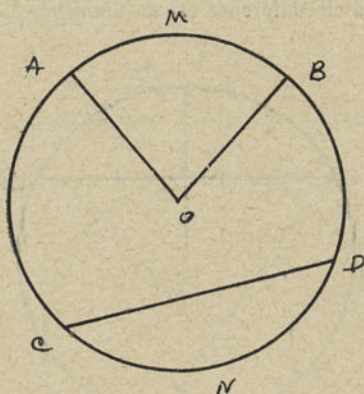


Fig. 32.

BNC : segment; AOBM : secteur;  $\widehat{AOB}$  : angle au centre.

Une ligne brisée est *inscrite* dans un arc lorsqu'elle est formée de lignes qui se rencontrent sur cet arc.

Un polygone est inscrit dans un cercle, lorsque ses sommets se trouvent sur la circonférence de ce cercle (fig. 33).

Une *sécante* est une ligne qui rencontre une circonférence en deux points.

Une *tangente* est une ligne qui rencontre une cir-

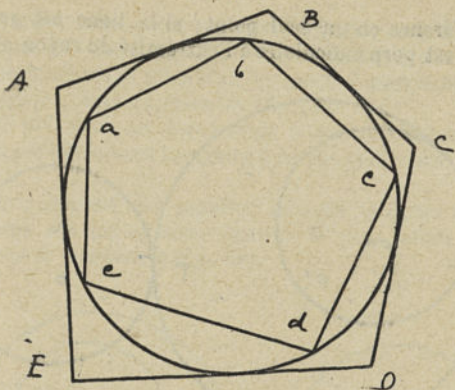


Fig. 33.

*a, b, c, d, e* : ligne et polygone inscrits;  
*A, B, C, D, E* : ligne et polygone circonscrits.

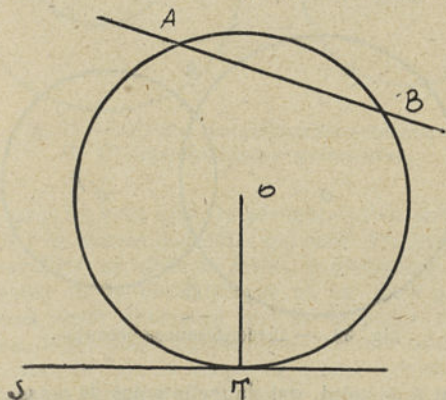


Fig. 34.

*A × B* : sécante; *ST* : tangente.

conférence en un seul point; si la ligne est droite, elle est perpendiculaire à l'extrémité du rayon abou-

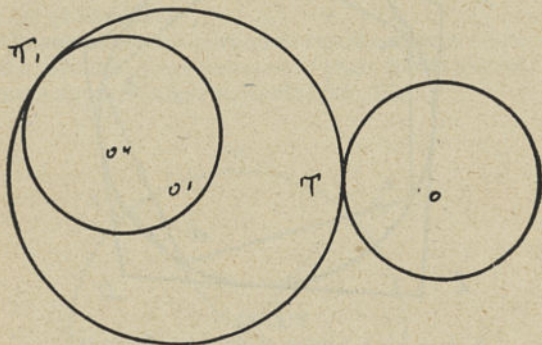


Fig. 35. — Circonférences tangente.

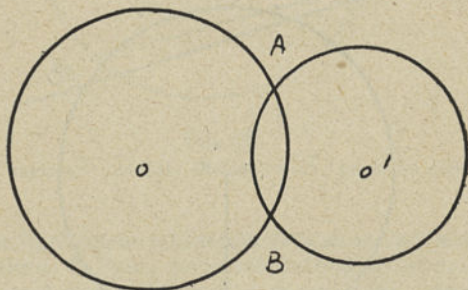


Fig. 36. — Circonférences sécantes.

tissant à ce point, qui s'appelle point de *tangence* ou de *contact* (fig. 34).

Deux circonférences peuvent être : tangentes si



elles n'ont qu'un point commun (fig. 35); sécantes si elles en ont deux (fig. 36); si elles en ont trois, elles se confondent, si elles n'en ont aucun, elles sont soit intérieures, soit extérieures (fig. 37).

Un polygone est circonscrit à un cercle lorsque tous ses côtés sont tangents à la circonférence de ce cercle.

Un polygone est régulier lorsque tous ses côtés et tous ses angles sont égaux. Il peut alors être *inscrit* et *circonscrit* (fig. 38).

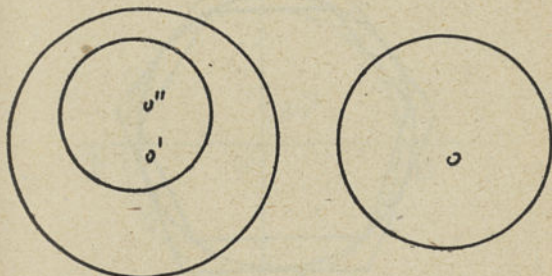


Fig. 37. —  $O'', O'$  : circonférences intérieures;  
 $O, O'$  : circonférences extérieures.

Lorsqu'on veut avoir le périmètre d'un polygone, on fait la somme des côtés qui sont des longueurs mesurables; or, dans un cercle, le périmètre est la longueur de la circonférence et on n'en possède comme seule dimension que la longueur de son rayon. Il est donc logique que l'on ait déterminé combien de fois la longueur d'une circonférence contient la longueur du diamètre qui est le double du rayon; on a trouvé un nombre fractionnaire 3,1415926525... pratiquement, on prendra 3,14; 3,1416

si les calculs doivent être précis. Dans toutes les formules on représentera ce nombre par  $\pi$ . Donc par définition, la longueur de la circonférence  $C$  est égale à la longueur du diamètre multipliée par  $\pi$  ou 3,1416.

$$C = \pi \times D \text{ ou puisque } D = 2R, C = 2\pi R.$$

On a divisé la circonférence en 360 parties égales appelées degrés, les degrés se divisent en 60 minutes et les minutes en 60 secondes.

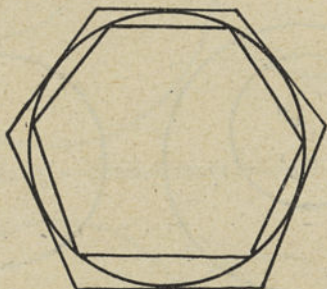


Fig. 38. — Polygone inscrit et polygone circonscrit.

La division de la circonférence en degrés ( $^{\circ}$ ), minutes ( $'$ ), secondes ( $''$ ) a permis, connaissant le rayon, de mesurer la longueur des arcs, si  $n$  est le nombre de degrés d'un arc, la longueur  $l$  de cet arc est donnée par la formule :

$$l = \frac{2\pi R \times n}{360} = \frac{\pi R n}{180}.$$

Mesurant l'arc, on a mesuré de la même manière l'angle au centre comprenant cet arc; les arcs s'expriment en degrés, minutes, secondes; l'arc de

1 degré est compris entre deux rayons faisant entre eux un angle de 1 degré. Un angle droit vaut 90 degrés puisqu'il y en a quatre consécutifs formés par deux diamètres rectangulaires (fig 39).

La surface d'un cercle est égale à :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \text{ ou } \pi R^2,$$

c'est-à-dire qu'on multiplie le carré du rayon par 3,14.

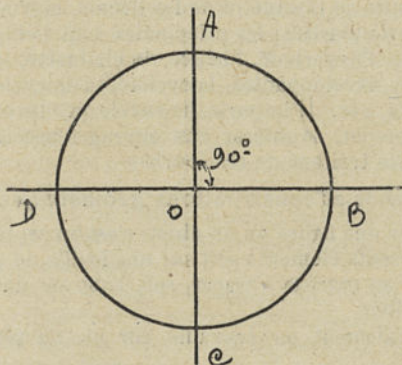


Fig. 39.

La surface d'un secteur s'obtient en multipliant la surface du cercle par le nombre de degrés et en divisant par 360.

$$S = \frac{\pi R^2 n}{360}$$

ou si l'on connaît la longueur  $a$  d'un arc on aura :

$$S = \frac{a \times R}{2}.$$

Pour avoir la surface d'un segment, on cherche d'abord la surface du secteur ayant même arc, puis on retranche la surface du triangle compris entre la corde et les deux rayons aboutissant aux deux extrémités de l'arc.

Il ne faudrait pas croire que toutes les courbes sont des arcs de cercle. Il en existe d'autres qui ont des propriétés déterminées et des tracés spéciaux.

Beaucoup de travaux de chaudronnerie sont construits à l'aide de ces courbes. Il n'entre pas dans le cadre de ce résumé ni de les définir, ni d'indiquer leurs particularités; les principales sont l'ellipse, la parabole, l'hyperbole, l'hélice, la chaînette, les spirales, les développantes, la cycloïde, l'épicycloïde, la sinusoïde, etc. Il importe de savoir qu'elles existent et, au besoin, se référer aux ouvrages spéciaux de géométrie traitant de ces courbes.

### **Tracés et constructions géométriques.**

Tracer une figure ou un objet, c'est en représenter les différents éléments soit sur une feuille de papier, soit sur un marbre à tracer, soit enfin sur une pièce à travailler.

Généralement on travaille sur un ou plusieurs plans.

Nous allons indiquer les tracés des différentes figures planes; plus loin nous indiquerons comment on représente un corps solide quelconque.

Les figures planes sont définies par des lignes.

On les tracera, au crayon sur du papier; au crayon ou à la pointe sur le métal. La pointe à tracer est un outil effilé en acier trempé ou en laiton suivant que l'on trace sur des corps plus ou moins durs. Si on trace sur un marbre, on l'enduit au préalable d'un enduit au rouge anglais (appelé aussi sanguine) ou au blanc, afin de mieux distinguer les traits.

Pour tracer les lignes droites, on se sert d'une règle, pour tracer les circonférences, on se sert du compas entre les pointes duquel on prend la longueur des rayons.

L'angle droit étant une grandeur invariable, on le tracera au moyen de l'équerre. On relèvera la grandeur d'un angle à l'aide de la fausse équerre, outil formé de deux branches rectilignes pouvant s'écarter l'une de l'autre autour d'un axe fixe.

Si l'on veut avoir la valeur d'un angle, on se servira d'un rapporteur qui consiste en un demi-cercle en cuivre ou en corne dont la circonférence, appelée limbe, est divisée en 180 degrés; le centre de la circonférence est marqué sur le rapporteur, le diamètre passant par la première et la cent-quatre-vingtième division du limbe est appelé ligne de foi.

Pour mesurer un angle avec une fausse équerre, on place le côté intérieur ou extérieur d'une des branches sur un des côtés de l'angle, puis on fait coïncider le côté correspondant de l'autre branche avec l'autre côté de l'angle à mesurer.

Pour mesurer un angle au rapporteur, on place le centre du rapporteur au sommet de l'angle, on fait coïncider la ligne de foi avec un des côtés et l'autre côté passe sur le limbe en un endroit dont la graduation indique le nombre de degrés cherché. L'opération est identique si l'on veut construire un angle dont on connaît la valeur en degrés.

Un outillage n'est complet que si l'on possède un mètre ou une règle graduée permettant de mesurer les longueurs.

On vérifiera une règle par un double tracé que l'on fait entre deux points en retournant la règle bout pour bout sans en changer la face portant sur le plan de tracé.

Une équerre sera juste lorsque, posée le long

d'une règle, de part et d'autre d'un point, deux tracés passant ce point se confondent.

La base de tous les tracés est celui de la perpendiculaire.

1<sup>o</sup> Mener d'un point *A* la perpendiculaire à une droite donnée *BC* (fig. 40).

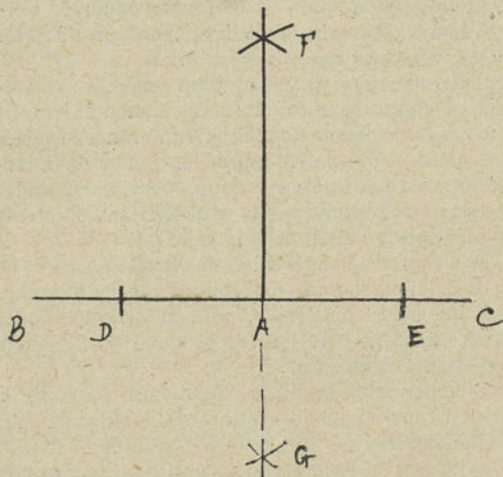


Fig. 40.

Du point *A* comme centre avec une ouverture de compas quelconque *AD*, on trace de part et d'autre deux arcs qui coupent *BC* en deux points *D* et *E*.

Puis de ces points, avec une ouverture de compas plus grande que *AD*, on trace deux arcs qui se coupent en *F*, joignant *FA*, on a la perpendiculaire cherchée.

*Remarque* : on peut tracer en dessous de *BC* deux

autres arcs qui se rencontrent en G, la droite FG est perpendiculaire à BC et passe par le point A.

2° Par un point M extérieur à une droite AB, mener la perpendiculaire à AB (fig. 41).

Du point M comme centre, avec un rayon suffisamment grand pour couper AB, on décrit un arc qui coupe cette droite en deux points C, D; de ces points

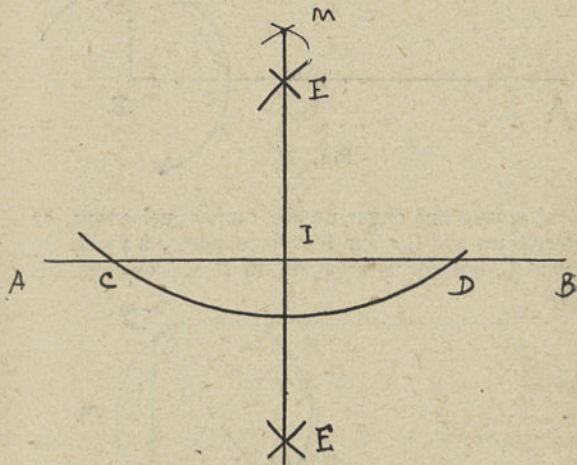


Fig. 41.

comme centres, on trace deux arcs qui se coupent en un point E. On joint ME, la droite ME est la perpendiculaire cherchée.

*Remarque :*  $IC = ID$ .

Il arrive souvent qu'il faut mener une perpendiculaire à l'extrémité d'une droite. S'il est possible de

prolonger cette droite, on retombe dans le premier cas : sinon, on se servira d'un des procédés suivants :

1° Soit une droite  $AB$  (fig. 42) ; du point  $B$  comme

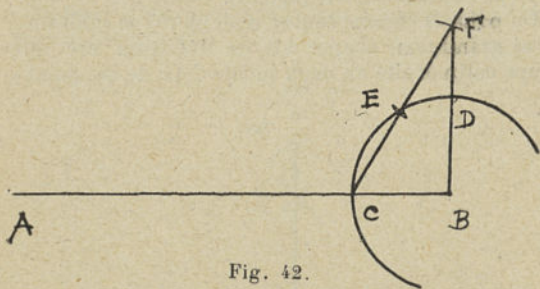


Fig. 42.

centre avec une ouverture de compas quelconque, on décrit un arc  $CD$  sur lequel on porte, à partir du point  $C$ , une corde  $CE$  égale au rayon, on joint  $CE$

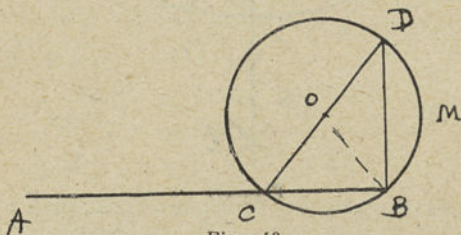


Fig. 43.

que l'on prolonge au delà de  $E$  et, sur cette droite, on porte à nouveau une longueur  $EF$  égale encore au rayon. On joint  $FB$ , la droite  $FB$  est la perpendiculaire demandée ;

2° Soit la même droite  $AB$  (fig. 43). D'un point



quelconque O pris comme centre, avec OB pour rayon, on trace une circonférence qui coupera la droite AB en un point C; mener le diamètre CD joindre DB, la droite DB est la perpendiculaire demandée. Remarque : cette méthode nécessite une surface de traçage pouvant recevoir l'arc DMB, elle est donc moins générale que la première;

3° Soit une droite AB (fig. 44). Sur cette droite, à

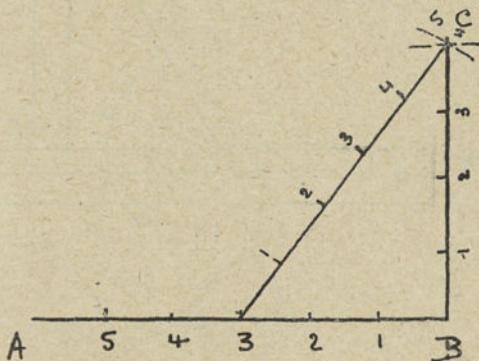


Fig. 44.

partir du point B, on porte à la suite cinq longueurs égales. Du point B comme centre, avec quatre de ces longueurs pour rayon, on trace en dessus de la droite un arc de cercle, puis de l'extrémité de la troisième division portée sur AB, avec un rayon égal à cinq longueurs, on décrit un deuxième arc qui coupe le premier en un point C, la droite BC est la perpendiculaire cherchée.

Lorsqu'on possède une règle et une équerre justes mais dans ce cas seulement, on peut tracer la per-

pendiculaire à une droite en faisant glisser l'équerre le long de la règle appliquée sur la droite AB jusqu'à

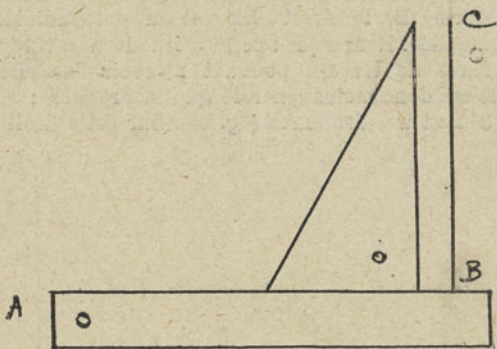


Fig. 45.

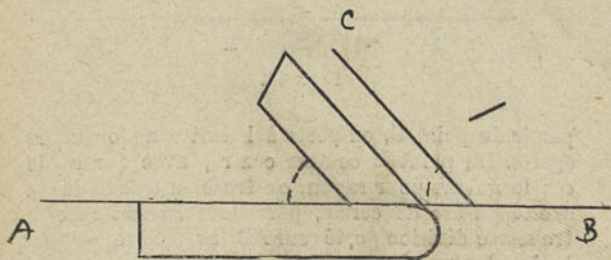


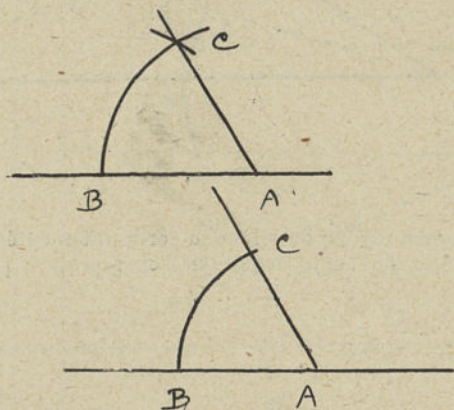
Fig. 46.

ce que le sommet de l'angle vienne au point B ; la perpendiculaire serait BC (fig. 45).

Remarquons que ce procédé n'a qu'une médiocre

précision, qu'il ne faut l'employer que dans des constructions peu importantes.

**Construction des angles.** — Construire un angle au moyen de la fausse équerre, lorsqu'on vient de le relever sur un objet (fig. 46) n'offre aucune difficulté. Il suffit de faire coïncider le point qui sera le sommet de l'angle avec le sommet de l'angle formé par les deux



(Fig. 47.

branches de l'outil, amener une des branches à coïncider avec un des côtés et tracer l'autre.

Au moyen du rapporteur : faire coïncider la ligne de foi avec un des côtés connus de l'angle, placer le centre au sommet de l'angle cherché, marquer d'un point la valeur de l'angle en regard de la division convenable, puis joindre ce point au sommet.

Au moyen du compas (fig. 47), on trace un arc de

cerle ayant pour centre le sommet de l'angle connu : du sommet de l'angle à construire, on trace un arc

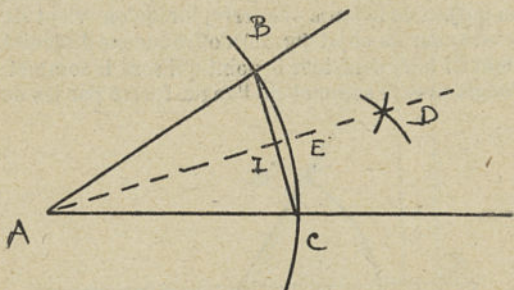


Fig. 48.

de même rayon ; on relève la corde interceptée par les côtés de l'angle donné que l'on reporte à partir

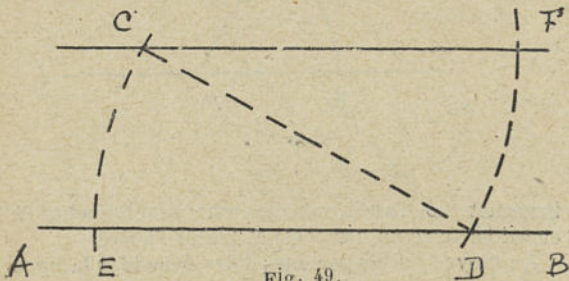


Fig. 49.

du point B sur l'arc tracé du sommet de l'angle à construire, en joignant le point C au point A on obtient l'angle cherché.

Diviser un angle en deux parties égales, c'est chercher la bissectrice de cet angle (fig. 48). Soit l'angle BAC à diviser en deux parties égales; du point A comme centre, on trace un arc qui coupe les côtés en deux points B et C, de ces points comme centres, on trace deux autres arcs qui se coupent en D, on joint AD; AD est la droite cherchée. Les arcs BE et EC

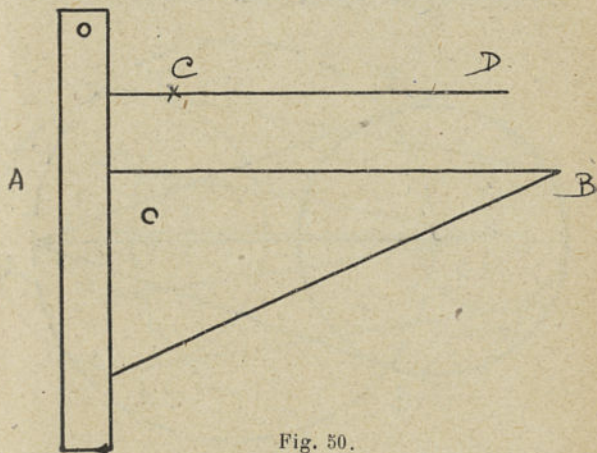


Fig. 50.

sont égaux; de plus, si l'on joint BC,  $IB = IC$  et AD est perpendiculaire sur EC.

**Tracé des parallèles.** — Pour mener par un point C une parallèle à une droite AB, on peut:

1<sup>o</sup> Mener à cette droite une perpendiculaire, puis d'un point donné une perpendiculaire sur celle que l'on vient de tracer;

2<sup>o</sup> De C comme centre avec un rayon quelconque,

(fig. 49) on trace un arc de cercle qui coupe AB en un point D, puis de D avec le même rayon, on trace un arc qui coupe AB en E. On porte à partir de D la corde CE sur l'arc passant par D, on obtient le point F qui est un autre point de la parallèle n'y a plus qu'à joindre CF.

*Remarque:* l'angle  $\widehat{CDE} =$  l'angle  $\widehat{DCF}$   
 3° Avec la règle et l'équerre.

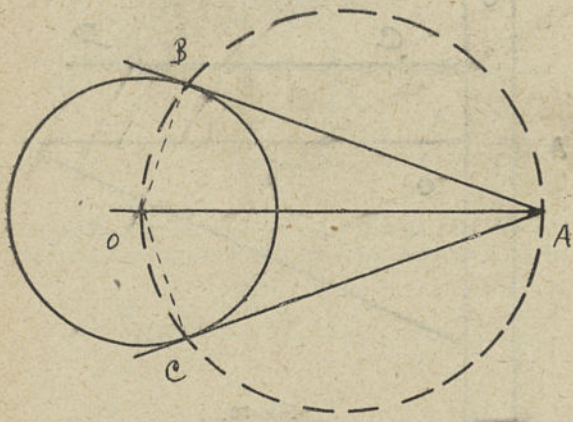


Fig. 51.

On applique un des côtés de l'équerre sur AB, (fig. 50), puis on fait coïncider la règle avec l'autre côté de l'équerre; ensuite, ayant soin que la règle ne subisse aucun déplacement, on fait glisser l'équerre jusqu'à ce que le côté qui passait par AB rencontre le point C, la droite tracée sur l'équerre est la parallèle CD demandée.

**Tangentes.** — Par un point pris sur une circonférence, mener la tangente à cette circonférence.

On mène le rayon aboutissant à ce point, puis on élève la perpendiculaire à l'extrémité de ce rayon, cette perpendiculaire sera la tangente.

Par un point A pris hors d'une circonférence, mener la tangente à cette circonférence (fig. 51).

Soit la circonférence de centre O, on joint OA et

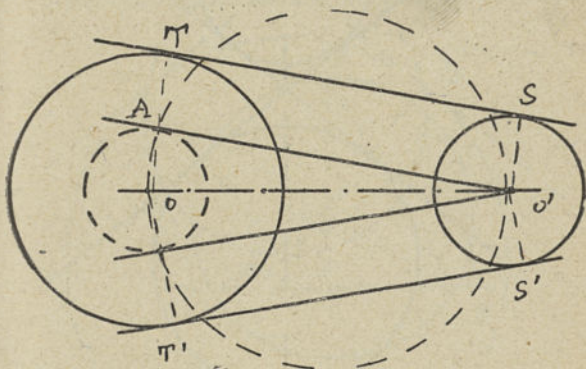


Fig. 52.

on trace la circonférence de diamètre OA qui coupe la première en deux points B et C, AB et AC répondent à la question.

*Remarque :* les angles OBA et OCA sont droits.

Mener la tangente commune à deux circonférences (fig. 52).

Du centre de la plus grande circonférence, on en trace une autre ayant pour rayon la différence des rayons des circonférences données ; du centre de la

plus petite on mène la tangente à cette circonférence auxiliaire, la tangente cherchée est parallèle à la tangente que l'on vient de tracer, elle s'obtient en

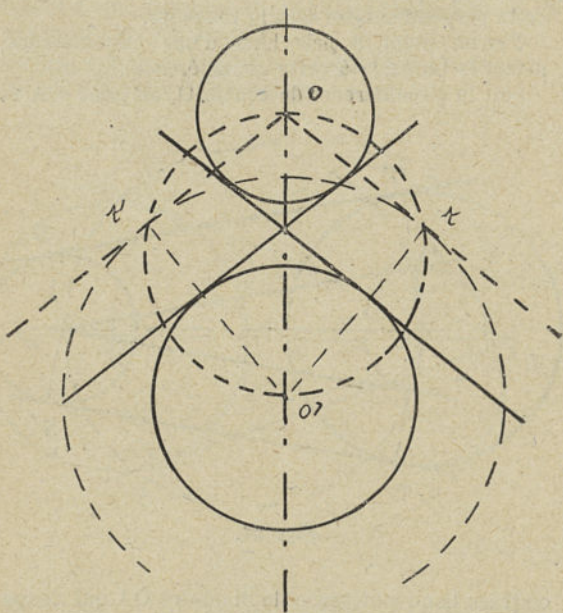


Fig. 53.

menant le rayon aboutissant au point de contact de la tangente auxiliaire et en le prolongeant jusqu'à la circonférence ; du centre de la plus petite on mène un rayon parallèle au précédent, les extrémités



de ces rayons sont les points de tangence. Il y a deux solutions.

En opérant de la même manière mais avec une circonférence auxiliaire de rayon égal à la somme des rayons, on peut mener deux autres tangentes qui se coupent entre les deux circonférences données sur la ligne des centres  $OO'$  (fig. 53).

Ces deux tracés sont très utiles pour le raccordement de deux lignes.

Par deux points donnés, on peut toujours faire

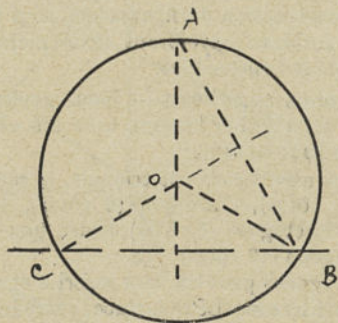


Fig. 54.

passer une circonférence de rayon donné pourvu que la distance entre les deux points soit au plus égale à deux fois ce rayon et il y a une infinité de circonférences passant par ces deux points.

Par trois points, on n'en peut faire passer qu'une (fig. 54). Soit les points  $ABC$ , joignons  $AB$  et  $BC$ ; menons les perpendiculaires au milieu de ces droites, elles se coupent en un point  $O$ , ce point est le centre cherché, en effet  $OA = OB = OC$ .

A l'aide du rapporteur, nous savons construire les angles; nous pouvons les relever avec un compas. Nous savons mener une perpendiculaire et des parallèles. Nous saurons donc construire un triangle, un rectangle, un carré, etc., si nous en possédons les éléments, hauteur, côtés et angles.

Nous pouvons mener les tangentes à la circonférence et nous savons tracer cette circonférence dans le cas où elle est définie par trois de ses points; toutes les constructions usuelles sont donc possibles.

Nous n'entrerons pas dans l'explication des problèmes de construction de figures qui sont trop variés et trop nombreux, préférant nous maintenir dans les exposés indispensables.

**Polygones réguliers.** — Nous avons dit qu'un polygone est régulier lorsque tous ses côtés et tous ses angles sont égaux.

Les plus usuels sont : le triangle, le carré, le pentagone (5 côtés), l'hexagone (6 côtés), l'heptagone (7 côtés), l'octogone (8 côtés), le décagone (10 côtés), le dodécagone (12 côtés), etc.

Ces polygones peuvent être inscrits et circonscrits à une circonférence. Leur surface, outre les méthodes résultant des cas généraux (carré, triangles) peut être obtenue :

1° En décomposant le polygone en triangles dont on peut obtenir les surfaces, la totalisation de ces surfaces donne la surface du polygone.

2° En multipliant le périmètre par la moitié du rayon du cercle inscrit, appelé aussi apothème.

Remarque que deux diamètres perpendiculaires divisent la circonférence en 4 arcs égaux; on se sert de cette propriété pour construire le carré, l'octogone, etc.; que le rayon porté comme corde six fois consécutives, divise la circonférence en 6 parties

égales, cette propriété permet de construire le triangle équilatéral et l'hexagone.

En combinant les deux propriétés ci-dessus, on peut construire des polygones réguliers de 12, 24, etc., côtés.

### Les solides.

Si nous considérons un plan et que, sur ce plan, nous placions deux équerres reposant chacune sur

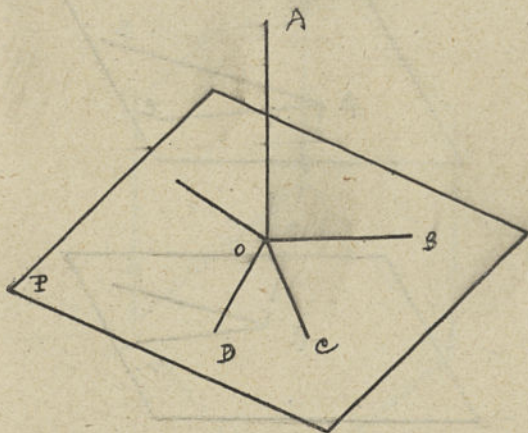


Fig. 55.

un des côtés de leur angle droit si, de plus, nous amenons les deux autres côtés de l'angle droit des deux équerres à coïncider, les deux plans des équerres n'étant ni confondus, ni dans le prolongement l'un de l'autre, la droite commune aux deux équerres est perpendiculaire au plan ; toutes les droites passant par le point où elle rencontre le plan et situées dans le plan lui sont perpendiculaires, de plus, tou-

Les perpendiculaires à un plan sont parallèles; donc d'un point d'un plan on peut mener la perpendiculaire à ce plan, et on n'en peut mener qu'une; par un point pris hors d'un plan, on peut mener la perpendiculaire à ce plan et il n'y en a qu'une (fig. 55).

Une droite peut être perpendiculaire à deux plans. Ceux-ci ne peuvent se rencontrer et sont parallèles.

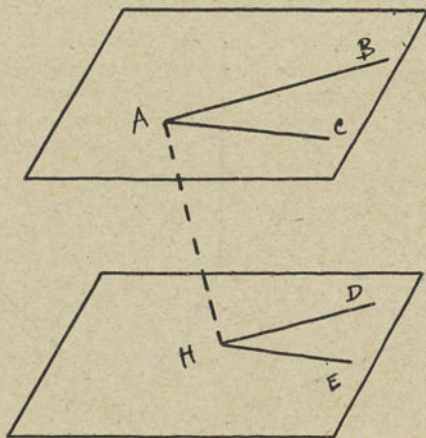


Fig. 56.

Deux plans parallèles sont partout équidistants. Si deux plans sont parallèles toute droite perpendiculaire à l'un est perpendiculaire à l'autre (fig. 56). Si nous menons deux perpendiculaires à un même plan, ces deux droites déterminent un plan; ce plan est perpendiculaire sur le premier et, par la droite qui joint les pieds des deux perpendiculaires, on ne

peut faire passer [qu'un plan perpendiculaire au premier.

Si deux plans sont parallèles, tout plan perpendiculaire à l'un est perpendiculaire à l'autre.

Si deux plans qui se coupent sont perpendiculai-

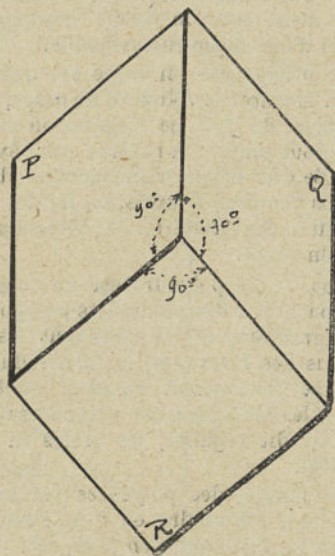


Fig. 57.

res à un troisième, leur intersection est perpendiculaire à ce troisième, si les deux premiers plans sont perpendiculaires entre eux; les trois intersections des trois plans sont donc perpendiculaires l'une sur l'autre (fig. 57).

Nous avons déjà défini le solide qui est un corps qui occupe une portion de l'espace.

D'après leur forme, on peut classer les corps. Nous distinguerons les *polyèdres*, les *corps ronds* ou de révolution. Les autres corps sont, soit composés de polyèdres et de corps ronds, soit composés de corps ronds, ou n'ont pas de forme décomposable ni définissable d'une façon remarquable.

L'espace occupé par un corps est une grandeur mesurable. Mesurer le volume d'un corps, c'est chercher combien de fois ce volume en contient un autre pris pour unité. On ramène cette évaluation à la mesure de dimensions remarquables d'un corps, puis, sur les nombres trouvés, on fait les opérations arithmétiques convenables, on détermine ainsi le volume d'un corps.

**Polyèdres.** — Un polyèdre est un corps terminé de toutes parts par des plans. Les polygones formés par les intersections de ces plans sont les *faces*, les intersections des faces sont les *arêtes* du polyèdre, les arêtes se rencontrent en des points appelés *sommets*. Si les faces sont des polygones réguliers, le polyèdre est dit régulier, les arêtes en sont alors toutes égales.

Le plus simple des polyèdres est le tétraèdre qui a 4 faces, l'hexaèdre en a 6, l'octaèdre 8, le dodécaèdre 12, l'icosaèdre en a 24, etc.

Ces polyèdres peuvent être des polyèdres réguliers, les faces seront alors des triangles équilatéraux, des carrés, des pentagones, etc., réguliers.

Un *prisme* (fig. 58), est un solide limité par deux polygones égaux et parallèles et dont les faces latérales sont des parallélogrammes. Les polygones sont les *bases* du prisme ; il y a autant d'*arêtes latérales* qu'il y a de côtés à la base, elles sont

égales et parallèles. La *hauteur* d'un prisme est la perpendiculaire commune aux deux bases.

Un prisme est triangulaire, quadrangulaire, pen-

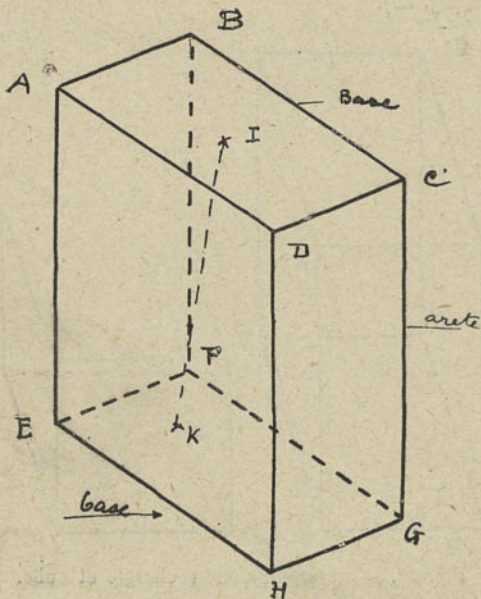


Fig. 58. — Prisme.

tagonal, etc., suivant que sa base a 3, 4, 5, etc., côtés.

Un prisme est droit si les arêtes sont perpendiculaires aux bases, dans ce cas, les faces latérales sont des rectangles; s'il est quadrangulaire, il prendra le

nom de *parallépipède*, si la base est un rectangle, il s'appellera *parallépipède rectangle*. Si les arêtes ne sont pas perpendiculaires aux bases, le prisme est oblique, les faces latérales sont des parallélogrammes (fig. 59).

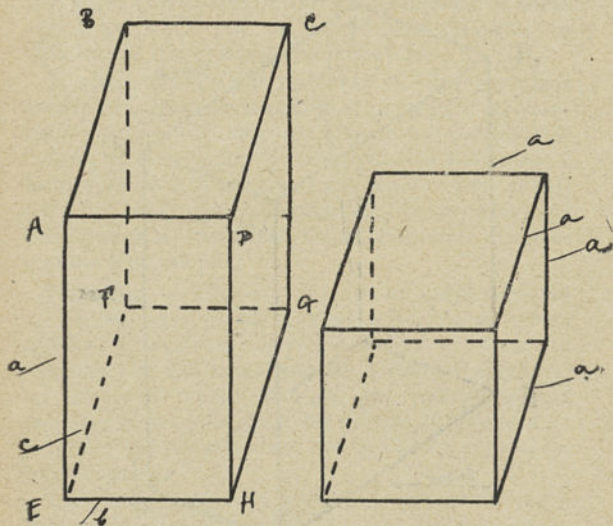


Fig. 59. — Parallépipède rectangle et cube.

Le *cube* est un parallépipède dont les 6 faces sont des carrés égaux, c'est l'hexaèdre régulier.

Le volume d'un prisme s'obtient en faisant le produit de la surface de la base par la hauteur,  $S = B \times H$ . Si le prisme est droit, la hauteur est égale à l'arête.



Le volume d'un parallépipède rectangle est égal au produit des longueurs des arêtes aboutissant à un même sommet.

$$S = a \times b \times c.$$

Dans le cube, les trois arêtes sont égales, on aura donc :

$$S = a \times a \times a = a^3.$$

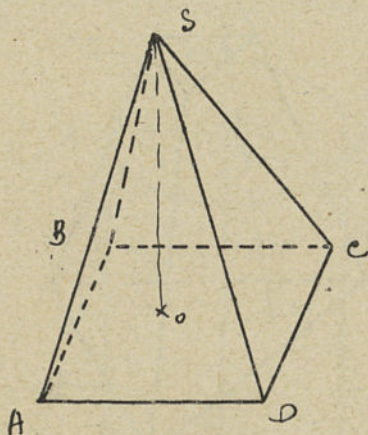


Fig. 60. — Pyramide.

La pyramide (fig. 60), est un solide dont la base est quelconque et dont les faces latérales sont des triangles ayant un sommet commun appelé sommet de la pyramide.

La hauteur est la longueur de la perpendiculaire menée du sommet sur le plan de la base. Le volume

V de la pyramide est égal au tiers du produit de la surface de la base par la hauteur H.

$$V = \frac{1}{3} B \times H = B \times \frac{H}{3}.$$

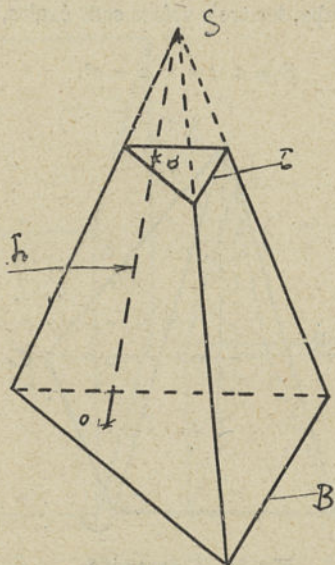


Fig. (1). — Tronc de pyramide.

*Remarque :* Le tétraèdre est une pyramide à base triangulaire.

Le tronc de pyramide peut être considéré comme obtenu en coupant une pyramide par un plan parallèle à la base. Son volume s'obtiendra t en faisant la différence des volumes de la pyramide primitive

et de la pyramide enlevée, mais on peut y arriver directement.

Si on appelle  $B$  la grande base,  $b$  la petite base,  $h$  la hauteur perpendiculaire commune aux deux bases (fig. 61), on aura :

$$V = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{Bb}).$$

**Corps ronds.** — Le cylindre est un solide qui peut être considéré comme engendré par un rectan-

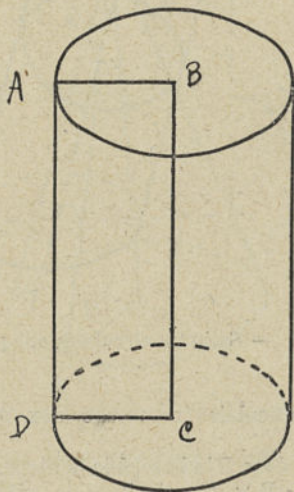


Fig. 62. — Cylindre droit.

gle tournant autour d'un des côtés appelé axe. Dans ce cas, il est appelé cylindre circulaire droit. Les deux

côtés perpendiculaires à l'axe engendrent des cercles égaux qui sont les bases du cylindre (fig. 62).

Si on coupe un cylindre par deux plans parallèles, non perpendiculaires à l'axe, on obtient un cylindre oblique. La hauteur d'un cylindre est la longueur

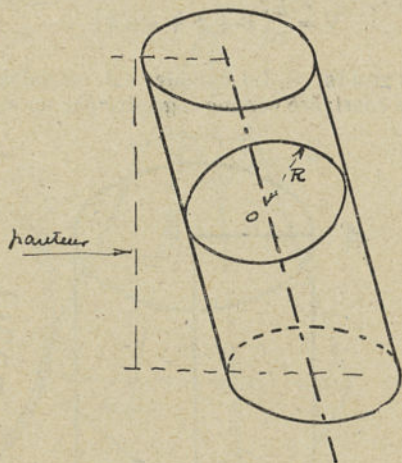


Fig. 63. — Cylindre circulaire oblique.

de la perpendiculaire commune aux deux bases (fig. 63.)

Si nous appelons  $B$  la base,  $h$  la hauteur, le volume  $V$  sera :  $V = B \times h$  mais dans le cylindre droit  $B = \pi R^2$ , on aura donc :

$$V = \pi R^2 h.$$

*Remarque :* La surface latérale d'un cylindre étant

décrite par une droite située dans le même plan que l'axe est une surface développable, c'est-à-dire que l'on peut la déplier sur un plan.

**Cônes.** — Le cône peut être considéré comme engendré par un triangle rectangle tournant autour d'un axe passant par un des côtés de son angle droit. La hauteur est la longueur de la ligne qui joint le

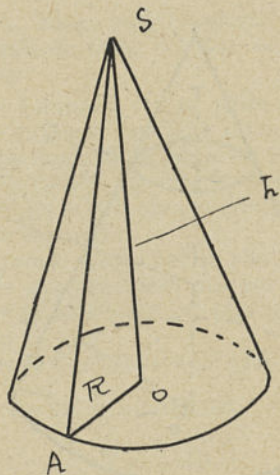


Fig. 64. — Cône de révolution.

centre du cercle décrit par l'autre côté, au sommet du cône (fig. 64).

Le volume  $V$  d'un cône est égal au tiers du produit de la surface de la base  $B$  par la hauteur  $h$ .

$$V = \frac{1}{3} B h, \text{ mais, remarquant que } B = \pi R^2,$$

on aura : 
$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h.$$

*Remarque :* La surface latérale du cône étant décrite par une droite située dans le même plan que l'axe, cette surface est développable.

**Troncs de cône.** — Si on coupe un cône par un plan parallèle à la base, l'intersection du cône par ce plan est encore un cercle et le solide compris entre

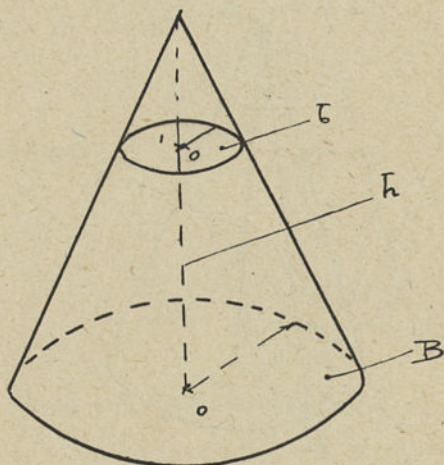


Fig. 65. — Tronc de cône.

ces deux cercles s'appelle un tronc de cône. Le tronc de cône a donc deux bases, une grande et une petite. Sa hauteur est la distance entre les plans des bases, c'est-à-dire leur perpendiculaire commune (fig. 65).

Le volume  $V$  d'un tronc de cône pourrait s'obtenir en faisant le volume du cône primitif, puis celui du

cône enlevé et en faisant la différence de ces volumes. On l'obtient directement en faisant les surfaces des bases  $B$  et  $b$  et en appliquant la formule

$$V = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{Bb}),$$

ou 
$$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + R \times r).$$

*Remarque :* Comme pour le cylindre et le cône, la surface latérale du tronc de cône est une surface développable.

**Sphère.** — La sphère est un solide engendré par un cercle de rayon  $R$  tournant autour d'un de ses diamètres. Le rayon de ce cercle est en même temps le rayon de la sphère, car tous les points de la surface de la sphère sont à égale distance du centre du cercle qui l'a engendrée.

Si on coupe une sphère par un plan, on obtient un cercle; si ce plan ne passe pas par le centre, le rayon du cercle de section est plus petit que celui de la sphère.

Le volume  $V$  d'une sphère est égal au produit de  $\pi$  par  $\frac{4}{3}$  du cube du rayon (fig. 66).

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

La surface d'une sphère n'est pas une surface développable.

La chaudronnerie mettant en œuvre des feuilles métalliques (que nous assimilerons à des plans) pour fabriquer des récipients ayant des formes géométriques, il nous a paru utile de mettre à part la façon d'obtenir la surface des corps de forme simple qui rentrent tous dans les applications pratiques.

Noter que si l'on connaît la surface, l'épaisseur, on peut immédiatement obtenir, le volume, le poids d'une enveloppe, de la paroi, d'un ouvrage quelconque.

Nous serons aussi brefs que possible dans notre

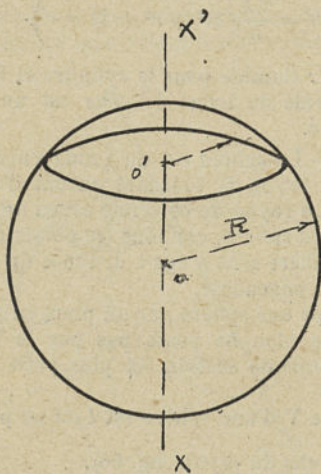


Fig. 66. — Sphère.

exposé, qui s'appuie sur tout ce que nous avons dit jusqu'ici.

L'aire de la surface latérale d'un prisme est égale à la somme des parallélogrammes qui la composent ; on l'obtient également en faisant le produit de la longueur d'une arête par le périmètre d'une section perpendiculaire à cette arête.



Pour avoir l'aire de la surface totale, il faut ajouter l'aire des deux bases.

La règle est identique pour les parallépipèdes et le cube, qui ne sont que des prismes particuliers.

*Remarque :* Si  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , sont les arêtes d'un parallépipède rectangle :

on aura  $S = 2ab + 2bc + 2ac = 2(ab + bc + ac)$

Si le côté du cube est  $a$  :

on aura  $S = 6a^2$ .

**Pyramides.** — L'aire de la surface latérale d'une pyramide est égale à la somme des aires des triangles qui la composent. Si cette pyramide est régulière, c'est-à-dire si sa base est un polygone régulier et que les arêtes latérales soient égales, l'aire de la surface latérale s'obtient en multipliant le demi-périmètre de la base par la perpendiculaire menée du sommet sur l'un des côtés de la base.

Pour avoir l'aire totale, il faut, à la surface latérale, ajouter la surface de la base.

**Troncs de pyramides.** — La surface latérale d'un tronc de pyramide s'obtient en faisant la somme des aires de ses faces latérales. Si le tronc de pyramide est régulier et à bases parallèles, sa surface latérale s'obtient en faisant le produit de la demi-somme des périmètres des bases, par la perpendiculaire commune à deux côtés des deux bases situés dans une même face.

La surface totale est égale à la surface latérale augmentée de la surface des bases.

**Cylindre droit.** — La surface latérale est égale au produit du périmètre de base par la hauteur  $h$  :

$$S = 2\pi R h \text{ (R, rayon de la base).}$$

La surface totale s'obtient en ajoutant l'aire des deux bases :

$$S = 2\pi R h + 2\pi R^2 = 2\pi R (R + h).$$

**Cône droit.** — Si  $h$  est la hauteur,  $R$  le rayon de base,  $s$ , la surface latérale :

on aura : 
$$s = \pi R \sqrt{h^2 + R^2};$$

si  $l$  est la génératrice :

$$s = \pi R l.$$

La surface totale  $S$  égale :

$$S = \pi R l + \pi R^2 = \pi R (R + l).$$

**Tronc de cône droit à bases parallèles.** — Si  $l$  est la génératrice  $R$  et  $r$  les rayons des bases, on aura  $s$ , surface latérale :

$$s = \pi (R + r) l.$$

La surface totale  $S$  égale :

$$S = \pi [R^2 + r^2 + (R + r) l].$$

**Sphère.** — La surface de la sphère est égale à quatre fois la surface du cercle qui l'a engendrée.

$$S = 4\pi R^2.$$

### Les instruments de mesure.

#### Les outils du traceur ; leur usage.

Les instruments de mesure et les outils de traçage employés en chaudronnerie sont, à part quelques variantes, communs à la plupart des métiers.

Le *mètre pliant*, en laiton généralement, est l'outil de poche de tous les chaudronniers ; dans les ateliers, les règles flexibles en acier, de 1 mètre et 2 mètres, sont indispensables aux tracés sérieux. Il est très avantageux que ces règles soient graduées.

Le *décamètre à ruban* est employé par les traceurs pour la mesure des grandes longueurs.

Le *palmer* (fig. 67) n'est guère employé que par les chefs d'équipe et contremaîtres pour vérifier rapidement et sûrement l'épaisseur des tôles.

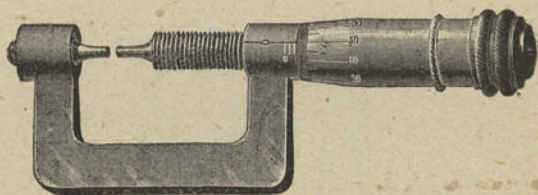


Fig. 67. — Palmer.

Le *pied à coulisse* (fig. 68) est réservé aux traceurs et monteurs qui ont assez fréquemment l'occasion de relever des diamètres de tuyaux, boulons, etc.

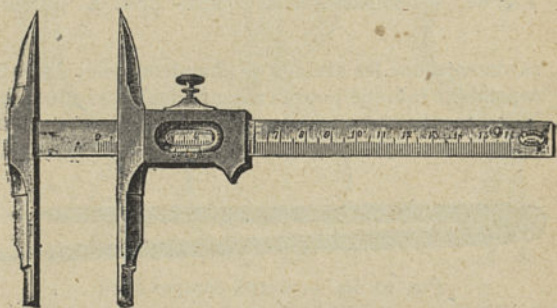


Fig. 68. — Pied à coulisse.

Le *rapporteur* sert à mesurer les angles, si la ligne de foi n'a pas au moins 500 millimètres, nous déconseillons son emploi lorsque le tracé est grand et

réclame quelque précision. Une faible erreur dans la mesure d'un angle, pouvant entraîner une différence notable dans le tracé.

Le *curvimètre* est un appareil que l'on rencontre

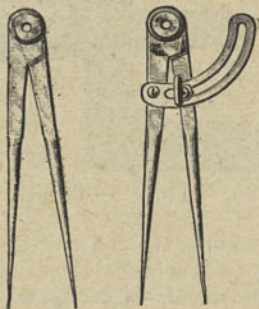


Fig. 69. — Compas droit et compas droit à secteur.

rarement dans les ateliers de chaudronnerie, il serait cependant indiqué pour la mesure des lignes courbes. Nous mentionnerons plus loin certains cas pour lesquels il serait avantageux d'employer cet appareil.



Fig. 69 bis. — Grand compas droit.

Le *compas droit ordinaire*, le *grand compas droit* (fig. 69), le *compas à verge* (fig. 70) sont employés pour les tracés suivant la grandeur de ceux-ci.

Les *compas d'épaisseur ordinaires* et à *secteur*, ainsi que les compas dits : *maîtres de danse* (fig. 71)

servent à relever les diamètres ou les distances entre tôles ; ces outils sont employés indistinctement par les traceurs, formeurs et monteurs.

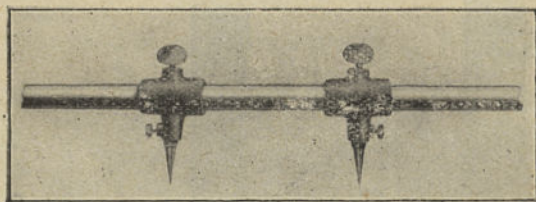


Fig. 70. — Compas à verge.



Compas d'épaisseur.

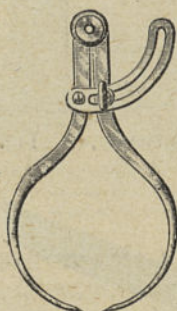


Fig. 71.  
Compas d'épaisseur  
à secteur.



Compas maître  
de danse.

Les *équerres simples* (fig. 72) et à *chapeau* (fig. 73), les *fausses équerres* (fig. 73 bis) servent au tracé, au façonnage, à la vérification et au montage. Pour les tracés sérieux, il y a toujours avantage à déterminer

et à mener les perpendiculaires avec le compas et la règle; même remarque pour le tracé des angles quelconques.

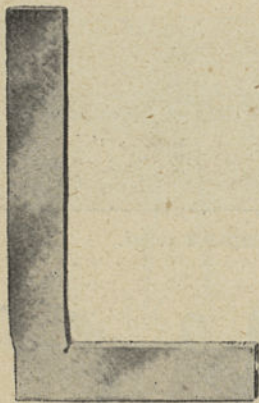


Fig. 72. — Équerre simple.



Fig. 73. — Équerre à chapeau.



Fig. 73 bis. — Fausse équerre.

Les dimensions des *marbres à tracer* (fig. 74) sont en rapport avec l'importance des ateliers et surtout le genre de travaux qui y sont exécutés. Il est toujours avantageux de disposer d'un marbre permet-

tant de vérifier et de tracer les pièces façonnées sans tâtonnements et avec sécurité. Dans beaucoup d'ateliers, particulièrement ceux de grosse chaudronnerie, les *plateaux* servent presque toujours de marbres à tracer.

Les *trusquins* (fig. 75) sont des outils indispensables

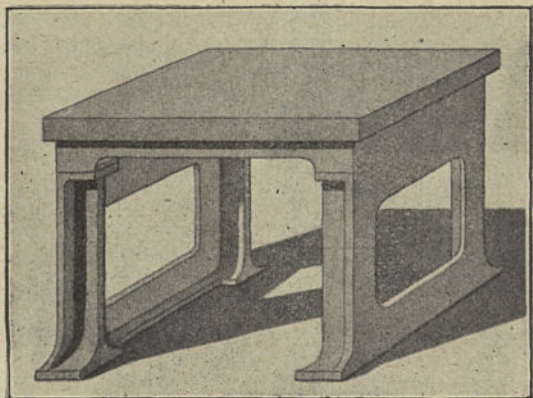


Fig. 74. — Marbre à tracer.

à la vérification et au traçage des pièces façonnées, ils permettent de tracer les parallèles, relever et reporter les points, tracer les sections, etc.

Les *pointes à tracer*, en acier ou en laiton, servent à tracer les lignes sur les feuilles de métal. En général, les apprentis et les jeunes ouvriers marquent trop fortement les traits; il est défectueux, pour les pièces en cuivre ou en laiton qui ne doivent pas être chaudronnées, ainsi que pour les tracés sur le zinc et le fer-blanc, de se servir de pointes à tracer en acier; un crayon dur ou le cordeau sont bien pré-

férables, les traits sont suffisamment apparents pour permettre le découpage et le pliage s'il y a lieu; en

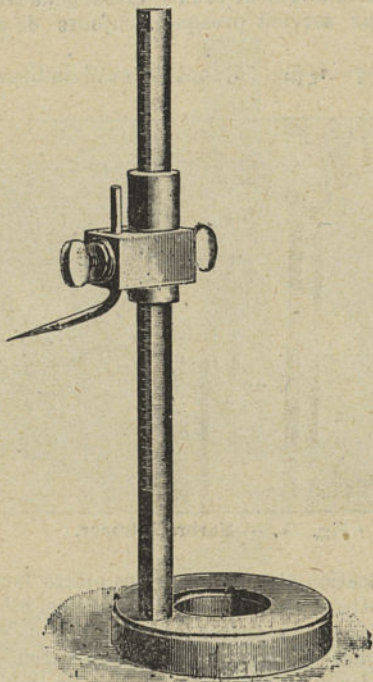


Fig. 75. — Trusquin.

procédant ainsi, on a le grand avantage de ne pas rayer les pièces.

Le *pointeau* est employé pour marquer les intersections de lignes qui doivent servir de repères, les



contours, les centres, etc. Ces marques doivent être faites très légèrement, sauf, bien entendu, celles qui représentent le centre de trous à percer. Il est presque toujours nécessaire de pointer les lignes qui, dans le façonnage à la main, doivent limiter les formes ; dès maintenant nous conseillerons de faire ces marques le plus légèrement possible. Dans les explications que nous donnerons aux chapitres traitant du façonnage, nous dirons les raisons de cette recommandation.

Le *cordeau* (fil de cordonnet très solide de 1 millimètre de diamètre environ) est utilisé pour remplacer les règles dans les grands tracés ; évidemment, ce procédé n'offre pas une grande précision, cependant, dans les travaux courants de chaudronnerie, l'emploi du cordeau est très avantageux au point de vue de la vitesse et de la visibilité des traits, de plus, le métal n'est pas rayé, un simple essuyage fait disparaître toutes les lignes si on le désire. Les traceurs emploient également des outils spéciaux tels que : les *pointeaux de centre*, les *appareils à reporter*, les *règles percées* dites règles à trous ; ces règles sont très utiles pour le traçage des lignes de rivure, elles évitent les erreurs et permettent un travail beaucoup plus rapide.

Les matières employées le plus souvent par les traceurs pour faciliter leur travail et rendre les tracés sur le métal plus apparents et plus précis sont : *la sanguine*, *le blanc d'Espagne*, *la craie* et *le galipot* (mélange de colle et de blanc de Meudon).

#### *Quelques notions de dessin indispensables.*

#### **Comment il faut lire un croquis ou un plan.**

Tout ouvrier doit pouvoir exécuter une pièce d'après un croquis coté. Il est donc utile qu'il sache

le lire, c'est-à-dire en extraire les dimensions, qu'il puisse y reconnaître la forme des diverses parties, qu'il y trouve le mode d'assemblage préconisé, qu'enfin il comprenne ce que le dessin représente de façon qu'il n'y ait pour lui aucune équivoque.

La meilleure méthode pour apprendre à lire les croquis est de savoir les exécuter. Aussi engageons-nous vivement les jeunes gens à apporter toute leur attention à l'étude du croquis à main levée, non pas, en ce qui nous concerne, pour apprendre à tracer de beaux traits et à faire de jolis dessins, mais pour savoir dresser un croquis, voire même un plan.

Un croquis doit être tel qu'il contienne toute cote utile et qu'il définisse rigoureusement et exactement les dimensions et les formes des objets.

Un plan définira les dimensions, les formes, les positions respectives d'un ensemble d'objets.

De cette pratique d'exécution, que tout le monde peut acquérir, on tire une netteté de vision et d'appréciation immédiate des objets et on n'a aucun effort à faire pour comprendre un croquis; quelqu'un, bien entraîné, lit un croquis avec autant de facilité qu'il peut lire un journal, c'est-à-dire sans effort, sans difficulté aucune.

Pour représenter un objet, pour en définir toutes les dimensions et toutes les formes, il est absolument insuffisant de le dessiner tel qu'il se présente à nos yeux. Nous ne percevons que les contours apparents des objets et, dans beaucoup de cas, notre constitution physique nous fait voir un objet sous une forme qui n'est pas exacte.

On a fait des conventions et établi des méthodes permettant de définir un objet de telle façon que tout le monde puisse en retrouver rigoureusement la forme.

Pour cela, on se sert de la méthode des projections<sup>†</sup>

on représentera un objet par les projections de ses contours, sur des plans judicieusement choisis, pour les définir tous.

Un point étant donné, sa projection sur un plan

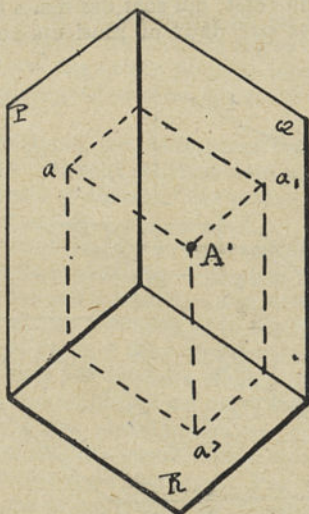


Fig. 76.

sera le pied de la perpendiculaire abaissée de ce point sur le plan.

Nous concevons que si nous avons trois plans connus, rectangulaires deux à deux, on peut mener du point A les perpendiculaires sur chacun des trois plans; chaque plan donnera ainsi les distances du point à chacun des deux autres plans. Par conséquent un point

peut être nettement défini par ses trois projections (fig. 76).

Dans un objet, par rapport à trois plans connus, la position d'un point sera, sans erreur possible, connue, déterminée. De ceci il s'ensuit que les contours d'un objet, qui sont des lignes qui peuvent être définies par deux ou plusieurs points, seront

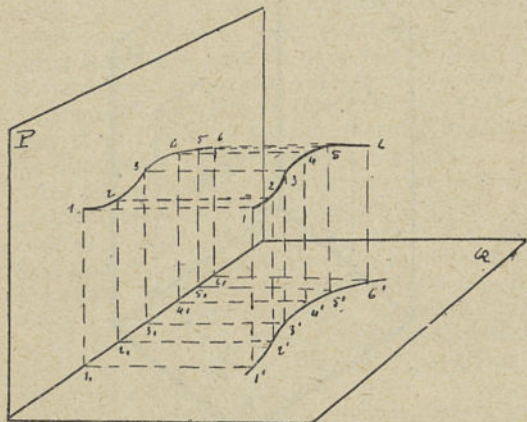


Fig. 77. — Projection d'une courbe.

représentés par les projections du contour sur trois plans.

Une surface sera connue si l'on peut en déterminer les contours, un solide sera connu si on peut déterminer les surfaces qui le limitent et la position respective de ces surfaces.

Dans un tracé, tout revient donc à la représentation des lignes, donc à celle du point. Remarquons

qu'une droite sera connue lorsqu'on connaîtra la position de deux de ses points; qu'une circonférence sera déterminée lorsqu'on en connaîtra trois. Une courbe quelconque sera définie suffisamment par un certain nombre de points judicieusement choisis (fig. 77). Donc si nous choisissons deux plans rectangulaires, les projections de divers points sur les deux plans de projection nous permettront de retrouver les positions respectives des points projetés (aux points de rencontre des perpendiculaires aux plans de projection).

Dans la pratique, les deux plans rectangulaires sont suffisants; ils sont rabattus dans un seul plan, le plan du dessin et chacun d'eux contient la projection de l'objet sur lui.

On fait souvent usage d'un troisième plan perpendiculaire aux deux premiers et de plans auxiliaires, perpendiculaires soit à l'un, soit aux deux plans de projection mais, ce troisième plan n'est nécessaire que s'il permet de faire connaître des détails insuffisamment définis par les deux plans principaux.

De plus, si l'on a affaire à un objet compliqué, on aura recours à des plans auxiliaires, qui coupent l'objet et dans lesquels seront représentés les intersections de l'objet et du plan sécant. Par cela même, les intersections de ces plans sont désignées sous le nom de coupes.

Les deux plans principaux sont appelés *plan horizontal* et *plan vertical*, les projections qu'ils contiennent seront les projections ou vues horizontales et verticales d'un objet; le troisième plan sera un *plan de profil* et contiendra la vue de profil.

Si maintenant nous supposons exécuter le dessin, en regardant la pièce de très loin au-dessus du plan horizontal et en avant du plan vertical, nous ne percevons que la partie des contours qui se trouve du

côté de l'observateur, ces contours seront exécutés en traits pleins, ceux qui sont cachés seront exécutés en traits pointillés ou en courts tirets ; la même observation est à faire pour le plan de profil qui est, lui aussi, un plan vertical.

Une bonne pratique est celle qui, dans les coupes, ne fait représenter que ce qui se trouve dans le plan sécant ; on évite ainsi les erreurs et le dessin gagne en clarté. Une coupe doit donc être toujours exécutée en traits pleins.

Un croquis étant exécuté, il faut le *coter*, c'est-à-dire marquer sur des parallèles aux lignes la longueur de ces lignes, sur les rayons ou les diamètres des circonférences ou des arcs leur valeur. Les projections doivent être complètes et suffisamment claires pour permettre de coter toutes les longueurs utiles. Ne jamais mettre une cote sur une ligne se présentant, par sa projection, en raccourci sur le dessin ; la coter sur une autre projection, ou faire une coupe permettant de la voir dans son plan.

Afin d'éviter les erreurs et les difficultés de l'appréciation exacte ; il est fréquent que pour le même appareil, il y ait plusieurs plans ; dans ce cas un de ceux-ci représente l'ensemble, le ou les autres plans sont des plans de détails.

Les croquis sont le plus souvent dessinés sur place et d'une façon rudimentaire. Ceux qui doivent servir sans retouches à l'atelier représentent rarement un ensemble ; presque toujours ces croquis définissent des pièces simples que l'on désire confectionner immédiatement. Ils sont destinés à être mis dans les mains de l'ouvrier qui exécutera le travail. Ces croquis seront simples, clairs et à la portée de tout le monde.

En aucun cas, un croquis d'exécution ne devra être dessiné en *perspective* ; cette méthode ne permettant

ni de coter, ni de définir tous les angles en vraie grandeur, n'a aucun avantage réel ; elle doit être utilisée seulement pour appuyer, au besoin, une explication verbale ; le croquis donnant seul les dimensions et les formes exactes. Il faut tenir le croquis en perspective comme une pratique routinière à proscrire totalement des ateliers, la représentation en perspective d'un objet étant réservée aux catalogues ou aux figures d'un ouvrage ayant seulement pour but de donner une idée générale de la pièce.

Une des meilleures méthodes pour apprendre à lire un plan consiste à relever le croquis d'une pièce déterminée sur un plan d'ensemble, ce dessin étant exécuté à une grandeur suffisante pour qu'aucune des dimensions de cette pièce ne soit omise.

De ce que nous venons de dire, il résulte que pour lire un plan, il est essentiel de ne pas essayer, dès le début de l'examen, d'embrasser le tout ; la multiplicité des traits empêchant de suivre à première vue les formes exactes, il sera bon de choisir pour guider l'étude une des pièces principales ; lorsque les formes en paraîtront bien définies dans les différentes projections du dessin, les détails se présenteront d'eux-mêmes sans qu'il soit nécessaire de faire effort pour en suivre les contours et les points particuliers.

En chaudronnerie, surtout en ce qui concerne les développements, il faut apporter une grande attention avant de procéder au tracé d'exécution d'après les plans ; il est fréquent, même quand les objets sont dessinés en grandeur naturelle, que des lignes ne soient pas représentées en vraie grandeur, il faut donc, avant de procéder au tracé, faire les changements de plans et les rabattements nécessaires.

Cette dernière remarque s'applique principalement au tracé des tuyautages.

### Développement des surfaces des corps.

Développer la surface d'un corps, c'est rabattre sur un plan tous les éléments de la surface de ce corps.

Tous les solides ne sont pas développables.

Au sens strict du mot, une surface n'est développable que si on peut la rabattre tout entière sur un plan, sans déchirures ni duplicatures.

Pour la chaudronnerie, cette définition peut légèrement être modifiée en ce sens qu'il importe peu, pour *construire*, que toutes les figures qui composent une surface puissent être toutes rabattues sur un même plan, ce qui importe, c'est de savoir si toutes les figures qui composent cette surface peuvent être comprises ou contenues dans des portions de plan.

Par conséquent, on pourra décomposer une surface de solide en plusieurs parties, puis les assembler d'après les méthodes de travail usuel.

Ne pourront être développées que les surfaces des corps composés de parois planes, de parois cylindriques, coniques; que les cylindres ou les cônes soient ou non de révolution.

Il est du ressort de la partie technique d'indiquer comment on tracera *le flanc*, c'est-à-dire la partie de feuille de métal, de laquelle après travail, après chaudronnage, on obtiendra la surface non développable désirée.

Nous indiquerons plus loin quelques exemples qui expliqueront ce court exposé.

Développer un corps c'est, en chaudronnerie, chercher quelle est la forme d'une feuille de métal qui, *pliée* suivant des lignes ou *roulée* suivant certaines méthodes, permet d'obtenir les parois d'un corps, les différentes parties étant assemblées.

Dans tous les cas de développement, on choisit d'abord le plan dans lequel on rabattra la surface



considérée puis, par rotation autour des arêtes, on amènera les diverses faces de la surface dans le plan choisi.

**Développement d'un cube.** — La surface  $S$  du

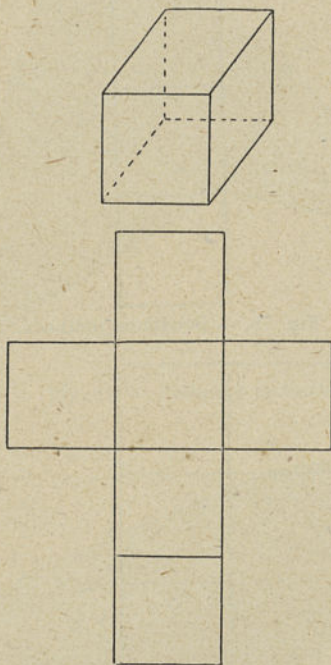


Fig. 78. — Première méthode.

cube étant composée de 6 carrés égaux, on rabattra les carrés suivant la position des assemblages.

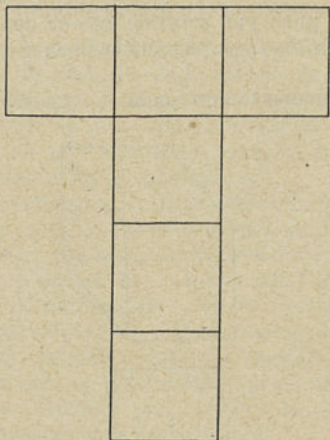


Fig. 79. — Deuxième méthode.

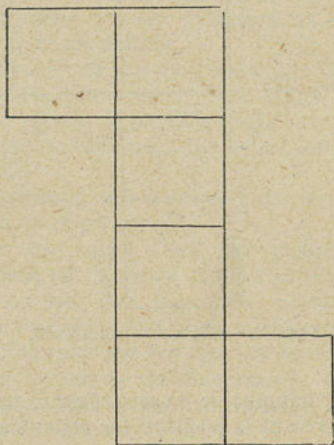


Fig. 80. — Troisième méthode.

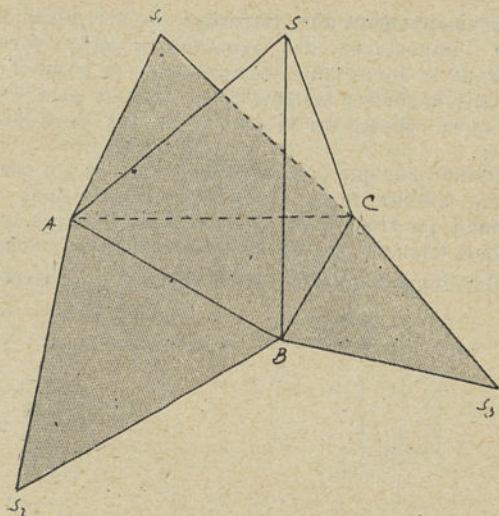


Fig. 81. — Première méthode.

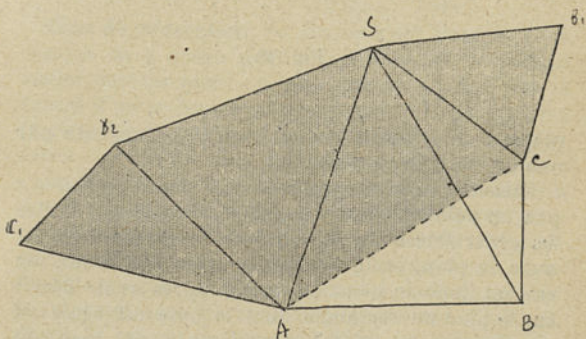


Fig. 82. — Deuxième méthode.

**Développement d'un tétraèdre.** — On remarquera que l'importance des assemblages peut varier suivant la mode du développement, soit que l'on rabatte la surface latérale sur le plan de base, soit qu'on la rabatte sur le plan d'une des faces latérales.

Remarquer que dans le premier cas, on a à construire autour de la base des triangles dont on connaît les trois côtés, dans le deuxième cas, ces mêmes triangles ont un côté commun deux à deux.

**Développement du cylindre droit.** — Si nous

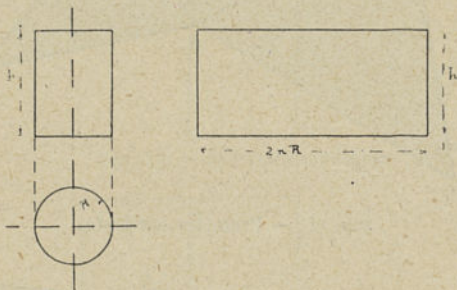


Fig. 83.

plaçons un cylindre sur un plan, il le tangente par une de ses génératrices.

Faisons rouler le cylindre sur le plan après avoir pris un point de repère sur une génératrice. Toutes les génératrices du cylindre viendront en contact avec le plan, les génératrices étant parallèles, on revient donc au point de départ après avoir décrit sur le plan un rectangle dont la base est égale au développement de la circonférence de base du

cylindre —  $2\pi R$  — et la hauteur égale à celle du cylindre (fig. 83).

Si nous avons un cylindre qui n'est pas de révolution ou un tronc de cylindre, il faut opérer sur la section droite. Le développement sera limité par deux droites et deux courbes (fig. 83 bis).

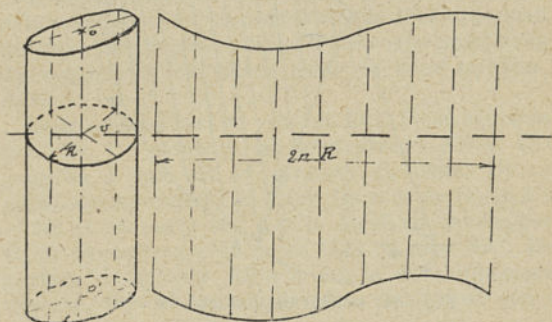


Fig. 83 bis.

**Cône de révolution.** — En opérant pour le cône comme on a opéré pour le cylindre, en le faisant rouler sur un plan, on voit que le sommet est le centre d'un secteur ayant pour rayon la génératrice et pour longueur d'arc la longueur de la circonférence de base du cône (fig. 84).

Donc pour avoir le développement d'un cône, on décrit du sommet S une circonférence ayant pour rayon la longueur SA de la génératrice du cône, sur cette circonférence, on porte au moyen d'une règle flexible graduée ou d'un curvimètre, la longueur de la circonférence de base développée soit  $2\pi R$ , R étant le rayon de base; ou bien on construit au

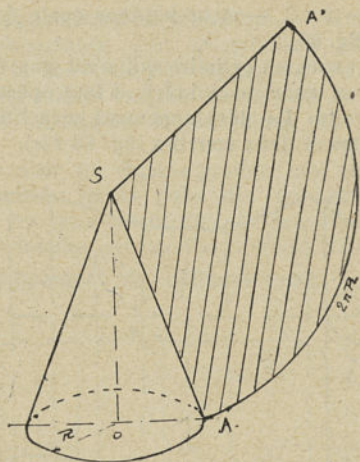
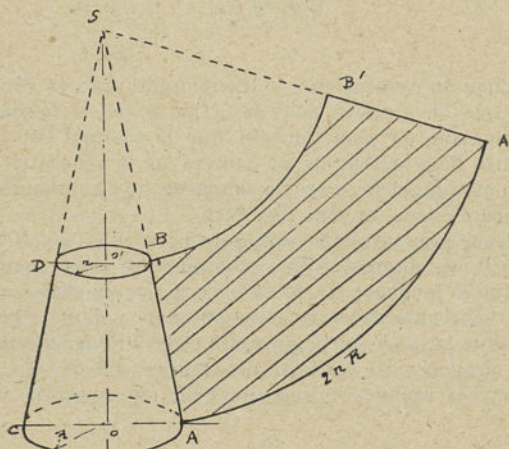


Fig. 84. — Développement du cône.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1  
Fig. 85. — Développement du tronc de cône.

sommet S l'angle SAA' en se souvenant que cet angle est à 360 degrés comme le rayon OA est à la génératrice SA, c'est-à-dire :

$$\text{angle} \quad \text{SAA}' = 360 \text{ degrés} \times \frac{\text{OA}}{\text{SA}}.$$

**Tronc de cône.** — Pour avoir le développement d'un tronc de cône, on peut tracer le développement du cône dans lequel ce tronc a été coupé puis, de ce développement, on enlève celui du cône surabondant.

Dans tous les cas, on procède de la façon suivante (fig. 85). On prolonge les génératrices AB et CD jusqu'en S qui est le sommet du cône. De ce point comme centre, on décrit les arcs de rayon SA et SB et on porte sur AA' la longueur développée de la circonférence de rayon OA, on joint SA'. La portion de secteur BB'A'A est le développement cherché. On obtiendrait le même résultat en construisant l'angle  $\widehat{\text{ASA}'}$  comme il a été dit pour le cône.

### AIDE-MÉMOIRE POUR DÉTERMINER LES SURFACES ET LES VOLUMES

Quelques formules et propriétés des surfaces.

**Triangles.** — S la surface, *b* la base, *h* la hauteur,

$$S = \frac{bh}{2}.$$

**Carrés.** — S la surface, *a* le côté,

$$S = a^2.$$

**Parallélogrammes et rectangles.** — S la surface, *b* la base, *h* la hauteur,

$$S = bh.$$

**Trapèzes.** —  $S$  la surface,  $B$  la grande base,  $b$  la petite base,  $h$  la hauteur.

$$S = \frac{B + b}{2} h.$$

**Polygones.** — Un polygone quelconque peut être décomposé en triangles dont on peut évaluer la surface, la somme de ces surfaces est égale à la surface du polygone.

**Polygones réguliers.** —  $P$  le périmètre,  $r$  rayon du cercle inscrit.

$$S = P \times \frac{r}{2}.$$

*Longueur de la circonférence :*  $R$  le rayon,  $D$  le diamètre,  $\pi = 3,1416$ .

$$C = \pi D \text{ ou } 2 \pi R.$$

*Longueur arc de  $n$  degrés :*

$$L = \frac{\pi R n}{180}.$$

*Surface d'un cercle :*

$$S = \pi R^2 \text{ ou } \frac{\pi D^2}{4}.$$

*Surface comprise entre deux circonférences de rayons  $R$  et  $r$  concentriques ou non :*

$$S = \pi (R^2 - r^2) = \pi (R + r) (R - r).$$

Si les deux cercles sont concentriques, on a une couronne de largeur  $l$  et de rayon moyen  $r$ .

$$S = 2 \pi r l.$$

*Aire du secteur de  $n$  degrés :*

$$S = \frac{\pi R^2 n}{360}.$$

*L'aire du segment est égale à l'aire du secteur de*



même graduation moins l'aire du triangle correspondant.

Surface segment = surface secteur — surface triangle.

Si l'on a à évaluer l'aire d'une surface quelconque, on tracera une ligne  $XX'$  qui coupe cette surface; on divisera cette ligne en un certain nombre de parties égales et, par les points de division, on mènera des perpendiculaires. La surface sera ainsi décomposée en figures que l'on peut, avec une approximation suffisante, assimiler à des triangles et des trapèzes. La somme des aires de ces surfaces partielles sera l'aire cherchée.

On arrive au même résultat en faisant la somme des perpendiculaires et en multipliant cette somme par la distance entre les ordonnées. (Cette méthode n'est applicable que si les surfaces situées aux extrémités du  $XX'$  sont assimilables à des triangles.)

**Polygones réguliers.** — Dans tous les cas qui suivent nous appellerons.

$R$  : rayon du cercle circonscrit.

$r$  : rayon du cercle inscrit.

$a$  : le côté.

$p$  : le périmètre.

$S$  : surface du polygone.

$$1^{\circ} \text{ Carré: } a = R \sqrt{2} \quad (\sqrt{2} = 1,414).$$

$$r = \frac{R \sqrt{2}}{2}.$$

$$p = 4 R \sqrt{2}.$$

$$S = 2 R^2.$$

2° Triangle équilatéral :

$$a = R \sqrt{3} \quad (\sqrt{3} = 1,732).$$

$$r = \frac{R}{2}.$$

$$p = 3 R \sqrt{3}.$$

$$S = \frac{3 R^2 \sqrt{3}}{4}.$$

3° Hexagone :

$$a = R.$$

$$r = \frac{R \sqrt{3}}{2}.$$

$$p = 6 R.$$

$$S = \frac{3 R^2 \sqrt{3}}{2}.$$

4° Octogone :

$$a = R \sqrt{2 - \sqrt{2}}$$

$$r = \frac{R}{2} \sqrt{2 + \sqrt{2}}$$

$$p = 8 R \sqrt{2 - \sqrt{2}}$$

$$S = 2 R^2 \sqrt{2}$$

Voy. tableau p. 91.

*Volumes et surfaces des solides.*

**Prisme :**  $S$  surface de la base,  $h$  la hauteur,  $V$  le volume.

$$V = Sh.$$

**Cube :**  $a$  le côté,  $S$  la surface,  $V$  le volume.

$$V = a^3 \quad S = 6a^2.$$

**Pyramide :**  $S$  surface de la base,  $h$  la hauteur,  $V$  le volume.

$$V = \frac{1}{3} Sh.$$

Surfaces et éléments des polygones réguliers dont le côté  $a$  est pris pour unité.

POLYGONES	NOMBRE de côtés	RAYON DU CERCLE circonscrit $R$	PERPENDICULAIRE au côté ou rayon du cercle inscrit	SURFACE $S$	deux côtés	ANGLE au centre
Triangle.....	3	$0,577 \times a$	$0,2884 \times a$	$0,4330 \times a^2$	$60^\circ$	$120^\circ$
Carré.....	4	$0,707 \times a$	$0,5 \times a$	$1 \times a^2$	$90^\circ$	$90^\circ$
Pentagone.....	5	$0,851 \times a$	$0,6882 \times a$	$1,7205 \times a^2$	$108^\circ$	$72^\circ$
Hexagone.....	6	$1 \times a$	$0,8660 \times a$	$2,5986 \times a^2$	$120^\circ$	$60^\circ$
Eptagone.....	7	$1,152 \times a$	$1,0383 \times a$	$3,6339 \times a^2$	$128^\circ 34' 27''$	$51^\circ 25' 57''$
Octogone.....	8	$1,307 \times a$	$1,2071 \times a$	$4,8284 \times a^2$	$135^\circ$	$45^\circ$
Ennéagone.....	9	$1,462 \times a$	$1,3737 \times a$	$6,4818 \times a^2$	$140^\circ$	$40^\circ$
Décagone.....	10	$1,618 \times a$	$1,5388 \times a$	$7,6942 \times a^2$	$144^\circ$	$36^\circ$
Endécagone.....	11	$1,775 \times a$	$1,7028 \times a$	$9,3656 \times a^2$	$147^\circ 16' 41''$	$32^\circ 43' 77'' 11$
Dodécagone.....	12	$1,932 \times a$	$1,8650 \times a$	$11,1962 \times a^2$	$150^\circ$	$30^\circ$

Remarque: Les surfaces croissent comme les carrés des lignes, c'est-à-dire que si les côtés sont 2, 3, 4, les surfaces sont 4, 9, 16 fois le chiffre indiqué.

**Tronc de pyramide :**  $S$  et  $S^1$  surfaces des bases  
 $h$  la hauteur,  $V$  le volume.

$$V = \frac{1}{3} h \left( S + S^1 + \sqrt{SS^1} \right).$$

**Cylindre droit :**  $S$  surface de la base,  $h$  la hauteur,  $V$  le volume.

$$V = Sh.$$

**Cylindre de révolution :**  $R$  rayon de base,  $h$  hauteur,  $V$  volume  $Sl$  surface latérale,  $St$  surface totale.

$$V = \pi R^2 h \quad Sl = 2\pi R h \quad St = 2\pi R (h + R).$$

**Tronc de cylindre droit :**  $R$  rayon de la section droite,  $h$  longueur de l'axe compris entre les deux bases,  $V$  le volume,  $Sl$  surface latérale.

$$V = \pi R^2 h \quad Sl = 2\pi R h.$$

**Cylindre creux.** — (Tube) :  $R$  rayon extérieur,  $r$  rayon intérieur,  $h$  la hauteur,  $e = R - r$  (épaisseur),  $V$  volume.

$$V = \pi h (R^2 - r^2) = \pi h e (2R - e) = \pi h e (2r + e).$$

**Cône circulaire :**  $R$  rayon de base,  $a$  génératrice,  $h$  la hauteur,  $Sl$ , surface latérale,  $St$  surface totale,  $V$  le volume.

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h \quad Sl = \pi R \sqrt{R^2 + h^2} = \pi R a.$$

$$St = \pi R (R + \sqrt{R^2 + h^2}) = \pi R (a + R).$$

**Tronc de cône :**  $R, r$  rayons des bases,  $a$  génératrice,  $h$  la hauteur,  $V$  volume,  $Sl$  surface latérale,  $St$  surface totale.

$$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr) \quad Sl = \pi a (R + r).$$

$$St = \pi [R^2 + r^2 + a(R + r)].$$

**Sphère** : R rayon, V volume, S surface.

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad \left( \frac{4}{3} \pi = 4,18 \right) \quad S = 4\pi R^2.$$

**Sphère creuse** : R rayon extérieur,  $r$  rayon intérieur, V volume.

$$V = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) = 4,188(R^3 - r^3).$$

**Secteur sphérique** :  $h$  hauteur de la calotte sphérique du secteur,  $r$  rayon de base, R rayon de la sphère, V volume, Sl surface latérale.

$$V = \frac{2}{3} \pi R^2 h \quad Sl = \pi R(2h + r).$$

**Segment sphérique ou calotte** :  $h$  hauteur de la calotte,  $r$  rayon de base, R rayon de la sphère, V le volume, S la surface.

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3r^2 + h^2) \quad S = 2\pi R h = \pi(r^2 + h^2).$$

**Tore ou anneau** : R rayon moyen ou d'enroulement du tore,  $r$  rayon de section de l'anneau, V le volume, S la surface.

$$V = 2\pi^2 R r^2 \quad S = 4\pi^2 R r.$$

### RACCORDEMENTS ET PÉNÉTRATIONS DES SOLIDES.

En chaudronnerie, il est rare que les objets fabriqués aient une forme géométrique simple.

Les solides définis par la géométrie ne peuvent convenir, à de rares exceptions près, pour constituer les enveloppes des récipients.

Règle générale, les arêtes des solides ne peuvent être réalisées dans la pratique, soit pour des raisons

de résistance et d'usure, soit pour des conditions de fabrication.

Sauf pour les cylindres ou les cônes (seaux, brocs, etc.), on ne trouvera pas d'arêtes définies. Celles-ci sont, du reste, peu à recommander.

Prenons par exemple le cas d'un réservoir parallélipédique en tôlerie. Tant qu'on n'aura pas à l'exécuter en tôle épaisse, on peut admettre qu'il sera possible de rabattre, autour des feuilles de tôle, un bord qui constituera l'assemblage par rivetage ou soudure ; même dans ce cas, il faut remarquer que le métal fatigue dès qu'on veut faire l'arête vive et que, par ailleurs, le travail devient difficile et délicat en ce qui concerne la retenue des liquides. Il est à peu près impossible de certifier qu'un récipient, construit comme nous venons de le dire, n'aura pas de fuites aux lignes de rivures.

Pour obvier à cet inconvénient, on reportera la ligne de couture en dehors de l'arête, en mettant à la place de celle-ci, une tôle auxiliaire, cintrée suivant un quart de circonférence en section droite, sur le bord de laquelle on rivera les faces planes du réservoir.

De parallélipédique qu'il était au début, notre récipient aura une section droite rectangulaire dont les angles seront arrondis. Le rivetage se fera aisément, tous les soins pourront être apportés à la fabrication et, avec moins de difficulté, un matage sérieux pourra être exécuté ; le réservoir ne coulera pas, le métal qui le compose ne sera pas fatigué, le travail des pièces étant de minime importance.

De ce qui précède nous voyons, qu'en chaudronnerie, une des principales difficultés du *métier* est de savoir raccorder les surfaces.

Dans la confection des récipients nous recommandons, à moins d'impossibilités absolues, de raccor-

der les plans par des surfaces cylindriques (à la place des arêtes) et des surfaces sphériques (à la place des sommets).

Lorsque les objets sont parallélépipédiques, prismatiques, pyramidaux les raccordements des parois seront toujours soit des surfaces cylindriques ou coniques à la place des arêtes, des surfaces sphériques à la place des sommets. Ces surfaces ayant des génératrices et des rayons définis sont faciles à

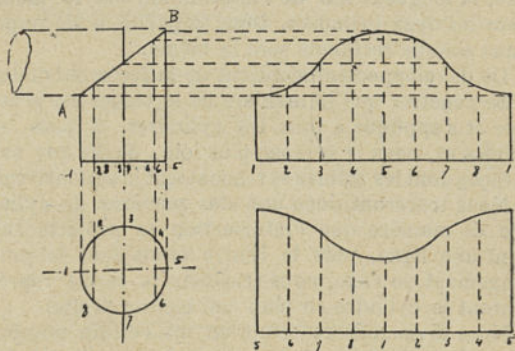


Fig. 86.

trouver et à déterminer, mais il existe d'autres cas où il n'en est pas de même.

Dans le cas des cylindres et des cônes, pour ne parler que de ceux-là, le raccordement des surfaces est un problème plus ardu.

On doit avoir recours aux tracés géométriques pour définir la forme théorique des pièces et ensuite, sur les tracés obtenus, ajouter les sur-

faces auxiliaires pour lesquelles la partie technique nous apprendra à trouver le raccordement voulu.

Voici à titre d'exemple quelques-uns de ces tracés.

Rencontre de deux cylindres de même diamètre, les axes étant dans un même plan (fig. 86).

Remarquons d'abord que nous savons que le développement d'un cylindre droit est un rectangle (fig. 83).

Observons ensuite que si les deux cylindres de même diamètre se coupent sous un angle quelconque, la longueur AB de l'intersection est la même pour les deux cylindres. Donc la partie à découper dans chaque rectangle sera la même.

Le développement s'obtient de la façon suivante :

Se pénétrer qu'à la manière de le tracer est générale et s'applique à tous les cylindres, à tous les solides et, nous le verrons plus loin, quelle que soit la façon dont les solides se rencontrent et se pénètrent.

Nous tracerons donc une des portions de cylindre de manière que l'intersection se projette suivant une ligne, puis le centre étant dans le prolongement de l'axe, nous tracerons le cercle représentant le cylindre en plan (en section droite).

Nous diviserons ce cercle en un certain nombre de parties égales, — 8 par exemple — et par les points de division, nous mènerons les génératrices ; elles se projettent en vraie grandeur.

Nous connaissons donc, par rapport au plan de base, la hauteur de 8 points de l'intersection et leur répartition sur les génératrices du cylindre.

Nous pourrions donc faire facilement le développement. Sur une ligne, nous porterons une longueur égale à la longueur de la circonférence de section droite. Nous diviserons cette ligne en 8 parties égales que nous numérotions comme nous avons numéroté les génératrices du cylindre. Sur des per-



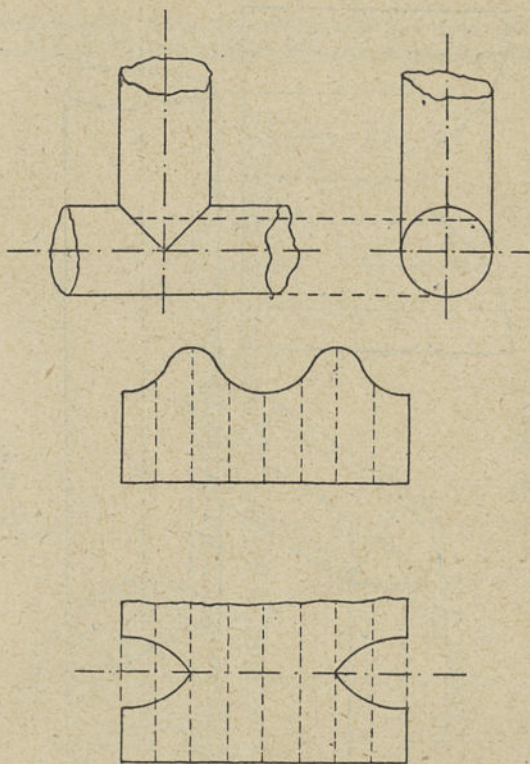


Fig. 87 A.

pendiculaires menées par ces points, nous porterons les longueurs des génératrices correspondantes et nous joindrons l'extrémité de ces droites par un

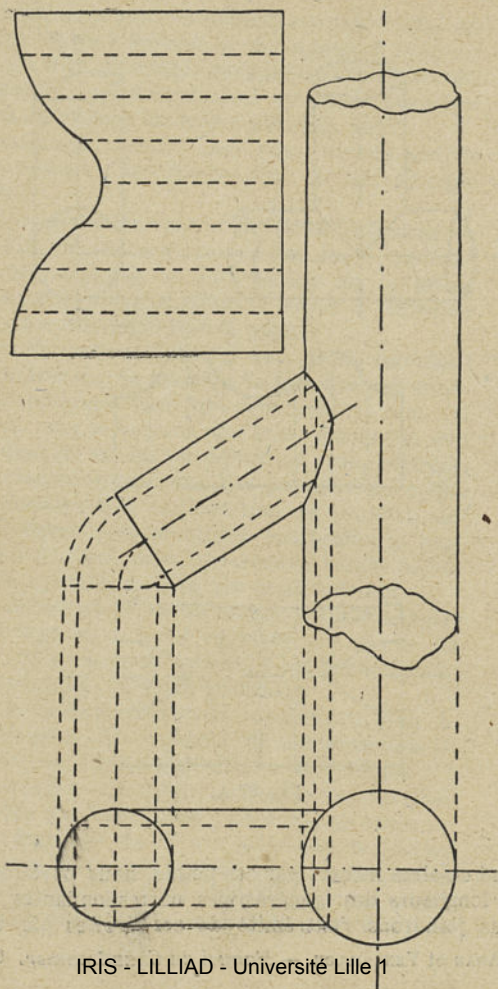


Fig. 88'B.

trait continu. Nous obtiendrons ainsi la courbe d'intersection. Un changement d'origine nous permettra

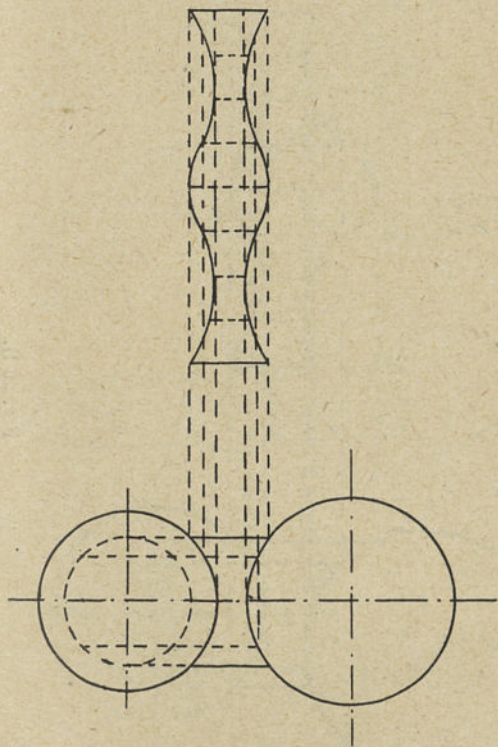


Fig. 89 C.

d'obtenir une autre courbe, remarquer qu'elle se raccorde avec la première quand on les met bout à bout si on a fendu le cylindre suivant deux géné-

atrices diamétralement opposées. Le tracé que nous venons d'indiquer sommairement s'applique

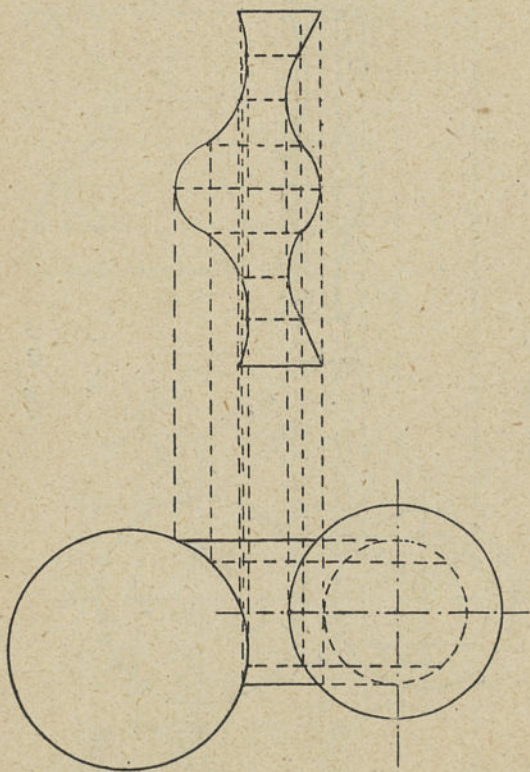


Fig. 90 D.

dans tous les cas. Toujours, on doit déterminer des génératrices et porter sur le développement la

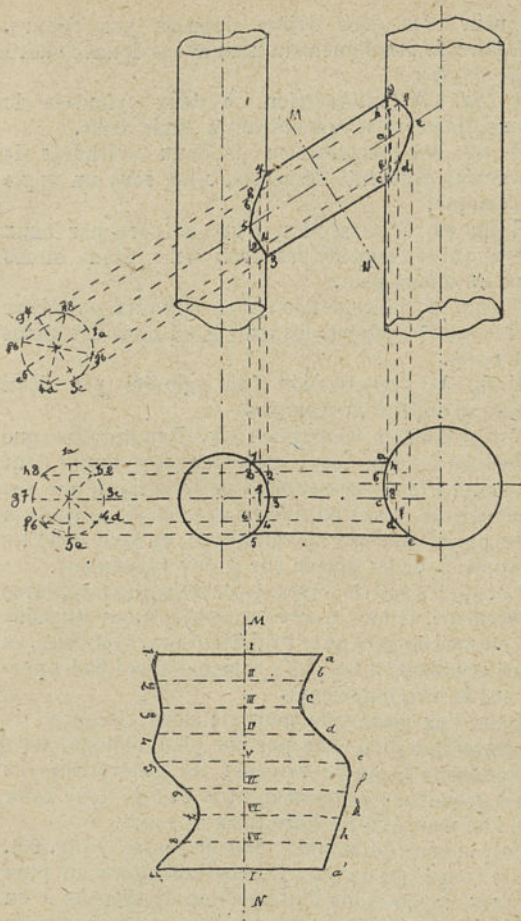


Fig. 91 E.

longueur des génératrices données par l'épure.

A titre de renseignement nous avons donné l'allure générale de :

A (fig. 87) l'intersection de deux cylindres de même diamètre se rencontrant à angle droit.

B (fig. 88) l'intersection de deux cylindres de diamètres différents se rencontrant sous un angle quelconque.

C (fig. 89) l'intersection d'un cylindre par deux autres qui le coupent, les trois axes étant situés dans un même plan.

D (fig. 90) l'intersection d'un cylindre par deux autres qui le coupent, les axes étant dans des plans différents.

E (fig. 91) l'intersection d'un cylindre par deux autres cylindres quelconques.

Ces problèmes sont généraux. Remarquons que dans tous les cas, nous avons placé le cylindre dont on cherche le développement de telle façon que ses génératrices soient parallèles au plan de projection et se projettent en vraie grandeur, on peut donc les mesurer pour les porter sur le développement.

Lorsqu'il s'agit de cônes, le problème se complique légèrement. Il faut tracer les génératrices du cône et comme celles-ci ne se projettent pas, sauf deux, en vraie grandeur, il faut les y ramener avant de les porter sur le développement.

Dans l'exemple que nous donnons ci-contre de l'intersection d'un cône par un plan oblique, nous indiquons la façon de ramener les génératrices en vraie grandeur; ce tracé étant la clef de tous ceux que l'on peut avoir à faire dans ce genre.

Soit le cône de sommet S et de centre O (fig. 92). Il est coupé par un plan P perpendiculaire au plan du tracé; cherchons l'intersection du cône pour en avoir le développement, nous ne connaissons la

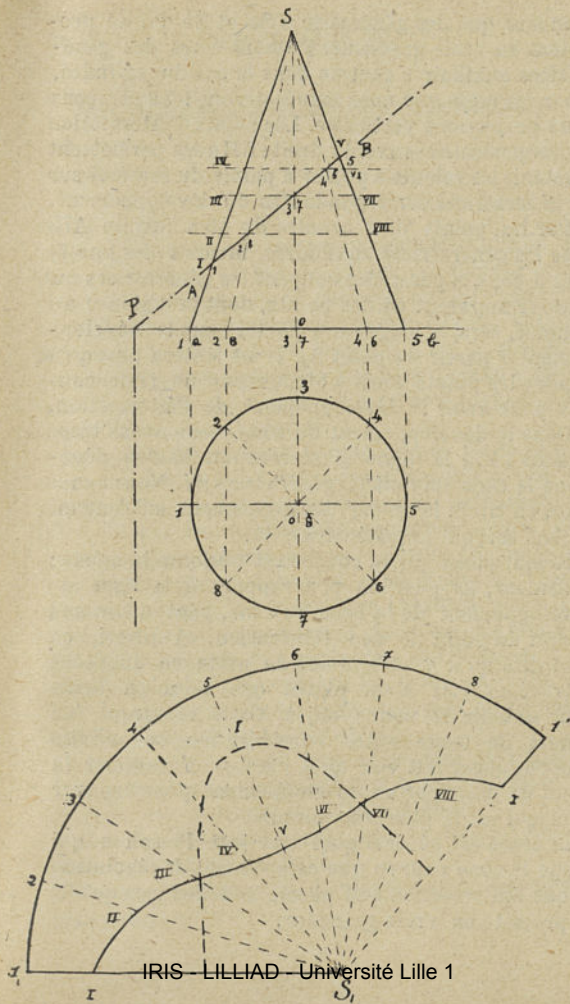


Fig. 92. — Section d'un cône par un plan oblique.

grandeur que des génératrices  $Sa$  et  $Sb$  qui se projettent en vraie grandeur. Prenons alors des génératrices auxiliaires comme dans le cas du cylindre, 8 par exemple que nous numérotions 1 à 8 ; traçons leurs projections verticales. Les points d'intersection de ces génératrices avec la droite  $AB$  nous permettent d'obtenir les valeurs à porter à partir du sommet sur les génératrices correspondantes du développement.

Par les points de rencontre du plan (droite  $AB$ ) avec les génératrices auxiliaires, menons des parallèles à  $ab$ , ces parallèles coupent les génératrices du contour apparent en des points, dont la distance au sommet, sera la longueur à porter sur le développement à partir du point  $S_1$ . Il ne restera plus qu'à joindre les points ainsi obtenus par un trait continu pour avoir le développement de l'intersection.

Dans le développement du cône, nous avons tracé en trait plein la ligne d'intersection si l'on développe le cône suivant la génératrice  $Sa$ . Nous avons tracé en tirets le même développement en fendant le cône suivant la génératrice  $Sb$ .

Remarquons que la courbe est toujours la même ; seulement, sa position par rapport à la ligne de développement de la base du cône, peut avoir son intérêt au point de vue fabrication. A priori, on peut dire qu'il y aura moins de perte en adoptant le tracé en trait plein plutôt que celui en tirets pour obtenir le même objet. Cette remarque (en dehors de toute autre considération de solidité d'assemblage) fait voir qu'il y a lieu d'examiner la façon de découper un développement pour trouver celui qui est le plus économique.

Ce tracé est général quel que soit le solide qui coupe le cône pourvu que celui-ci soit de révolution et que l'intersection soit placée de telle façon qu'elle se projette en vraie grandeur.



## CHAPITRE III

### MÉTAUX EMPLOYÉS EN CHAUDRONNERIE

---

Les métaux employés en chaudronnerie sont le cuivre, le laiton, le fer ou plutôt les tôles d'acier doux, l'aluminium; nous citerons encore, quoique leur emploi soit restreint, le plomb, le zinc, l'étain, le nickel, le maillechort, l'argent, l'or, le platine; ces derniers étant réservés pour les travaux d'ornement et pour les vaisseaux spéciaux servant à la droguerie et à la pharmacie.

Les premiers métaux travaillés par les hommes furent le cuivre natif et le bronze imparfait, puis le cuivre raffiné, le fer vint ensuite, il est actuellement détrôné par les aciers plus ou moins doux. Un dernier venu, l'aluminium, est en train de conquérir une grande place. L'argent était dans les temps anciens, comme du reste l'or, réservé pour les vaisseaux luxueux, il existe dans les musées de pièces de vaisselle fort anciennes qui joignent à la valeur du métal précieux qui les compose, celle de leur travail souvent curieux et le prix inestimable de leur antiquité et de leur rareté.

L'étain fut employé plus tard pour la vaisselle d'usage courant, maintenant, il a fait place aux céramiques, aux porcelaines, à l'aluminium.

Les procédés généraux de mise en œuvre sont les mêmes pour tous les métaux.

Tous les métaux ont, à divers degrés, les mêmes propriétés.

1° *La rigidité* qui leur permet de résister sans déformations aux efforts qu'ils subissent;

2° *L'élasticité* qui leur permet de se déformer temporairement sous l'action d'efforts et de reprendre leur forme primitive quand ces efforts n'agissent plus;

3° *La ténacité* qui leur permet de changer de forme avant de se briser;

4° *La ductilité* qui leur permet de subir des déformations, la ductilité varie avec la température, elle permet le façonnage des pièces;

5° *La malléabilité* qui leur permet de se déformer d'une façon définitive avant rupture;

6° *La plasticité* qui leur permet de se déformer sans se briser, mais qui permet peu de déformations élastiques;

Suivant sa plasticité un corps sera *consistant* ou *mou*.

7° *La dureté* qui leur permet de résister à des actions mécaniques; par exemple, l'usure au frottement, l'éclatement sous le choc, la résistance au forage; c'est la résistance de la matière à la pénétration d'un corps solide, elle est égale au frottement interne pendant la déformation;

8° *La porosité*. Tous les métaux ne sont pas des corps compacts, ils sont formés de molécules, de petites particules maintenues entre elles par d'autres plus petites.

On peut concevoir un métal comme un ouvrage de maçonnerie, les pierres sont les molécules du métal, les gros cristaux et le mortier qui les assemble est constitué par des molécules plus petites, de même métal, les agglomérant (fig. 92 bis).

Le métal n'étant pas homogène, on conçoit bien

que, comme une maçonnerie de moellons, il contienne des fissures infiniment petites qui constituent les pores du métal.

Ces fissures peuvent permettre parfois à certains liquides de s'échapper.

Une pièce de métal n'est donc pas un objet compact, c'est une réunion de cristaux qui sont juxtaposés les uns aux autres et réunis par une force interne qui dépend de la nature du métal. Pour dissocier ces molécules, il faut employer une force supérieure à cette force interne. Chaque métal a

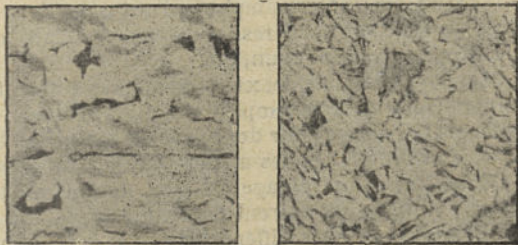


Fig. 92 bis. — Micrographie d'acier doux très grossie.

des caractéristiques propres d'élasticité, de rigidité, de dureté, etc., correspondant à sa nature et dépendant de cette force interne.

En outre, tous les métaux sont fusibles, c'est-à-dire que s'ils se présentent généralement à nous sous l'aspect d'une masse ayant une forme stable, on peut en les chauffant, chacun à une température déterminée, les faire changer d'état, les amener de l'état solide à l'état liquide, c'est-à-dire sans forme stable.

Un métal connu fond toujours à la même température, la *fusibilité* est donc encore une des propriétés de tous les métaux.

La température de fusion est très variable suivant la nature du métal.

Noter que la dureté physique d'un métal n'a aucun rapport avec sa difficulté de fusion.

Si des métaux *mous*, le plomb, l'étain, fondent facilement, il existe d'autres métaux mous qui se fondent plus difficilement, le cuivre, l'argent, l'or, le platine.

### Alliages

Il y a lieu, dès maintenant, de distinguer un métal simple d'un *alliage*.

Il existe des métaux simples qui ont une nature et des propriétés particulières constantes, ce sont le fer, le cuivre, le plomb, l'étain, etc.

Si on fond ensemble deux ou trois métaux différents, cuivre et étain par exemple, ces deux métaux se mélangent, s'allient pour donner un alliage qui a des propriétés différentes des métaux qui le composent.

Généralement un alliage est plus dur qu'un des métaux simples qui entrent dans sa composition et son point de fusion est différent de celui des métaux simples qui entrent dans l'alliage, toujours plus bas que celui qui est le moins fusible, quelquefois aussi plus bas que celui qui y est le plus. Les alliages sont généralement moins oxydables que les métaux simples qui les forment; suivant la proportion des métaux, les propriétés changent. Il y a donc dans le commerce une grande quantité d'alliages répondant aux besoins de métaux spéciaux à propriétés différentes. La métallurgie a créé autant d'alliages qu'il y a besoin de métaux différents. Parmi les plus courants, citons les bronzes, alliages de cuivre et d'étain, les laitons, alliages de cuivre et de zinc, cuivre et plomb, cuivre, plomb, étain, zinc, etc.

En chaudronnerie, à quelques variantes de travail

près, tous les métaux sont susceptibles d'être employés pour fabriquer un même objet. Seuls l'emploi, la durée et le prix de l'objet fabriqué permettent souvent de déterminer le métal qui doit le constituer, du moins pour les objets d'un usage courant. Un ustensile de cuisine, par exemple, peut être indifféremment en cuivre, en laiton, en fer, en aluminium, le prix du métal étant le plus grand facteur qui guide le choix.

### Généralités sur la nature et le travail des métaux employés en chaudronnerie.

Nous classerons les métaux employés en chaudronnerie en plusieurs catégories, non pas en tenant compte de leur valeur commerciale, de leur rareté ou de leur nature, mais en nous plaçant au point de vue de leur utilisation et de la fréquence de leur emploi par le chaudronnier.

1<sup>o</sup> *Métaux usuels* : Fer, acier, cuivre, laiton, aluminium;

2<sup>o</sup> *Métaux employés accessoirement et produits d'industrie* : étain, plomb, zinc, fer-blanc, tôles zinguées ou plombées;

3<sup>o</sup> *Métaux à usages spéciaux* : Maillechort, nickel;

4<sup>o</sup> *Métaux précieux employés rarement par le chaudronnier* : Argent, or, platine;

5<sup>o</sup> *Alliages pour soudures à basse température de fusion, alliages pour brasures.*

### L'écrouissage. — Le recuit.

Lorsqu'un métal est soumis à un travail de déformation, il *s'écrouit*.

Pour lui restituer les propriétés qu'il possédait primitivement, il faut le *recuire*.

Il est donc nécessaire que nous disions dès maintenant, en quoi consistent l'écrouissage et le recuit.

**L'écrouissage.** — En se plaçant au point de vue chaudronnerie, on peut dire que l'écrouissage est le résultat du travail de transformation subi par le métal sous l'effet des machines ou des coups de marteau.

Si l'on place une feuille de métal sur une enclume, ou sur un tas, et que l'on donne un coup de marteau sur un endroit où la plaque repose sur l'enclume, il ne faut pas croire qu'on a seulement fait du bruit. Il s'est produit dans la plaque un travail moléculaire qui est égal, déduction faite de la chaleur dégagée, à celui qu'elle a reçu en absorbant le choc de la masse qui constitue le marteau.

Ce travail reste dans le métal à l'état latent, à l'état de veille pour ainsi dire. En effet, les régions qui ont reçu le choc devraient, si elles étaient seules, s'être amincies d'abord, et agrandies ensuite comme conséquence. Les parties de la plaque situées à l'entour s'opposent à ce que la partie frappée s'agrandisse. Si la plaque est mince, la partie immédiatement voisine cédera à l'effort dans une certaine mesure qui ira en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point frappé; il en résulte que la surface de la plaque changera de forme, elle se creusera ou se gauchira suivant la position de l'emplacement frappé. Si la plaque est épaisse, la partie frappée sera amincie et le travail moléculaire absorbera l'allongement sans modification sensible de la surface non frappée. Il faudra plusieurs chocs pour la déformer de façon appréciable; il n'en résulte pas moins que le métal aura changé de caractéristiques car, à partir d'un certain nombre de coups frappés au même endroit, la plaque ne se déforme plus, elle est écrouie à cet endroit.

Que ce soit après façonnage, planage ou cintrage, le métal a perdu une grande partie de sa malléabilité lorsqu'il a été soumis à une de ces opérations qui l'ont écroui. Si le travail n'est pas effectué en une seule fois on conçoit qu'il soit indispensable de lui redonner sa malléabilité propre. Au contraire, lorsque le travail est terminé, l'écroissage est regardé comme avantageux dans la plupart des cas.

Pour les pièces en cuivre, laiton, etc., la dernière opération que l'ouvrier effectue (le planage) a précisément pour but, en plus du cachet de fini donné aux objets, de rendre le métal moins malléable afin d'éviter les déformations qui ne manqueraient pas de se produire à l'usage.

La même remarque s'applique aux pièces de tôlerie fine, capots, pointes, ailerons d'automobiles, etc.

Lorsqu'une pièce façonnée doit être rivée de manière à obtenir une ligne de couture étanche, il est bon de recuire au moins la partie qui doit former l'assemblage; en prenant cette précaution le métal se prête mieux à un serrage énergique des rivets.

Le métal constituant les récipients destinés à retenir des liquides ou des gaz sous pression ne doit pas être écroui; il vaut mieux, si l'on craint des surpressions importantes, lui laisser une certaine malléabilité de telle sorte qu'il puisse se déformer plutôt que se déchirer. Sans doute, les déformations ainsi produites seront permanentes, mais cela est préférable à une explosion.

En résumé, l'écroissage est un traitement mécanique produisant des déformations permanentes et ayant pour effet d'augmenter la limite d'élasticité, la raideur, la dureté et la fragilité d'un métal.

Le martelage, le pliage, le cisailage, le poinçonnage, produisent l'écroissage.

Au cours du travail de transformation de formes auquel il est soumis, il est donc nécessaire que le métal puisse recouvrer sa malléabilité, ce résultat est obtenu par le recuit.

**Le recuit.** — De ce qui précède, on comprend que « recuire » (en restant dans les limites du métier de chaudronnier) équivaut à restituer au métal la malléabilité qu'il possédait avant d'être soumis aux différentes opérations qui l'ont écroui.

Le recuit par l'élévation de température d'un métal a pour effet de réduire l'action de l'écrouissage. L'effet du recuit dépend de la température maxima, du mode de refroidissement.

Sans recommander d'abuser du recuit, nous disons qu'il vaut mieux recuire une pièce deux fois de trop qu'une fois de moins. Il arrive fréquemment qu'un ouvrier et surtout les apprentis, soit pour gagner du temps, soit par manque de compréhension de l'écrouissage et des transformations qu'il apporte aux qualités du métal, continuent à essayer de façonner leur pièce. Ce procédé est mauvais, d'abord parce que le métal arrivé à un certain degré d'écrouissage n'obéit plus au marteau, ensuite, du fait précisément de l'insistance mise à vouloir obtenir ce qui est impossible, le métal casse et la pièce est sinon perdue tout au moins sensiblement diminuée de valeur. Nous ne voulons pas dire que les cassures qui peuvent se produire dans le métal au cours du façonnage doivent être considérées comme résultant toujours d'une faute, mais il n'en reste pas moins qu'assez souvent ces accidents pourraient être évités s'ils ne proviennent pas d'un défaut du métal.

On se rendra compte qu'une pièce a besoin d'être recuite lorsque le métal au lieu d'obéir à l'effort (effort qui bien entendu doit être proportionné à la résistance et qui dépend de la nature du métal et de



son épaisseur) reprend ou à peu près sa position primitive.

Dans la chaudronnerie mécanique, avant la mise en route d'une fabrication, on détermine par des essais successifs le moment exact où le métal employé doit être recuit. L'ouvrier n'est donc pas soumis à l'appréciation de l'opportunité du recuit, s'il se produit des cassures ou autres accidents, tels que le repliage du métal sur lui-même, il ne peut être rendu responsable.

Dans le travail à la main, il en est tout autrement, seul, l'ouvrier qui travaille peut se rendre compte à quel moment il doit recuire sa pièce.

**Le fer.** — C'est un métal gris bleuté, ductile, malléable et très tenace, ayant peu d'odeur et un très léger goût. Il fond vers 1500 degrés et est bon conducteur de la chaleur. Il peut acquérir un beau poli brillant mais est attaqué par tous les acides et presque tous les liquides, l'air humide l'attaque, il se recouvre de rouille qui peut le détruire complètement avec le temps.

Le fer n'est pas vénénéux par lui-même, mais ses oxydes ne sont pas toujours inoffensifs.

Pour éviter l'oxydation du fer, on le recouvre d'étain ou de zinc, de nickel, de cuivre, en effet le vert de gris protège, *la rouille ronge et détruit.*

Le fer avons-nous dit a disparu à peu près du marché, il est remplacé par des aciers qui sont des métaux plus ductiles et plus élastiques, obtenus en y incorporant une certaine quantité de carbone et de métaux spéciaux. Les aciers se présentent sous forme : 1° de feuilles, planches ou tôles d'épaisseurs et de dimensions variables; 2° de barres, billes, blooms; 3° de profilés, etc.

Se rappeler que la densité du fer et de l'acier est d'environ 7,86; donc, une plaque de tôle de un mètre

carré pèsera 7 kg. 860 par millimètre d'épaisseur.

**Travail du fer.** — Comme nous venons de l'indiquer en donnant les caractéristiques principales du fer, il est rare maintenant que le chaudronnier travaille des tôles de fer proprement dit, ce ne serait d'ailleurs pas avantageux à tous points de vue.

On désigne sous le nom de *tôles d'acier doux* les feuilles de ce métal que l'on trouve dans le commerce en épaisseurs variant de 4/10 à 10 millimètres. Des tôles plus épaisses sont fréquemment employées en grosse chaudronnerie, mais il est difficile de donner une épaisseur limite, celle-ci variant avec le genre de travaux.

Jusqu'à 1<sup>mm</sup>,5 d'épaisseur, la tôle, dans le travail à la main, est le plus souvent façonnée à froid. Il est compréhensible, que dans une faible épaisseur, le métal, porté au rouge, n'a plus assez de rigidité pour permettre un façonnage convenable; les gauçissements et les déformations qui se produiraient forcément par les manipulations sur le feu et sous l'action des tenailles, feraient que l'avantage résultant de la malléabilité plus grande du métal deviendrait un inconvénient. De plus, le métal ne conserverait une température convenable que pendant un temps si court, que la fréquence des chaudes, nécessaires pour la mise en forme, finiraient par le détériorer, cela sans tenir compte des contractions du métal provoquées par les refroidissements locaux de la pièce. Tous les chaudronniers ont remarqué que des chaudes trop fréquentes amincissent le métal et le rendent cassant. On dit que le métal est « aigri ».

Pour les objets de petites dimensions, la plupart des inconvénients ci-dessus disparaissent; nous recommandons même le travail à chaud dans certains cas, pour relever un angle d'équerre ou rabattre un bord dans un arrondi de faible rayon par exemple.

De même, lorsque la pièce à confectionner ne doit être travaillée d'une façon sérieuse que sur une petite partie, il est avantageux d'effectuer ce travail à chaud, surtout si l'on dispose d'un chalumeau.

L'appréciation du choix de la méthode à employer est du ressort de l'ouvrier ou des personnes qualifiées, donner des règles fixes est impossible.

Souvent on ébauche les pièces à chaud pour les terminer à froid, nous conseillons de bien recuire la pièce avant de passer d'une méthode à l'autre. Nous avons remarqué qu'une pièce en tôle d'acier doux travaillée à chaud casse presque toujours si, sans avoir eu la précaution de la recuire convenablement et en entier, on veut lui faire subir, refroidie, un façonnage même de peu d'importance. Les tensions locales pouvant avoir une valeur énorme, un léger choc suffit à amener la rupture.

Une méthode que nous recommandons et qui s'applique à tous les métaux consiste, lorsque le métal n'a pas une épaisseur supérieure à 5 millimètres, et qu'il doit subir un façonnage assez important intéressant les bords à limer ceux-ci en arrondi en tirant en long les traits de lime; cette façon de procéder évitera bien des déboires aux apprentis et jeunes ouvriers en diminuant, dans une notable proportion, les inconvénients des cassures sur le bord des pièces.

Dans le travail à froid il faut, après chaque opération, recuire la pièce dans toutes ses parties.

Les pièces en tôle d'acier doux doivent être portées au *rouge cerise* sur un feu de forge alimenté, soit par du charbon, soit par du coke ou, ce qui est mieux, par un mélange de ces deux combustibles. Il faut veiller à ce que les pièces refroidissent lentement, éviter de les placer dans un courant d'air, à plus forte raison il ne faut pas les mouiller.

Dans les ateliers bien agencés les pièces sont recuites dans des fours spéciaux et mises à refroidir dans du sable cuit, exempt de toute humidité. Il y a une vingtaine d'années on recuisait les pièces en tôle de fer sur des feux de bois; malgré cette précaution, la nature du métal ne permettait guère de réussir des objets dont la mise en forme réclamait plus de cinq ou six chaudes. Ce procédé de recuit peut être encore employé avantageusement lorsque le métal à travailler est de qualité inférieure, ou si la forme à donner réclame un grand nombre de chaudes.

**Le cuivre.** — Le cuivre est un métal rouge brun, très malléable et ductile, ayant une odeur particulière et laissant dans la bouche une saveur âcre.

Il est susceptible d'acquies un beau poli brillant; il fond vers 1150 degrés et brûle avec une flamme verte. *C'est un poison*, il est attaqué par tous les acides, tous les liquides. A l'air, il se recouvre d'une couche d'oxyde vénéneux (vert-de-gris).

Très bon conducteur de la chaleur, son emploi est très généralisé, sa ductilité permettant facilement sa mise en forme pour des travaux de toute nature.

On le soustrait à l'action oxydante des corps qui l'attaquent en le recouvrant d'une mince couche d'étain (étamage), de nickel, d'argent (galvanoplastie). Pour les objets auxquels un poli durable n'est pas nécessaire, il est inutile d'essayer de combattre l'oxydation du cuivre, à condition toutefois que l'objet ne soit exposé qu'à l'air. En effet, une fois la surface de l'objet oxydée et recouverte de vert-de-gris, l'expérience prouve que la couche d'oxyde n'attaque pas profondément le métal et même qu'elle forme un enduit protecteur qui arrête toute nouvelle usure.

Ainsi des anneaux en cuivre, scellés dans des édifices très anciens, ont pris la patine verte et n'ont

perdu en rien de leur résistance quoique étant plusieurs fois centenaires.

Se rappeler qu'il est dangereux de travailler le cuivre sans s'astreindre à une grande propreté corporelle; éviter de respirer les poussières de cuivre à l'état de limaille ou d'oxyde.

On trouve le cuivre dans le commerce, soit à l'état pur, soit à l'état imparfait, il contient alors généralement du soufre et du fer et prend le nom de *cuivre rosette*. Sous forme de cuivre rosette, il est surtout employé en tréfilerie pour obtenir des fils de cuivre susceptibles d'acquérir un beau poli et d'avoir une rigidité un peu plus grande que le cuivre pur, il est aussi un peu plus cassant.

*Le cuivre raffiné* est de deux qualités qui peuvent être équivalentes et qui ne diffèrent que par leur procédé de fabrication.

1° Le cuivre pur par affinage, c'est-à-dire par le traitement au feu du minerai fondu.

2° Le cuivre pur électrolytique, obtenu en traitant le cuivre brut de première fusion par un procédé électrique, l'électrolyse.

Ces deux procédés avons-nous dit permettent d'obtenir le métal pur.

Le cuivre raffiné se présente en chaudronnerie sous forme de bandes ou de planches d'épaisseurs et de dimensions variables, de barres, de tuyaux. Les planches et les barres sont obtenues par laminage. Les tuyaux sont tirés de lingots par un procédé combinant le laminage et l'étirage. Nous parlons ici des tuyaux sans soudure, car tous les tuyaux soudés rentrent dans l'industrie du cuivre en planches travaillé par le chaudronnier.

Se rappeler que la densité du cuivre est 8,92. Une plaque de cuivre pèsera donc 8 kg. 920 au mètre carré par millimètre d'épaisseur.

**Travail du cuivre.** — Le cuivre est beaucoup plus malléable que le fer, son façonnage est donc plus aisé ; par plus aisé, nous voulons dire que le cuivre se prête plus facilement au travail de chaudronnerie. Etant plus mou, les coups de marteau ou l'empreinte des outils sur lesquels il a été travaillé le marquent plus profondément ; il faut donc apporter une grande attention pour éviter cet inconvénient. Une pièce façonnée, portant les empreintes régulières des coups de marteau n'est pas diminuée de valeur, au contraire ; mais si pour faire disparaître certains coups malheureux, il faut procéder à un planage excessif, le métal est inévitablement aminci à ces endroits et sa résistance diminuée.

Quelques précautions que l'on prenne, il est impossible d'empêcher les pièces façonnées de se déformer au planage. Lorsque le façonnage est prêt d'être terminé, l'ouvrier doit avoir soin, non seulement de ne plus marquer le métal, mais aussi de faire disparaître la trace des coups qui existent. En opérant de cette manière, la pièce se trouve mise en forme un peu moins rapidement, mais cette perte de temps est largement compensée par la facilité et la moindre durée du planage proprement dit.

Nous avons déjà recommandé d'éviter de pointer trop fortement les lignes qui limitent les formes, ainsi que marquer profondément les traits du tracé, nous insistons encore sur ces détails. Rien ne donne une aussi mauvaise impression que la vue de points irréguliers, toujours allongés dans le sens du pliage, sur une pièce finie ; de plus la résistance du métal en est amoindrie, il arrive parfois que des cassures soient provoquées par des coups de pointeau trop profonds ou trop rapprochés. Pour que les lignes du traçage provoquent des accidents de cette sorte, il faudrait évidemment qu'elles aient été faites d'une manière

tellement absurde que nous n'insistons pas, mais, pour les pièces dont la mise en forme ne réclame pas un long martelage, l'usage du maillet étant suffisant, il faut nécessairement faire disparaître ces traits au marteau, ce qui occasionne une perte de temps et un travail fastidieux qu'il est facile d'éviter.

Le cuivre se travaille très bien à chaud; pour des motifs identiques à ceux que nous avons indiqués pour les tôles minces il n'est pas avantageux, dans la généralité des cas, de travailler à chaud, du cuivre de moins de 2<sup>mm</sup>,5 à 3<sup>mm</sup>,5 d'épaisseur. Éviter de frapper fortement sur le métal lorsqu'il est rouge et que le coup porte; en plus d'un amincissement assez sensible, l'empreinte de ces coups est longue à faire disparaître.

Le cuivre doit être recuit avec plus de précautions que le fer ou l'acier doux. Il est inutile de le porter à une température plus élevée que celle indiquée par le rouge sombre. Éviter de recuire le cuivre sur des foyers brûlant du charbon de forge, les feux de coke ou de charbon de bois sont préférables. Si l'on craint de rayer le cuivre ou de déformer les pièces, le mieux est de les recuire au chalumeau à gaz de houille appelé aussi gaz de ville.

La pièce étant portée au rouge, on peut la refroidir, la mouiller immédiatement, soit dans l'eau douce, soit dans l'eau salée, cette dernière ayant la propriété de nettoyer le cuivre.

Lorsque le façonnage est terminé, on recuit la pièce et on la refroidit dans un bain composé de cinq à six parties d'eau pour une d'acide sulfurique (vitriol). Les propriétés de cet acide expliquent la raison de cette façon de procéder.

Il est bon de sécher la pièce avant de la travailler, (en la posant quelques instants sur le feu) sans quoi l'intérieur des mains prendrait rapidement une teinte

verte, malpropre et dangereuse pour la santé.

**Le laiton.** — Le laiton est un dérivé du cuivre, il est *jaune*, il possède une odeur et une saveur analogues à celle du cuivre. Il est très malleable et très ductile, mais il est plus cassant que le cuivre car il est plus rigide et plus dur.

Il peut très facilement acquérir un poli brillant. Il est bon conducteur de la chaleur quoique à un degré moindre que le cuivre.

Il est composé généralement de 65 p. 100 de cuivre et 34 p. 100 de zinc avec une très faible proportion 1 p. 100 de plomb et d'étain.

Comme le cuivre, le laiton est très oxydable, il se recouvre également de vert-de-gris; on l'étame ou l'argente souvent.

La densité du laiton ordinaire est de 8,4, donc une plaque de un mètre carré pèsera 8kg. 400 par millimètre d'épaisseur.

Noter que la densité des laitons varie avec leur composition.

**Travail du laiton.** — Le laiton ne se travaille pas à chaud. (Nous parlons du laiton composé de cuivre et de zinc dans les proportions que nous venons d'indiquer, le seul d'ailleurs que l'on trouve couramment dans le commerce). Les raisons que nous donnons ci-dessous des précautions indispensables qu'il faut prendre pour le recuire, indiquent suffisamment que le travail à chaud du laiton est impossible.

Une bonne méthode consiste à travailler le laiton mouillé, autrement dit en ne faisant pas sécher la pièce après l'avoir refroidie dans l'eau; l'efficacité de ce procédé est parfois mise en doute, pour nous, il a l'avantage de diminuer notablement les empreintes des coups de marteau et d'augmenter la souplesse du métal; ce sont deux constatations que nous fai-



sons depuis plus de vingt ans. Les mains de l'ouvrier travaillant du laiton mouillé d'eau ne sont pas souillées de vert-de-gris comme ce serait le cas si l'on travaillait du cuivre dans les mêmes conditions.

Lorsqu'une pièce en laiton est écrouie au marteau, ne jamais la recuire sans détendre le métal, opération qui consiste à frapper assez fortement, avec un maillet, sur toutes les parties qui ont reçu des coups de marteau; étant bien entendu que l'on doit faire porter sur les outils, les parties frappées avec le maillet. La détente a pour but de régulariser la surface travaillée, de faire disparaître les petites bosses et, par suite, d'égaliser l'écrouissage, évitant ainsi des tensions locales pouvant provoquer les cassures.

Ajoutons que les indications générales données pour le travail du cuivre s'appliquent au laiton comme, d'ailleurs, à tous les métaux.

Le laiton est le métal qui réclame le plus de précautions au moment du recuit. Cet alliage, composé de cuivre et de zinc, n'a aucune ténacité lorsqu'il est chaud. Il faut éviter de laisser reposer le laiton sur le feu; nous avons été témoins, et aussi les auteurs, de bien des accidents presque irréparables, causés par l'oubli de cette précaution; de même doit-on apporter une grande attention pour le saisir avec les tenailles, veiller à ne pas employer d'outils trop froids ou susceptibles de serrer la pièce en porte à faux.

A part pour le brasage, où il faut chauffer jusqu'à ce que la brasure soit fondue, il est mauvais de dépasser la température indiquée par le *rouge sombre*; il est inutile de chauffer davantage, car on risque d'occasionner des avaries pouvant détruire la pièce, en partie tout au moins. Au début du recuit, avoir soin de soumettre la pièce, dans toute son étendue, à une chaleur progressive.

Nous déconseillons de mouiller le laiton lorsqu'il est rouge, il est préférable d'attendre qu'il soit passé au noir, à partir de ce moment un refroidissement total et brusque ne risque plus d'altérer la nature du métal.

Ce que nous avons dit pour le cuivre au sujet du choix du combustible servant à alimenter les feux, s'applique plus rigoureusement au laiton; c'est surtout pour recuire ce métal que l'emploi du chalumeau est indiqué, il est pour ainsi dire indispensable lorsque les pièces à recuire sont quelque peu volumineuses et de faible épaisseur, cet appareil permettant seul de chauffer la pièce dans son ensemble. Ajoutons, bien que cela soit presque inutile, que plus l'épaisseur du métal est faible, plus les précautions à prendre doivent être rigoureusement observées.

Malgré ses inconvénients le laiton est très agréable à travailler. A notre avis son façonnage est plus aisé que celui de la tôle ou du cuivre; on arrive plus facilement à une mise en forme et à un calibrage rigoureux. Les pièces en laiton, brasées, supportent mieux un façonnage important que les pièces en cuivre; les brasures faites en vue de réparer les accidents occasionnés par des cassures sont moins apparentes.

**L'aluminium.** — L'aluminium est un métal blanc bleuâtre, qui se caractérise par une densité très faible.

Il est inodore et n'a aucun goût, conduit parfaitement la chaleur. Très malléable et très ductile, plutôt mou, susceptible d'un beau polissage, mais grasse et encrasse les outils.

Il fond vers 650 degrés; s'allie difficilement, sans précautions spéciales, à d'autres métaux.

L'aluminium pur a une densité de 2,6; l'aluminium

du commerce 2,7. Une plaque d'aluminium de un mètre carré de surface pèsera donc 2 kg. 700 par millimètre d'épaisseur. Dans l'industrie métallurgique, l'aluminium s'allie avec différents métaux. On trouve dans le commerce des alliages d'aluminium et de métaux spéciaux, magnésium, manganèse, cuivre, etc., pratiquement inoxydables et ayant des caractéristiques analogues à celles de l'acier. Malheureusement ces métaux, ne pouvant se recuire, sont instables et ne se prêtent à aucun travail manuel. Ils portent le nom de duralumin, duraluminium, magnolium et s'emploient sans aucun chauffage. On s'en sert pour des travaux de chaudronnerie mécanique et en aviation pour des objets spécialement chargés (capots de radiateurs, couvercles, etc).

**Travail de l'aluminium.** — L'aluminium se travaillant très bien commence à être employé d'une manière intense mais on ne le travaille guère qu'en usine où on effectue du travail en série. Il est utilisé dans l'industrie de la chaudronnerie où sa grande ductilité, son aspect agréable, sa grande conductibilité lui ont fait obtenir une place importante. Son prix même en fait un concurrent redoutable pour le cuivre, le même objet est moins cher en aluminium qu'en cuivre.

A ces qualités, il s'en ajoute une autre, quoique l'aluminium pur soit attaqué par l'air et les acides, l'aluminium du commerce qui contient du fer, du silicium et d'autres métaux à l'état de traces est pratiquement inoxydable. De plus ses oxydes ne sont pas très nocifs et il est très facile à maintenir propre. On conçoit donc que les ustensiles d'aluminium aient une grande faveur et qu'ils tentent de détrôner les ustensiles en cuivre, plus durables certes, mais difficiles à entretenir et quelquefois dangereux.

Avec l'aluminium, plus d'étamage, un simple nettoyage suffit et le vaisseau est toujours propre.

L'ouvrier exécutant une pièce isolée au marteau la recuira au chalumeau ou sur un feu clair avec les mêmes précautions que pour le laiton; il reconnaîtra qu'elle est assez chau le lorsqu'une baguette de soudure d'étain fond dessus. Ne pas craindre que l'étain s'y attache, il n'y a aucun danger de soudure. La pièce étant assez chaude, on peut soit la laisser refroidir, soit la mouiller violemment à l'eau froide; les deux procédés se valent.

Ne pas songer à souder l'aluminium, il ne s'allie qu'avec des alliages et par des procédés spéciaux.

Dans les usines où l'on travaille l'aluminium pur, ce qui est la minorité, ou les alliages spéciaux d'aluminium, on se sert, pour recuire, de bains chauffés à une température constante car le liquide qu'ils contiennent permet d'avoir la température de recuit reconnue la meilleure après des essais minutieux.

Citons à titre d'exemple la composition du bain qui sert à recuire le duralumin à une température comprise entre 400 et 420° C. C'est une dissolution d'azotate de potasse et d'azotate de soude chauffée extérieurement dans un bain en acier. Nous n'entrerons pas dans la description du traitement complet de cet alliage, disons seulement, qu'après travail, il doit être recuit à nouveau à 320 degrés environ, puis trempé à l'eau froide et que ses qualités de résistance ne se manifestent complètement que plusieurs jours après le traitement qu'il a subi.

Il existe un grand nombre d'alliages d'aluminium, ils se travaillent tous dans des usines spéciales par des procédés jalousement tenus secrets. Il importe de savoir que leur mode de travail est, aux températures près, le même que celui du duralumin.

**L'Étain.** — L'étain est un métal blanc légèrement jaunâtre, très malléable, peu tenace, c'est un métal mou qui graisse et encrasse les outils. Il ne s'altère pas à l'air mais tous les acides l'attaquent et les oxydes qu'ils forment avec lui sont nuisibles quoique peu dangereux.

Il fond vers 230 degrés, c'est-à-dire qu'il est très fusible. Il a la propriété de s'allier avec un grand nombre de métaux, plomb, zinc, bismuth, antimoine, cuivre, fer, etc., aussi dans le commerce est-il rarement pur.

Sa divisibilité est utilisée dans l'étamage qui consiste à recouvrir une pièce soit électrolytiquement, soit à chaud, d'une mince couche d'étain. L'opération à chaud peut se faire aussi bien avec de l'étain pur ou fin, qu'avec de l'alliage ou de l'étain impur.

Le chaudronnier consciencieux devra donc se rendre compte du degré de pureté du métal qu'il emploie lorsqu'il étame une pièce devant servir aux usages domestiques.

L'étain se trouve dans le commerce en saumons, baguettes, tuyaux, etc., Lorsqu'il est employé massif, il faut remarquer que l'oxyde qui se forme sur les pièces protège la surface attaquée.

Pour reconnaître à priori l'étain fin, on prend une baguette nouvellement fondue et on la ploie violemment en l'approchant de l'oreille, on entend alors un bruit, sorte de craquement qui s'appelle cri de l'étain et qui ne se produit pas lorsque le métal est trop additionné de métaux étrangers; de plus, l'étain fin ne laisse pas de trace lorsqu'on le frotte sur une feuille de papier.

L'étain a une densité de 7,3.

**Travail de l'étain.** — L'étain se travaille surtout en chaudronnerie mécanique; là encore on emploie

des bains de composition variée pour le recuire quand il y a lieu.

Souvent la pièce est dégrossie de forme par coulée, le travail de façonnage n'étant qu'un simple finissage.

Cependant dans le cas où on le travaille à la main, l'étain se recuire dans de l'eau de savon bouillante et on laissera refroidir. Disons de suite que ce procédé donne de médiocres résultats et que la fusibilité de l'étain est précieuse dans beaucoup de cas pour réparer, par soudure, les pièces qui cassent.

L'étain travaillé de cette façon est rarement pur, c'est presque toujours un alliage nécessitant une étude de mise en train et un traitement spécial.

**Le plomb.** — Le plomb est un métal mou, très lourd, gris bleuâtre, la cassure fraîche est brillante; très malléable, il n'est ni ductile ni tenace, graisse les outils. C'est un poison dangereux.

Il fond vers 330 degrés.

Tous les acides attaquent le plomb et forment des oxydes vénéneux très toxiques.

Il ne faut donc pas employer le plomb pour les usages domestiques, ni l'allier à d'autres métaux en grandes proportions.

L'air l'attaque mais donne un composé qui protège le reste.

L'eau de pluie et l'eau distillée attaquent le plomb et donnent un composé soluble qui se dissout dans l'eau et est toxique. Généralement l'eau de source donne un composé insoluble qui, quoique nocif, n'est pas dangereux car il protège la masse et ne souille pas l'eau.

Se rappeler que le plomb est un poison, quand on le travaille, prendre toutes les précautions de précaution usuelles.

Les empoisonnements par le plomb ou ses dérivés

ne sont pas généralement guérissables et laissent dans l'organisme des traces incurables.

On trouve le plomb dans le commerce sous forme de saumons, lingots, feuilles, tuyaux, etc., sa densité est 11,4; une feuille de plomb de un mètre carré de surface pèse donc 11 kg.400 par millimètre d'épaisseur.

Le plomb s'allie avec beaucoup de métaux. Il tache le papier quand on l'en frotte.

Le plomb a peu d'usages en chaudronnerie proprement dite.

**Le zinc.** — Le zinc est un métal blanc bleuâtre, cristallin et cassant, malléable quand on le chauffe légèrement (100 degrés à 130 degrés); il est mou, graisse les outils, s'oxyde à l'air en donnant un composé insoluble et compact qui empêche le reste d'être attaqué.

Les acides l'attaquent énergiquement et donnent des sels vénéneux.

Le zinc fond vers 410 degrés et se volatilise si on le chauffe jusqu'à 1 000 en se transformant en flocons blancs. Il brûle avec une flamme vert laiteux.

Le zinc s'allie au plomb, à l'étain, au cuivre, etc.

On l'utilise pour recouvrir les métaux oxydables afin de les protéger (zingage).

Ses sels, quoique vénéneux, ne sont pas dangereux à petite dose, aussi l'utilise-t-on pour certains ustensiles de ménage. Son grand emploi est dans les travaux dits de *Zinguerie*, couvertures, revêtements, gouttières.

La densité du zinc est de 7,15; une feuille de zinc de un mètre carré de surface pèse donc 7 kg.150 par millimètre d'épaisseur.

Bien que ce métal ne soit pas, à proprement parler, un métal de chaudronnerie, il peut arriver que pour des usages spéciaux, on soit conduit à le travailler.

Disons de suite que ce métal se travaille mal à la main car il est très cassant; il sera plutôt employé en chaudronnerie mécanique (repoussage, estampage).

Il faut appliquer pour son travail la méthode usitée pour le laiton aigre. Il s'aigrit et s'érouit très vite à la frappe.

Il se recuit généralement sur un feu clair ou au chalumeau; on reconnaît qu'il est suffisamment chauffé lorsqu'il se ternit et commence à prendre une teinte gris jaunâtre.

Éviter de le saisir brusquement car il casse et le laisser refroidir à l'abri des courants d'air.

En hiver, il est bon de réchauffer le métal avant de le travailler.

**Le fer-blanc.** — Le fer-blanc qui est, en somme, une tôle mince étamée est impropre à subir un façonnage quelque peu important. Le degré de chaleur nécessaire au recuit de la tôle détruirait précisément ce qui caractérise le fer-blanc, c'est-à-dire la mince couche d'étain qui recouvre la tôle.

Il est possible cependant, en se servant d'un maillet de préférence, de l'emboutir et le restreindre légèrement, rabattre un bord de faible hauteur, le border, l'agrafer, etc. Le fer-blanc se soude facilement à l'étain; il ne se brase pas pour le motif indiqué au sujet du recuit.

**Tôles zinguées ou plombées.** — Comme l'appellation qui sert à les désigner l'indique, les tôles zinguées ou plombées sont des feuilles de tôle recouvertes d'une couche de zinc ou de plomb. Ces dernières sont rares dans le commerce, étant réservées à des usages spéciaux.

Ces tôles sont généralement très malléables et il est possible d'obtenir, sans recuit, des déformations relativement importantes; néanmoins considérées



au point de vue chaudronnerie, ces tôles sont classées avec le fer-blanc puisque, comme ce dernier, elles ne peuvent être recuites.

Même lorsque le genre de travail auquel est soumis le métal permet d'usiner les objets sans les recuire, il est toujours préférable de procéder au zinguage ou au plombage après fabrication; de cette façon, la couche de métal protecteur ne risque pas d'être endommagée et les coupes sont également recouvertes, de plus cette opération venant la dernière concourt pour beaucoup à l'étanchéité des récipients.

Le travail des objets zingués ou plombés, après usinage, rentre donc dans les limites de la chaudronnerie proprement dite.

**Le maillechort.** — Le maillechort est un alliage composé de cuivre, de zinc et de nickel. La quantité respective des différents métaux qui constituent cet alliage varie avec l'usage auquel on le destine, il est donc impossible d'indiquer une composition exacte. Certains maillechorts ressemblent, à s'y méprendre, à de l'argent à faible titre; pour les reconnaître, on dépose sur le métal une goutte d'acide azotique qui se colore: en vert si c'est du maillechort, en noir si c'est de l'argent.

Le maillechort est presque inaltérable à l'air, il peut être considéré comme laiton par le chaudronnier, il se travaille du reste de la même manière; tout ce qui est vrai pour le laiton s'applique au maillechort; son emploi est rare dans le travail à la main.

Remarquons cependant que cet alliage à un point de fusion plus élevé que le laiton, il est par conséquent moins délicat au feu.

Le maillechort est mis en couleur en le trempant dans un mélange composé de 100 parties d'eau et 14 d'acide sulfurique.

**Le nickel.** — Le nickel est un métal dur, blanc, brillant, susceptible d'un beau poli, sans odeur ni saveur, malléable mais peu ductile, s'allongeant peu. Inoxydable à l'air, mais attaqué par beaucoup d'acides.

Le nickel fond vers 1450 degrés, sa densité est de 8,90. Il est surtout employé pour recouvrir les objets d'une couche brillante (nickelage) plus durable que l'étamage et l'argenture.

On le rencontre rarement à l'état massif et, toujours, il est à l'état d'alliage dans le commerce.

Il s'allie au cuivre, au fer, etc.

Le chaudronnier doit savoir que le nickel se brase à la soudure de cuivre et d'argent et se soude, à l'étain. Il est dur à travailler; nous conseillons pour le mettre en œuvre, d'appliquer la méthode de travail du laiton.

Le nickel peut se recuire comme le fer, mais il est préférable de prendre les mêmes précautions que pour le cuivre dans le but de ne pas le rayer.

Nous conseillons de ne pas le mouiller étant rouge; bien que ce métal ne durcisse pas à la trempe, des contractions trop brusques risqueraient de nuire à la réussite des objets chaudronnés.

**L'argent.** — L'argent est un métal blanc, très brillant, ductile et malléable, sans odeur et sans goût, très bon conducteur de la chaleur, inoxydable à l'air, l'acide azotique et l'acide sulfhydrique seuls l'attaquent.

L'argent fond vers 1000 degrés, sa densité est de 10,55. Il s'allie facilement à l'étain, au plomb, au cuivre, à l'or, etc. Il est très employé en bijouterie et en orfèvrerie, tous les objets, bijoux, ustensiles, monnaies d'argent, sont en alliage d'argent et de cuivre.

L'argent se travaille comme le cuivre; pour le recuire, veiller à ne pas dépasser la température

indiquée par le rouge sombre, se rappeler que la température de fusion de l'argent est voisine de celle des très bons laitons.

L'argent se soude à l'étain et se brase avec une brasure spéciale dite « soudure d'argent », on le met en couleur en le trempant, après recuit, dans un mélange composé de 5 à 6 parties d'eau pour une d'acide sulfurique, il y a intérêt à chauffer le mélange au moment de l'opération.

**L'or.** — L'or est un métal jaune, brillant, sans odeur et sans goût, assez mou, se polissant très bien; le plus malléable et le plus ductile de tous les métaux, inoxydable à l'air et inattaquable par tous les acides employés seuls, il n'est attaqué que par un mélange d'acide chlorhydrique, 3 parties et demie et 1 partie d'acide azotique, appelé « eau régale ».

Il est bon conducteur de la chaleur.

L'or fond vers 1063 degrés, sa densité est de 19,34.

L'or a été longtemps, par son prix, le roi des métaux, car il était le métal le plus durable et le plus beau, d'où ses usages en bijouterie, orfèvrerie, monnaies, etc.

Sa grande malléabilité permet de le battre en feuilles excessivement minces (jusqu'à 1/10000 de millimètre) qui servent à la dorure, il peut s'étirer en fils très fins employés en passementerie.

L'or s'allie facilement au cuivre, à l'argent, etc.

Dans le commerce, l'or est toujours impur, généralement il est allié au cuivre, ce qui augmente la dureté et la ténacité du métal et diminue sa densité.

Le chaudronnier doit savoir que l'or se travaille comme le cuivre, prendre toutes précautions utiles en le recuisant afin de ne pas le rayer. Il se brase avec une brasure spéciale dite « soudure d'or », on peut également le braser avec les soudures de cuivre et d'argent.

Il est très mauvais d'employer l'étain pour souder l'or, ce mode d'assemblage est peu solide et a le grave inconvénient de détériorer le métal.

Ne pas mettre de mercure en contact avec l'or, ce métal formant un amalgame qui altère la matière et rend les objets en or très cassants. Pour les débarrasser du mercure qui les recouvre, il n'y a qu'un moyen simple, c'est de les porter au rouge clair et de les polir après refroidissement.

**Le platine.** — Le platine est un métal blanc grisâtre, mou comme le plomb dont il a l'aspect, il est très malléable et très ductile, sans odeur et sans goût, il est inoxydable à l'air et par les acides ni à froid ni à chaud, aussi est-il employé dans les laboratoires, d'autant plus que son point de fusion très élevé : 1765 degrés permet de le porter à de très hautes températures.

C'est le plus lourd de tous les métaux usuels, sa densité : 21, 5, n'est dépassée que par celle de l'iridium : 22,42, qui est un métal rare.

Le platine n'est attaqué que par l'eau régale.

On en fabrique des bijoux qui, s'ils ne sont pas très beaux, sont plus chers que l'or que le platine a détourné; on en fabrique aussi des creusets de laboratoire, des cornues, des alambics à acides, etc.

Le platine se soude au cuivre, à l'argent, à l'or et se travaille comme le cuivre. Le phosphore, l'arsenic, le plomb déterminent sa fusion facile, l'action combinée de la silice et du charbon produisent le même effet.

Des alliages composés : 3 parties de platine et 13 parties de cuivre ou bien : 2 parties de platine, 1 d'argent, 2 de laiton, 1 de nickel et 5 de cuivre donnent des métaux inaltérables, se travaillant bien et ayant l'aspect de l'or.

## CHAPITRE IV

### LES SOUDURES

---

Une soudure est un alliage de deux ou plusieurs métaux, qui est composé pour assembler par fusion deux pièces de métal moins fusible que lui.

Par exemp'e, pour souder deux pièces de cuivre, on fondra dans leur assemblage un alliage de cuivre et de zinc qui fera corps avec les deux pièces à réunir.

Il existe une infinité de soudures, chaque fabricant ayant son procédé de fabrication et son mélange de métaux. Ces particularités étant généralement des résultats d'expériences et peu de laboratoire.

Il existe des soudures à base d'étain qui servent à souder le fer-blanc, le plomb, le zinc, le laiton, le cuivre, etc.

Des soudures à base de cuivre qui servent à souder le laiton, le maillechort, le cuivre, le nickel, le fer, etc.

Des soudures à base d'argent.

Des soudures à base d'or.

Voici la composition de quelques soudures :

#### Soudures dites à l'étain.

1° La soudure de ferblantier qui contient (en poids) :  
67 parties d'étain et 33 de plomb ;

2° La soudure de plombier qui contient (en poids) :  
34 parties d'étain et 66 de plomb ;

3° La soudure de zingueur qui contient (en poids) :  
40 parties d'étain et 60 de plomb ;

ADAM et VENTRILLON. — *Manuel du Chaudronnier.* 8

4° La soudure d'étain demi-fine qui contient (en poids) : 45 parties d'étain et 55 de plomb.

5° La soudure d'étain fine qui contient (en poids) : 55 parties d'étain et 45 de plomb.

### Brasures.

Les soudures au cuivre dites *brasures* ont la composition suivante :

BRASURES	CUIVRE	ZINC	ÉTAIN
Fer sur fer.....	90 p. 100	10 p. 100	»
Fer sur cuivre....	56 —	30 —	14 p. 100
Cuivre sur cuivre..	50 —	50 —	soudure forte
Laiton sur laiton...	45 —	55 —	soudure tendre

Pour les pièces de chaudronnerie, travaillant beaucoup, on se sert de soudures spéciales plus résistantes mais plus difficiles à employer, ce sont :

1° La *brasure spéciale forte* qui sert à souder le *cuivre*; elle contient : 54 p. 100 de cuivre et 46 p. 100 de zinc ;

2° La *brasure spéciale tendre* qui sert à souder le *laiton*; elle est composée de 50 p. 100 de cuivre et 50 p. 100 de zinc.

3° La *brasure à fer* qui sert à souder les tôleries et pièces en acier; elle contient : 60 p. 100 de cuivre et 40 p. 100 de zinc.

La soudure d'argent, employée couramment contient 54 p. 100 d'argent, 23 p. 100 de cuivre, 15 p. 100 d'étain; 8 p. 100 de zinc.

Les brasures se présentent dans le commerce :

1<sup>o</sup> en grains très irréguliers répartis généralement en 4 numéros de grosseurs différentes; 2<sup>o</sup> en baguettes et en plaques.

Les soudures d'étain sont livrées en baguettes ou en bandes appelées quelquefois *targettes*.

Les soudures d'argent sont vendues en bandes ou en fils de 1 à 3 millimètres de diamètre ainsi que parfois les brasures pour le fer.

On a lancé dans le commerce des soudures à l'étain, en forme de fils tubulaires, contenant à l'intérieur des corps décapants et désoxydants ou protégeant la soude du contact de l'air. Ces innovations sont à réserver pour les petits travaux et ne sauraient être d'un emploi général en chaudronnerie. Beaucoup de ces soudures, très fusibles, contiennent de l'antimoine et du bismuth; il faut donc les employer avec circonspection pour les usages domestiques à moins qu'un fabricant connu ne les garantisse comme soude *d'étain de bonne qualité*.

---

## CHAPITRE V

### LES ACIDES

---

Nous avons vu que tous les métaux usuels s'oxydent, s'attaquent au contact de l'air. Ils se recouvrent donc d'une couche nuisible.

Le chaudronnier a besoin de travailler le métal dépouillé de toute impureté superficielle; les procédés mécaniques étant souvent trop longs, difficiles ou insuffisants, pour parvenir à ce but on utilise des liquides qui ont la propriété de faire disparaître, de réduire les oxydes, en les transformant en composés solubles ou facilement enlevables. Le liquide pénètre où un outil ne peut accéder, s'il forme des corps disparaissant après un simple lavage le travail est de beaucoup diminué.

Le traitement des pièces par les acides prend le nom de *dérochage* et de *décapage*.

Le dérochage a pour but de débarrasser le métal des corps gras et des impuretés non métalliques. Il fait généralement suite à un grillage qui consiste simplement à porter au rouge la pièce à dérocher puis à plonger celle-ci, pendant un certain temps; dans un bain d'acide sulfurique étendu d'eau; on rince ensuite à grande eau, le dérochage est terminé; on décape la pièce en la plongeant dans un bain d'acide chlorhydrique étendu d'eau dans lequel on laisse la pièce suffisamment longtemps pour que l'attaque ait lieu d'une façon satisfaisante. On retire la pièce, on rince à grande eau et on frotte, si nécessaire, avec du



sable de carrière pour enlever les dernières traces d'oxyde; celles-ci étant disparues, laver et laisser sécher.

La surface du métal sera techniquement propre, mais il est bien entendu que cet état n'est que passer et que, quelques heures après, si l'on n'a pas utilisé la pièce, le métal se sera à nouveau oxydé et il faudra recommencer l'opération, en partie tout au moins en plongeant une deuxième fois la pièce dans le bain d'acide chlorhydrique.

Les acides employés en chaudronnerie sont :

*L'acide sulfurique* ou vitriol.

*L'acide chlorhydrique* ou esprit de sel pur.

*L'acide azotique.*

Nous ne citerons que ceux-là, les autres acides ayant des emplois spéciaux et n'étant pour ainsi dire jamais employés en chaudronnerie si ce n'est par hasard.

### Acide sulfurique.

L'acide sulfurique du commerce est un liquide blanc, d'aspect huileux, poison violent qui brûle et ronge les tissus en les colorant en noir. Il absorbe l'humidité de l'air, il faut donc, pour lui conserver ses propriétés, le renfermer dans des récipients en terre ou en verre soigneusement bouchés.

On l'emploierait à l'état où il est vendu car il serait trop dangereux et trop énergique, aussi le dilue-t-on généralement dans cinq à six fois son volume d'eau. Il faut pour cela agir avec précaution *et verser l'acide lentement dans l'eau* en remuant avec un objet non métallique, éviter de faire l'opération inverse car alors il se produit des explosions, des dégagements de gaz et des projections d'acide dangereuses. Quand on opère le mélange, on constate que le liquide s'échauffe et dégage des vapeurs désagréables à res-

pirer qui irritent la gorge. Il faut se garder d'absorber ces vapeurs qui sont éminemment nuisibles; autant que possible il faut placer les baigns d'acide en dehors des ateliers dans des endroits très aérés.

Même dilué l'acide sulfurique attaque les métaux et détruit les vêtements.

Une bonne pratique est d'avoir un bain pour chaque espèce de métal à travailler et ne jamais plonger, par exemple, une pièce de fer dans un bain dans lequel on plonge couramment des pièces en cuivre ou en laiton.

### Acide chlorhydrique.

Nommé esprit de sel pur par les chaudronniers, cet acide porte encore le nom d'acide muriatique. C'est un liquide jaune clair répandant des fumées irritant la gorge.

L'acide chlorhydrique est précieux en chaudronnerie car il permet de décaper à fond les métaux. Pour cela, on l'étend généralement de six fois son volume d'eau et on plonge dans sa dissolution l'objet à décaper après qu'il aura été grillé et, si besoin déroché, à l'acide sulfurique. Il arrive assez fréquemment qu'une pièce n'a besoin d'être décapée que sur une petite partie, dans ce cas, on emploie l'acide pur en l'étendant avec un pinceau sur l'endroit à nettoyer.

L'acide chlorhydrique se conserve dans des réservoirs en plomb qu'on doit toujours tenir éloignés des ateliers et des locaux fermés.

### Acide azotique.

L'acide azotique ou nitrique est un liquide blanc d'une odeur désagréable, répandant de légères fumées blanches au contact de l'air.

Il brûle et attaque tout à la température ordinaire. Il colore en jaune les matières animales. C'est un poison violent. Il se mélange à l'eau dans toutes proportions. La lumière le colore en jaune clair. L'acide du commerce (26 à 33 degrés Beaumé) prend le nom d'eau forte, on vend aussi de l'eau seconde qui pèse 20 degrés. L'acide azotique sert pour les décapages, car il a la propriété d'attaquer tous les corps qui constituent les souillures sur les métaux ; il sert aussi à la gravure sur cuivre.

A titre de renseignement, un des premiers soins à donner à une personne qui a bu de l'eau forte est de lui faire prendre du lait, de l'eau sucrée, de l'eau de gomme, de l'eau de chaux ou même de l'eau de savon.

L'acide azotique désorganise tout ; c'est un cautérisant.

### Mesure de la teneur des acides.

Les acides commerciaux ne sont que des dissolutions, dans l'eau, de l'acide proprement dit. On mesure leur puissance, leur qualité, au moyen d'un pèse-acide (aréomètre) et le degré de saturation est exprimé couramment en degrés Beaumé.

L'acide sulfurique normal pèse de 50 à 66 degrés Beaumé.

L'acide chlorhydrique du commerce 20 à 21 degrés Beaumé.

L'acide azotique normal 26 à 33 degrés Beaumé.

## CHAPITRE VI

### DÉSOXYDANTS

---

Nous parlerons ici de divers produits employés couramment en chaudronnerie comme désoxydants ce sont :

1° Le *chlorure de zinc*, appelé *esprit de sel décomposé* par les chaudronniers ;

2° Le *borate de soude* ou borax ;

3° Le *chlorhydrate d'ammoniaque*, nommé par les chaudronniers *sel ammoniac* ;

4° *La résine* ;

5° *Le suif*.

Nous indiquerons seulement leur emploi et leur nature.

*L'esprit de sel décomposé* est fait par le chaudronnier lui-même en laissant bouillir de l'acide chlorhydrique (esprit de sel pur) au contact de rognures de zinc. Il y a dégagement tumultueux d'hydrogène et élévation de température du liquide. Laisser le gaz s'échapper ou y mettre le feu, cette deuxième méthode ayant pour avantage d'accélérer l'opération. Le liquide est prêt à employer lorsqu'il n'y a plus aucun dégagement de gaz.

On se sert de l'esprit de sel décomposé pour recouvrir les parties des pièces, décapées, que l'on veut souder ou étamer. Il recouvre la pièce d'une couche onctueuse qui se sublime à la chaleur et, disparaissant en vapeur, joue le rôle de désoxydant, laissant le métal chaud avec les pores nus et vides, permettant ainsi à la soudure de pénétrer dans le métal.

*Le borax* agit de la même manière que l'esprit de

sel décomposé pour les pièces à *braser*, c'est-à-dire à souder au cuivre ; chauffé à haute température, le borax fond, se vitrifie et protège le métal contre l'oxydation permettant par suite à la soudure de pénétrer.

On emploie le borax en poudre grossière, obtenue en broyant les cristaux, poudre que l'on projette sur les parties à braser.

*Le sel ammoniac* se présente généralement sous forme de gros cristaux blancs ou grisâtres. Broyé, il prend une teinte plus blanche, c'est un sel caustique qui, à l'air humide, oxyde les différents métaux ; ne jamais le laisser en contact avec les outils.

Le sel ammoniac est utilisé comme désoxydant dans le travail d'étamage ; une pincée de sel ammoniac broyé, jetée sur un bain d'étain qui commence à brûler, à prendre une teinte d'abord jaune, puis bleue (fleurir), à s'oxyder, le ramène à l'état brillant pourvu qu'on diminue l'intensité de la source de chaleur.

Ce produit agit comme tous les désoxydants ; sous l'effet de la chaleur, il se dissocie en absorbant l'oxygène de l'oxyde et les chlorures formés se subliment, c'est-à-dire disparaissent dans l'air sous forme de vapeurs, se volatilisent.

C'est la même propriété qui est utilisée lorsqu'on frotte un fer à souder sur un pain de sel ammoniac ; cette opération, qui s'appelle nettoyer le fer, a pour but de débarrasser la partie étamée des oxydes d'étain et de cuivre qui empêcheraient la transmission de la chaleur, l'étamage du fer, l'adhérence de l'étain sur la partie étamée, et, par suite, d'exécuter la soudure.

*La résine.* — Réduite en poudre, sert pour souder les fers-blancs.

*Le suif.* — Est aussi un désoxydant, un réducteur

servant à l'étamage. Son emploi est courant sur les bains d'étain qui commencent à s'oxyder, à bleuir, à brûler. Un peu de suif sur le bain le rend clair (il fait revenir le bain), et fait disparaître la crasse qui n'est qu'un oxyde d'étain.

Ne pas perdre cette crasse.

Chauffée à son tour avec du charbon de bois et du suif, elle reprend sa qualité d'étain; le carbone du charbon et du suif, absorbant l'oxygène de la crasse, s'oxyde, en mettant le métal en liberté.

---

## CHAPITRE VII

### COMBUSTIBLES

---

Les combustibles usuels en chaudronnerie sont : 1<sup>o</sup> le charbon; 2<sup>o</sup> le coke; 3<sup>o</sup> le bois; 4<sup>o</sup> le charbon de bois; 5<sup>o</sup> le gaz de ville; 6<sup>o</sup> le pétrole et ses dérivés.

Les plus employés sont, le charbon, le coke, le gaz de ville et le bois; le charbon de bois et les pétroles ne sont employés que pour des usages spéciaux.

Tous les combustibles, en dehors des considérations de prix, doivent répondre aux conditions primordiales suivantes : 1<sup>o</sup> chauffer les pièces de façon qu'on les puisse voir rougir, c'est-à-dire chauffer en *dehors* du foyer; 2<sup>o</sup> oxyder le métal de la quantité minimum; 3<sup>o</sup> ne pas faire de fumées incrustantes qui ont le double inconvénient de soustraire les pièces à la surveillance et d'augmenter le travail de décapage.

Ces conditions exigent des combustibles des qualités qui semblent parfois contradictoires avec la qualité des matériaux employés; c'est pour cela qu'il y a lieu de les passer en revue pour définir les combustibles à employer pour le travail des divers métaux.

**Les charbons.** — Il y a beaucoup de sortes de houilles qui, toutes, ont des emplois différents; citons celles qu'on trouve couramment dans le commerce avec leurs qualités et leurs défauts.

1<sup>o</sup> **Les houilles maréchales ou charbons de forge.**

— Ces charbons sont gras, s'agglutinent en brûlant et forment dans le foyer une voûte qui concentre la chaleur à l'intérieur du brasier. Ces charbons, excellents pour la forge, sont à rejeter (employés seuls) pour les travaux de chaudronnerie, puisque leur constitution même ne leur permet pas de chauffer en dehors du foyer pour voir la pièce et apprécier sa température. Leur emploi en chaudronnerie est donc à éviter, car leur rendement est minime ; on ne peut arriver à chauffer convenablement qu'en travaillant constamment le feu d'où perte de temps et mauvaise utilisation.

2° **Les houilles grasses et dures.** — Différentes des précédentes par une moins grande fusibilité, elles forment moins la voûte mais concentrent également la chaleur en dedans du foyer ; elles ne doivent donc point être employées en chaudronnerie.

3° **Les houilles grasses à longues flammes.** — S'agglutinent seulement sans se souder en brûlant, elles donnent des flammes longues et relativement peu de fumée. Elles ont l'inconvénient de contenir des pyrites, composés de soufre et de fer qui oxydent les métaux. Elles constituent le combustible ordinaire domestique et qui, comme tel, est le plus répandu.

4° **Les houilles sèches à longues flammes.** — Chauffent moins fort que les houilles grasses à longues flammes, oxydent moins et donnent peu de fumée mais, généralement, beaucoup plus de cendres.

En résumé, les houilles à longue flamme conviennent seules en chaudronnerie. On les emploie pour le travail de la tôle soit seules, soit mélangées avec du coke ; rarement pour le travail du cuivre car elles le recouvrent d'une sorte de vernis noir très dur et l'oxydent fortement.



Dans le commerce ces houilles se désignent sous les noms de charbons de Mons et de Blanzy, si elles sont d'origine française. Cardiff, Newcastle, Lancashire, si elles sont d'origine anglaise.

Les agglomérés de charbons (briquette) peuvent convenir pour la chaudronnerie de fer, mais leur procédé de fabrication même, fait qu'elles dégagent, généralement, beaucoup de fumée. On ne doit les employer qu'exceptionnellement. Si on envisage un emploi en grand, on doit les essayer pour voir si elles conviennent. Habituellement on s'en sert pour chauffer les fours.

**Le coke.** — Le coke est un sous-produit de la houille.

Il y a deux sortes de cokes :

1° **Le coke de gaz** qui est un sous-produit de la distillation de la houille d'où on a retiré, entre autres produits, le gaz d'éclairage.

2° **Le coke de four** obtenu en chauffant des houilles pour en faire un combustible épuré convenant aux hauts-fourneaux.

Le coke de gaz est plus répandu dans le commerce. il est suffisant pour les travaux de chaudronnerie.

Assez difficile à allumer, il brûle avec une flamme extérieure et chauffe fortement, il oxyde relativement peu, on doit l'employer dans des foyers ayant une soufflerie suffisamment énergique pour le maintenir incandescent.

Il convient aux travaux de cuivre, de laiton etc, et, mélangé avec du charbon, aux travaux de fer et d'acier. C'est le combustible le plus employé en chaudronnerie.

L'usage du coke de four (coke gris) est réservé pour certains travaux réclamant une haute température et où l'oxydation du métal doit être évitée

le plus possible: soudure des tôles à chaude portée par exemple.

**Le bois.** — Le bois s'emploie pour aider au chauffage de grosses pièces, surtout celles en fer ayant à subir une importante transformation.

Il convient d'employer des bois de chauffage et de proscrire les matériaux de démolition qui contiennent des peintures, susceptibles d'oxyder les pièces, des objets métalliques qui peuvent fondre et occasionner des mâchefers, des amorces de soudure, des cassures quelquefois.

Préférer les bois secs; éviter les bois résineux s'il n'y a pas de bonnes raisons à opposer. Ceux-ci dégagent des fumées, ont des nœuds qui éclatent et peuvent occasionner des incendies.

**Le charbon de bois.** — Le charbon de bois est obtenu en calcinant imparfaitement des morceaux de bois.

Il ne contient donc guère que du charbon, s'enflamme bien, chauffe suffisamment, oxyde peu, ne dégage aucune fumée, fait peu de cendres.

Ce serait le combustible idéal s'il ne dégagait pas de gaz délétères et si son prix de revient n'en rendait pas prohibitif l'emploi en grand.

Il est employé seulement pour des chauffages sur place et pour des foyers transportables demandant une petite source de chaleur (fourneaux de zingueurs).

**Le gaz.** — Le gaz est un produit de la distillation des houilles, c'est le combustible parfait lorsqu'il est employé avec un chalumeau qui permet de porter la flamme à une haute température. Il oxyde très peu, chauffe à l'endroit désiré avec le degré de rapidité voulue tout en permettant de voir la pièce puisqu'il ne dégage pas de fumée. S'allume instan-

tanément et s'éteint de même, c'est donc le produit le plus économique et le meilleur.

Il est vrai que son emploi nécessite une soufflerie, mais les charbons et le coke ont les mêmes besoins.

Nous pouvons dire qu'une installation n'est complète que si elle permet de brûler du coke concurremment avec du gaz. Tous les travaux de chaudronnerie sont alors possibles.

**Le pétrole et ses dérivés.** — On emploie depuis longtemps déjà, dans les endroits où il n'y a pas de gaz de ville, des appareils appelés lampes à souder, lampes suédoises, etc., basés sur l'inflammation du pétrole pulvérisé qui, se répandant violemment en cône, entraîne dans une tuyère une quantité d'air suffisante pour avoir une flamme très chaude. Généralement, le liquide est amené sous pression à l'aide d'une pompe dont est munie la lampe et, lorsque celle-ci est chaude, la dilatation et la pression des vapeurs émises par le liquide forcent celui-ci à sortir par un ajutage capillaire non loin duquel il s'enflamme.

Il existe une grande variété de ces appareils. Ils permettent de chauffer localement une pièce étant portatifs, ils peuvent rendre de grands services.

Ils sont construits pour utiliser le pétrole sous toutes les formes qu'il revêt, soit le mazout qui est un pétrole brut, soit le pétrole lourd, soit l'essence de pétrole.

Ces appareils, très commodes, sont chers et d'un usage coûteux, malgré cela leur emploi commence à se généraliser.

### **La combustion, le chauffage.**

Pour chauffer les objets, on les place sur des foyers ou dans des flammes, en un mot à une source de chaleur; le corps tend à se mettre en équilibre de

température avec le milieu où il est placé et emmagasine une certaine quantité de chaleur.

Comment se produit la chaleur obtenue en brûlant un combustible? C'est le résultat de la combinaison de l'oxygène avec le carbone pour le cas qui nous occupe.

Lorsqu'il y a dégagement de chaleur avec ou sans lumière, il y a combustion.

L'oxygène peut s'unir avec les corps sans dégagement de chaleur perceptible, il y a alors oxydation.

Il n'y a donc aucune différence essentielle entre la combustion proprement dite et l'oxydation, c'est le même phénomène qui se manifeste l'un rapidement, l'autre lentement.

Tout corps solide fixe, c'est-à-dire non susceptible de se réduire en gaz, devient rouge de feu si on le chauffe, mais ne produit jamais de flamme, tout corps gazeux produit de la flamme.

La flamme est une matière gazeuse chauffée au point d'être lumineuse, c'est-à-dire que sa température atteint au moins 600 degrés C., point où la lumière se manifeste toujours.

La chaleur des flammes n'est pas en rapport avec l'intensité de leur lumière.

Il est possible d'augmenter la chaleur des flammes en dirigeant sur elles un courant d'air violent.

C'est pour cela que tout foyer de charbon ou de coke chauffe plus fort s'il est activé par un soufflet ou une soufflerie à ventilateur.

En envoyant de l'air dans un foyer, on augmente la quantité d'oxygène, on brûlera plus de combustible dans le même temps, mais on disposera d'une source de chaleur plus intense.

## CHAPITRE VIII

### CHAUDRONNERIE PROPREMENT DITE

---

**L'atelier.** — Nous parlerons d'abord de l'atelier de petite et moyenne chaudronnerie.

Ce genre est le prototype de l'atelier d'apprentissage et c'est pour cela que nous indiquerons les dispositions qui nous semblent les meilleures.

Décrire un atelier modèle, n'est pas ce que nous entendons faire, mais plutôt indiquer comment et dans quelles idées il doit être conçu et agencé.

Tout atelier doit être clair, bien aéré et construit pour éviter l'accumulation des poussières. Les baies seront garnies de verre dépoli laissant passer la lumière mais atténuant les rayons du soleil.

Éviter les toitures vitrées, même les sheds, s'ils ne sont pas orientés au nord, ces toitures, lorsqu'il fait chaud, augmentent la fatigue des ouvriers. Nous ne recommandons pas les toitures avec lanterneaux, cette disposition ayant le désavantage d'établir des courants d'air permanents susceptibles de nuire à la santé des ouvriers. Quelques ouvertures pratiquées dans la toiture, mais pouvant être fermées à volonté, nous paraissent suffisantes pour permettre l'évacuation des fumées et le renouvellement de l'air.

Les murs doivent être blanchis à la chaux ou avec tout autre enduit hygiénique.

Le sol sera avantageusement cimenté. Les planchers, s'ils sont plus chauds, sont des réceptacles d'ordures et les dallages, peu solides d'ailleurs,

conservent dans leurs joints des liquides qui donnent de mauvaises odeurs (côté personnel) et dégagent des acides et des gaz attaquant les métaux (côté matériel). Le pavé de bois possède à la fois les inconvénients du dallage et du plancher.

L'aire en ciment peut recevoir sans danger des pièces lourdes ou des pièces chaudes, rouges même, sans qu'il y ait danger d'incendie. Sans aller jusqu'à un cimentage parfait et rigoureusement lissé, un béton grossier, se rapprochant du macadam des routes, mais lié par un mortier imperméable est parfaitement suffisant.

Beaucoup d'ateliers ont encore une aire en terre battue, malgré les avantages réels d'un sol de cette nature, cela n'est pas à recommander lorsqu'il y a un grand nombre d'ouvriers.

Contrairement à beaucoup d'autres corps de métier, l'établi en chaudronnerie, joue parfois un rôle secondaire. Il est indispensable seulement pour le travail des petites pièces et sert à recevoir, dans des entailles appropriées, les queues des outils de petite dimension nécessaires pour les travaux.

Dans beaucoup d'ateliers, ces travaux sont exécutés assis; cette façon de travailler, bien qu'admise, doit être considérée comme une mauvaise habitude.

L'établi sera fixé le long d'un mur, dans un endroit largement éclairé. A proximité, on disposera un second établi sur lequel seront fixés les étaux; sous cet établi, on agencera des étagères et des tiroirs pour ranger les outils individuels.

Le travail du chaudronnier nécessite des outils implantés verticalement dans des crapaudines scellés au sol si celui-ci est bétonné, dans des billots de bois si le sol est en terre battue ou, plus avantageusement, dans des dés en fonte quelle que soit la nature du sol.

Les billots de bois doivent être considérés comme des installations de fortune. Quoique étant peu coûteux, leur usure rapide occasionne des pertes de temps et des remplacements fréquents. On doit donc leur préférer les crapaudines ou les dés en fonte plus coûteux à l'origine, mais d'une meilleure utilisation et d'une durée beaucoup plus grande.

Pour éviter les pertes de temps occasionnées par les déplacements d'équipes et de pièces, pour faciliter le travail et les manipulations, les outils pour les travaux à chaud seront placés à proximité des feux. Ces feux seront circulaires et avantageusement soufflés au ventilateur, le conduit d'air étant muni d'un robinet de réglage. On y adjoindra un ou plusieurs chalumeaux à gaz, une chaîne ou mieux un petit palan pour suspendre ou maintenir les pièces.

Dans les installations soignées, on voit même des chariots roulants sur rail porter le palan.

Dans les installations pour pièces plus importantes, les feux pourront être disposés sur un plateau circulaire ou rectangulaire, munis de chalumeaux à gaz et de palans.

Contrairement à ce qui est désirable pour les endroits où l'on travaille, celui où l'on brase et recuit ne doit pas être trop éclairé.

Les feux doivent être recouverts d'une hotte qui, tout en canalisant les gaz de la combustion, assombrit le foyer. Cette disposition a l'avantage de diminuer la fatigue de l'ouvrier travaillant sur le feu et de lui permettre d'apprécier facilement l'intensité du rouge que prend la pièce, par conséquent sa température approximative.

Non loin des feux doivent se trouver les récipients à mouiller, pour les métaux nécessitant le refroidissement rapide de la pièce à l'eau et la sablière pour

le refroidissement lent. A proximité, mais à l'extérieur, on disposera les réservoirs renfermant les acides dilués servant au décapage.

Complétons notre atelier par des marbres pour tracer, des plateaux pour dresser, plusieurs cisailles d'établi, une cisaille poinçonneuse mécanique, des machines à percer, une machine à rouler les tôles, une enclume de forgeron avec l'outillage *ad hoc*, une presse à rabattre, une meule d'émeri, une meule à affûter en grès, un train de meules à polir, des barres, des chevalets et leurs supports, des tréteaux; nous aurons ainsi agencé un atelier de chaudronnerie normal, répondant aux besoins d'une fabrication de pièces moyennes.

Voici notre atelier muni de ses outils indispensables; leur disposition devra être telle qu'une fabrication déterminée nécessite de la part de l'ouvrier, le minimum de déplacements. Un outillage est un capital qui doit travailler, produire et s'amortir rapidement. Le fonctionnement intensif d'une machine lorsqu'il correspond à ce qu'on peut lui demander, l'use moins que le repos. Rappelons ce mot d'un philosophe: « une clef dont on se sert est toujours propre ».

Le choix de l'outillage devra donc se porter sur des machines et des outils qui travailleront souvent. Il faut se garder de deux défauts contraires: 1° choisir des machines pouvant exécuter beaucoup d'opérations différentes; trop de qualités sont souvent contradictoires et le rendement de la machine est illusoire; 2° choisir des machines ne pouvant exécuter qu'un travail; on risque alors, une fabrication, finie, de voir l'outil immobilisé, donc improductif, heureux encore quand il n'est pas encombrant, occasionnant ainsi une perte qui s'ajoute au manque à travailler.



Ne pas hésiter à se défaire d'une machine de rendement médiocre pour la remplacer par une meilleure. L'amortissement d'une machine à haut rendement est toujours plus court que pour une à bas rendement, le prix de revient de l'objet fabriqué est toujours plus faible puisqu'il est fait en moins de temps.

---

## CHAPITRE IX

### L'OUTILLAGE

---

Nous n'envisagerons dans ce chapitre que les outils d'usage courant, indispensables dans un atelier tel que nous l'avons décrit plus haut.

Le métier de chaudronnier, plus que beaucoup d'autres, réclame une telle diversité d'outillage qu'il serait presque impossible de prétendre donner une liste d'outils et de machines susceptibles de répondre à tous les besoins.

Remarquons dès maintenant que bon nombre d'outils et de machines sont communs à plusieurs métiers; citons les limes, burins, bédanes, pointeaux, équerres, compas, règles, trusquins, étaux à main et à pied, enclumes, marteaux et outils de forge, marbres à tracer, machines à percer, meules d'émeri, meules en grès, etc.

Nous ne reviendrons pas sur les outils de traçage et de contrôle, nous en avons suffisamment expliqué l'emploi dans un chapitre précédent.

#### Marteaux.

Le marteau est un outil qui, au moyen de chocs, permet d'appliquer, en un point d'une pièce, l'énergie transmise à sa masse en mouvement. L'effet d'un coup de marteau dépend du poids de celui-ci, mais davantage de la vitesse avec laquelle il frappe.

Il y a donc intérêt, si l'on doit frapper fort, à amener la masse constituant le marteau à la plus grande vitesse possible avant le choc. En effet, le

poids agit pour sa valeur et la vitesse entre au carré dans l'expression de l'énergie transmise.

Vitesse du marteau ne veut pas dire vitesse des coups de marteau, il faut que le marteau se déplace rapidement, ce qui n'a rien de commun avec une succession de coups rapidement appliqués.

Le marteau doit être de poids et de forme appropriés au travail auquel il est destiné. On conçoit donc que le poids et la forme des marteaux varient avec la profession et, dans chaque profession, avec le genre de travail, surtout en chaudronnerie où cet outil joue un rôle capital. Dans un marteau, on distingue la ou les touches et l'œil. Les marteaux d'ajusteur, de forgeron, certains marteaux de chaudronnier ont toujours deux touches de formes différentes, dans ce cas, la touche proprement dite devient le côté offrant la plus grande surface de frappe, l'autre côté prend le nom de panne. On désigne sous le nom d'œil le trou de forme ovale permettant la fixation du manche, la grandeur de l'œil étant proportionnelle au poids du marteau.

Aucune règle fixe ne préside au choix du métal constituant les marteaux, on trouve donc indifféremment des marteaux en acier fondu, des marteaux aciérés, des marteaux en acier mi-dur. Notre préférence va à ces derniers à condition que le métal employé soit de très bonne qualité et qu'ils soient trempés convenablement. Voici les raisons qui justifient notre choix; ruptures à l'œil et éclats aux touches beaucoup moins fréquentes qu'avec les deux autres qualités de métal (en particulier l'acier fondu), en cas de déformation des touches, la remise en état est plus aisée avec un métal homogène, enfin, mais ceci est difficile à justifier par une explication raisonnée, nous trouvons que les marteaux en acier mi-dur ont plus de souplesse, plus d'élasticité, en un mot,

qu'ils donnent de meilleurs coups pour un même effort. La qualité des coups dépend également du manche.

On choisira de préférence un bois liant, nerveux et souple ; le cornouiller, le houx, le frêne sont excellents pour cet usage. Éviter d'emmancher les marteaux avec des manches trop courts ou trop longs. Pour les marteaux dont on se sert d'une main, des longueurs de manches variant entre 25 et 35 centimètres nous paraissent les meilleures. Pour les gros marteaux à ferreter, les masses à river, les marteaux à devant avec lesquels on frappe en tenant le manche à deux mains, la longueur de celui-ci, tout en restant proportionnelle au poids du marteau, sera toujours suffisante pour obtenir le maximum d'effet ; il ne faut pas toutefois exagérer, une longueur de manche excessive devenant une gêne et ôtant la sûreté des coups. D'une façon générale, la longueur des manches est proportionnelle à la taille de l'ouvrier.

Les apprentis chaudronniers devront s'appliquer à acquérir un bon coup de marteau en se rappelant les quelques règles suivantes :

Ne pas serrer le manche trop fortement.

Éviter de tenir le marteau trop près ou trop loin de l'œil. Cingler le coup comme lorsqu'on donne un coup de fouet, c'est-à-dire que pour les marteaux à main, il faut faire agir surtout le poignet, l'avant-bras, peu le coude, l'épaule restant à peu près immobile.

A moins d'être dans une position difficile ou particulière et s'il n'y a pas lieu de frapper très fort, le coude doit rester dans le voisinage du corps.

En observant ces quelques principes élémentaires, on arrive vite à une sûreté de coups, indispensable au chaudronnier, en même temps qu'à un entraînement qui diminue beaucoup la fatigue particulière à ce genre de travail.

Dans les ateliers où l'on travaille indistinctement le cuivre et le fer, il est bon d'avoir quelques jeux de marteaux réservés pour le travail du cuivre. Ces marteaux seront tenus en parfait état. On évitera avec soin de s'en servir pour frapper sur des burins, pointeaux, et d'une façon générale, sur tout ce qui pourrait marquer les touches.

Nous classerons les marteaux en trois catégories :

1° *Marteaux servant au façonnage ;*

2° *Marteaux à usages divers ;*

3° *Marteaux combinés.*

Les modèles que nous décrivons peuvent servir à la petite et moyenne chaudronnerie, leurs poids et leurs dimensions étant proportionnés au genre de travail.

**Marteaux servant au façonnage.** — *Marteau à vaiselle* (fig. 93). — Les deux touches sont semblables, les



Fig. 93. — Marteau à vaiselle.

angles et les côtés sont arrondis. Ce marteau est, à notre avis, celui qui doit être préféré pour restreindre les pièces en métal de faible épaisseur, surtout par les apprentis et les jeunes ouvriers ; la forme des touches tout en permettant une restrainte serrée évite les coups de *carre*, le métal fatigue moins et le corroyage dont nous parlons au sujet de la restrainte s'opère, pour ainsi dire, automatiquement.

*Marteau à restreindre* (fig. 94). — Une seule touche arrondie. Comme son nom l'indique, ce marteau

sert à restreindre à froid ou à chaud. Le travail est fait plus vite qu'avec le marteau à vaisselle, mais il est nécessaire d'avoir acquis une certaine adresse et la connaissance de ce qu'il est possible d'obtenir



Fig. 94. — Marteau à restreindre.

du métal avant de se servir de cet outil. Le marteau à restreindre est un marteau d'ouvrier.

*Marteau à emboutir* (fig. 95). — Une ou deux touches ayant la forme d'une boule. Son nom et sa forme indiquent suffisamment son emploi. Il est bon, dans un atelier, d'avoir un ou deux marteaux à



Fig. 95. — Marteaux à emboutir à un bout et à deux bouts.

emboutir à une seule touche d'une longueur de 15 à 20 centimètres; ces marteaux sont très utiles pour le façonnage des pièces ayant des formes très accusées.

*Marteau à planer* (fig. 96). — Deux touches circu-

culaires dont une est presque plane et l'autre légèrement bombée. Il faut posséder une certaine habileté pour se servir de la touche plane, un coup



Fig. 96. — Marteau à planer.

malheureux produit une marque, appelée demi-lune, longue et délicate à faire disparaître sur un fond plat de faible épaisseur par exemple.



Fig. 97. — Marteau à planer dit postillon.

On appelle *postillon* (fig. 97), un marteau à planer dont une des touches, au lieu d'être circulaire, a une forme carrée. Ce marteau, le plus souvent de petites dimensions, rend des services pour l'achèvement et le planage des pièces ayant des arêtes vives rectangulaires.

*Battes à planer.* — Une touche (rarement deux) rectangulaire, plane, bombée ou cintrée suivant l'usage. Très utile pour le planage des cylindres, cônes, troncs de cônes, dont elle permet de suivre les génératrices, ainsi que pour le planage des cintres faits dans les tuyaux.

Il existe des battes à planer en bois (fig. 98). Elles servent au chaudronnier pour rabattre les métaux en feuilles minces, procéder à un avant-planage, etc. Cet outil est surtout employé par les

zingueurs, fumistes, ferblantiers qui en font un usage courant.

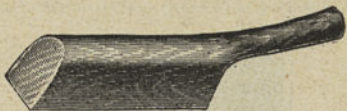


Fig. 98. — Batte à planer en bois.

*Marteau à rentrer* (fig. 99). — Deux touches de formes différentes, l'une légèrement arquée, présente le profil d'une tranche, l'autre également arquée, a un profil plat à arêtes vives. Ce marteau sert à achever



Fig. 99. — Marteau à rentrer.

les bordés, très utile pour rentrer le métal et lui faire épouser exactement la forme désirée; est employé fréquemment par les ferblantiers et zingueurs.

*Marteau à gorges* (fig. 100). — Deux touches sem-



Fig. 100. — Marteau à gorges.

blables à celle du marteau à restreindre dont l'une possède un arrondi plus grand que l'autre. Ce marteau est surtout employé en petite chaudronnerie, on s'en



sert pour former et planer les gorges, sa forme permet de l'employer pour restreindre les petites pièces et battre les pinces. Quoique n'étant pas très répandu, ce marteau est cependant très utile.

*Marteau à river* (fig. 101). — Deux touches l'une, circulaire légèrement bombée, c'est la touche proprement dite, l'autre aplatie terminée par un arrondi

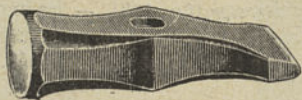


Fig. 101. — Marteau à river.

prend le nom de panne. Ce marteau doit être très allongé, le manche sera long également afin de pouvoir, s'il y a lieu, le saisir à deux mains

**Marteaux à usages divers.** — Les marteaux compris sous cette rubrique ont tous une touche et une



Fig. 102. — Marteau à main.



Fig. 102 bis. — Marteau à garnir.

panne tel qu'il est décrit pour le marteau à river, à l'exception des marteaux de forge et à frapper devant,

dont la touche est rectangulaire ou carrée suivant les cas.

*Marteau à main et à garnir* (fig. 102 et 102 bis). — Ce sont les marteaux d'usage courant, ils servent aussi bien à dresser, à écraser les petits rivets, à buriner, aux mille usages enfin qu'un chaudronnier peut faire de ces deux marteaux légers et bien en main.

*Marteau à ferreter* (fig. 103). — Le modèle moyen est plus lourd et de formes plus massives que le marteau à garnir, la touche est plus bombée. Ce marteau



Fig. 103. — Marteau à ferreter.

est surtout employé par les tôliers ainsi, d'ailleurs, que le grand modèle dont on se sert pour le dressage et le façonnage des tôles épaisses.

*Marteau de forge* (fig. 104). — La touche est rectangulaire, légèrement bombée, ce marteau est un



Fig. 104. — Marteau de forge.

des principaux outils du forgeron, le chaudronnier s'en sert pour les travaux de forge inévitables dans un atelier de chaudronnerie.

*Marteau à frapper devant* (fig. 105). — Deux modè-

les différents, l'un semblable au marteau de forge, mais plus lourd, on le désigne sous le nom de marteau à panne en travers; l'autre qui est le plus employé dans les ateliers de forge a la panne en long, c'est-à-dire dans le sens de l'œil. Ces marteaux ont

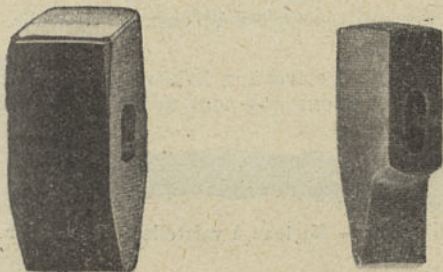


Fig. 105. — Marteaux à frapper devant.  
 Panne en long. Panne en travers.

la touche carrée, légèrement bombée, les angles largement abattus vers la touche; ils servent à frapper soit directement sur le métal, soit sur les outils de formes diverses employés par le forgeron et le chaudronnier.

**Marteaux combinés.** — On désigne ainsi les mar-



Fig. 106. — Marteau à vaisselle et à restreindre.

teaux que beaucoup de chaudronniers confectionnent eux-mêmes. Nous indiquons trois modèles très pratiques dont se servent un grand nombre d'ouvriers.

Il va sans dire que d'autres genres de marteaux sont couramment employés, le choix de leur forme dépen-



Fig. 107. — Marteau à planer et à emboutir.

dant surtout des travaux habituellement exécutés. Les explications que nous avons données sur la



Fig. 108. — Marteau à vaisselle et à emboutir.

forme et l'usage des différents marteaux sont suffisantes pour faire comprendre les avantages des trois combinaisons ci-dessus.

### Maillets.

Comme les marteaux, les maillets sont des outils de choc (fig. 109).



Fig. 109. — Maillet en bois.

Ils servent à dresser, emboutir, restreindre, etc. On

en trouve de toutes les tailles, depuis le petit maillet du bijoutier jusqu'au maillet à fretter des tôliers.

Les maillets courants sont en bois. Les bois les plus durs sont les meilleurs. Les maillets en gaïac et en buis sont recherchés par les ouvriers à cause de leur dureté et de leur résistance.

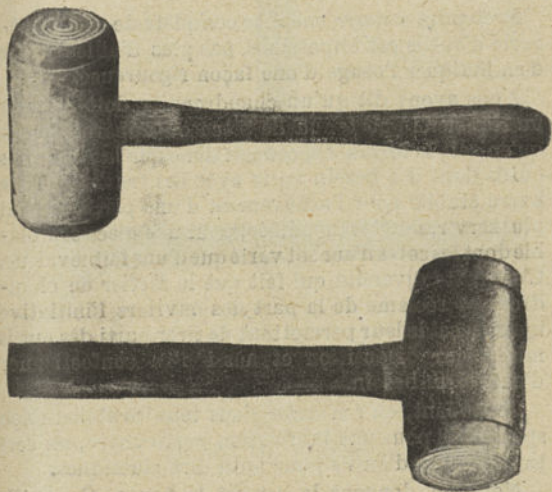


Fig. 110. — Maillets en cuir vert.

Il existe aussi des maillets en cuir vert (fig. 110). — Ces outils peu répandus dans les ateliers de chaudronnerie ont cependant de grands avantages sur les maillets en bois, remarquons toutefois qu'ils ne peuvent être employés pour le travail à chaud.

Beaucoup de professions nécessitent l'usage du

maillet, d'une façon générale, on l'emploie pour frapper sur des pièces dont on craint de détériorer la forme ou d'abîmer le métal.

### Outils de façonnage.

330 Nous désignons sous le nom d'outils de façonnage tous les outils dont se servent les chaudronniers pour exécuter leurs travaux.

Prétendre donner une liste complète de cette catégorie d'outils est impossible, pas plus d'ailleurs que d'en indiquer l'usage d'une façon rigoureuse.

Nous avons dit qu'un chaudronnier doit pouvoir fabriquer n'importe quelle pièce ou appareil quelle qu'en soit la forme. On conçoit donc que la forme des outils dont il a besoin varie avec ces travaux. Telle barre établie pour l'achèvement d'une pièce ne peut plus servir, sans être modifiée, pour une pièce semblable dont les cotes n'auront varié que d'une faible valeur. C'est cette diversité qui fait que le métier de chaudronnier réclame de la part des ouvriers l'initiative indispensable leur permettant de tirer parti des outils mis à leur disposition et aussi d'en confectionner d'autres au besoin.

Cependant, on rencontre dans tous les ateliers non spécialisés pour une fabrication particulière, un certain nombre d'outils pour ainsi dire classiques.

Nous en donnons la liste et la figure. Ces outils sont généralement en acier doux, la partie sur laquelle on travaille est acérée, polie et trempée. Tenir la main pour empêcher que cette partie des outils soit détériorée par un usage maladroit. Rien n'est plus désagréable, pour un véritable ouvrier, que d'être obligé de travailler sur un outil qui marque le métal, toute empreinte augmentant les risques de cassures.

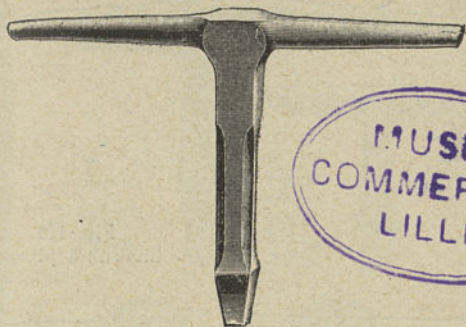


Fig. 411. — Bigorne droite.

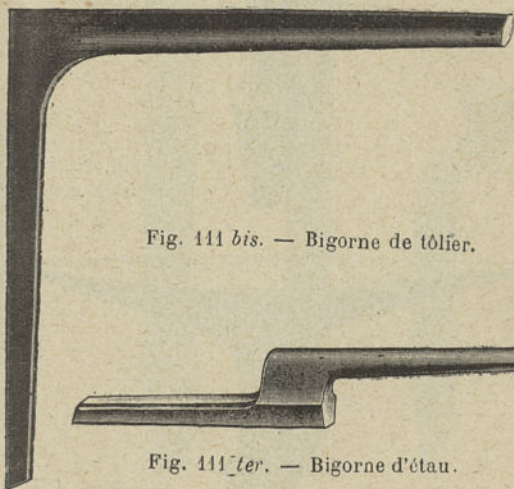


Fig. 411 bis. — Bigorne de tôlier.

Fig. 411 ter. — Bigorne d'étau.

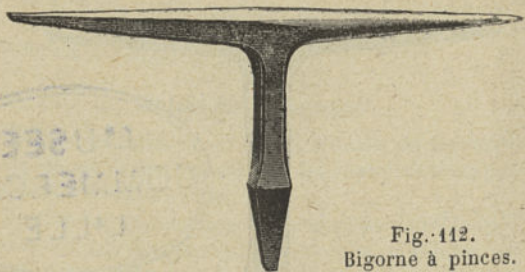


Fig. 112.  
Bigorne à pinces.

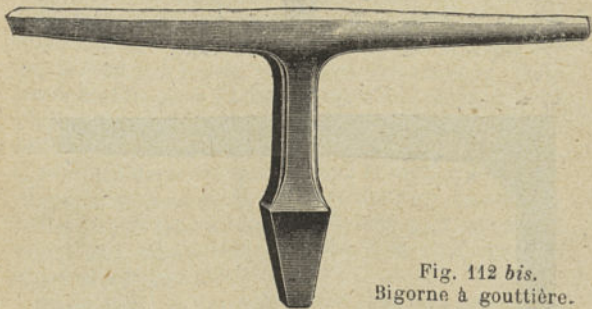


Fig. 112 bis.  
Bigorne à gouttière.

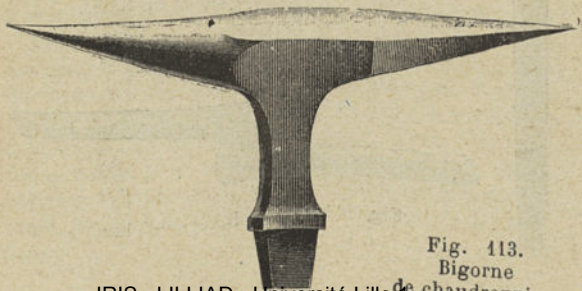


Fig. 113.  
Bigorne  
de chaudronnier.





Fig. 114.  
Bordoïr  
arrondi.

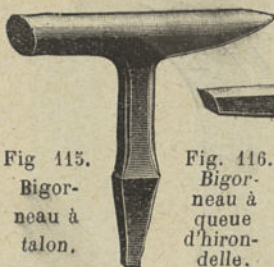


Fig. 115.  
Bigor-  
neau à  
talon.



Fig. 116.  
Bigor-  
neau à  
queue  
d'hiron-  
delle.



Fig. 117.  
Boule droite  
d'établi.



Fig. 117 bis.  
Boule droite  
à pied.



Fig. 118.  
Boule coudée  
à pied.

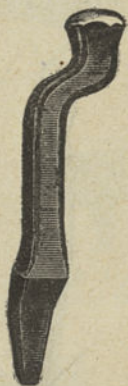


Fig. 118 bis.  
Boule coudée  
d'établi.



Fig. 119.  
Boule à  
casseroles.



Fig. 120.  
Cuillère à vase.

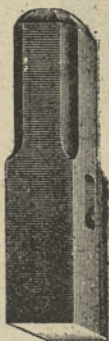


Fig. 122.  
Chasse carrée.



Fig. 121.  
Cuillère à bec  
cintré.

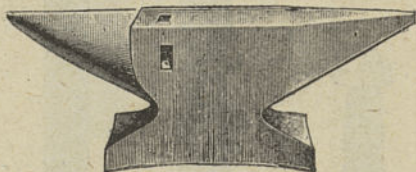


Fig. 124. — Enclume de forgeron.

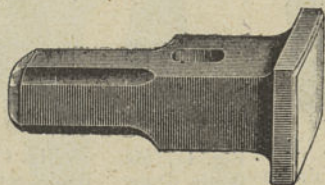


Fig. 123. — Chasse à parer.



Fig. 125.  
Chevalet.



Fig. 126.  
Dégorgeoir.



Fig. 127.  
Tranche à  
chaud.



Fig. 128.  
Tranche à  
froid.



Fig. 130.  
Outil à  
gorges.



Fig. 129. — Suages.



Fig. 131.  
Rognon bombé.



Fig. 132.  
Rognon plat.



Fig. 133. — Outil à agraffer.

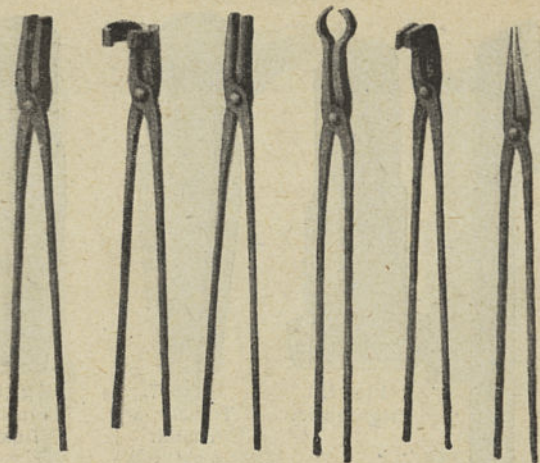


Fig. 134. — Jeu de tenailles.



Fig. 135. — Tas circulaire plat.

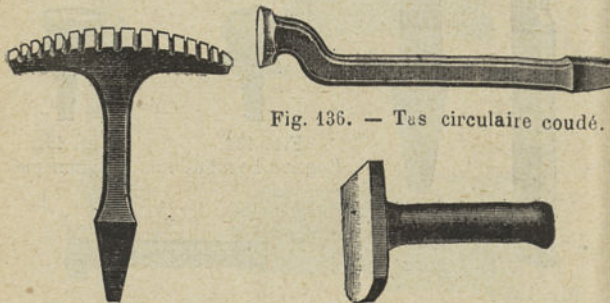


Fig. 136. — Tas circulaire coudé.

Fig. 137. — Suage.

Fig. 138. — Table à main.

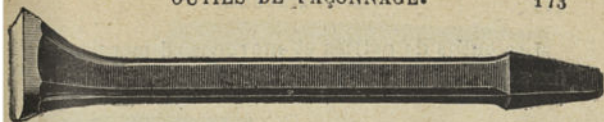


Fig. 139. — Tas rectangulaire une arête courbe.

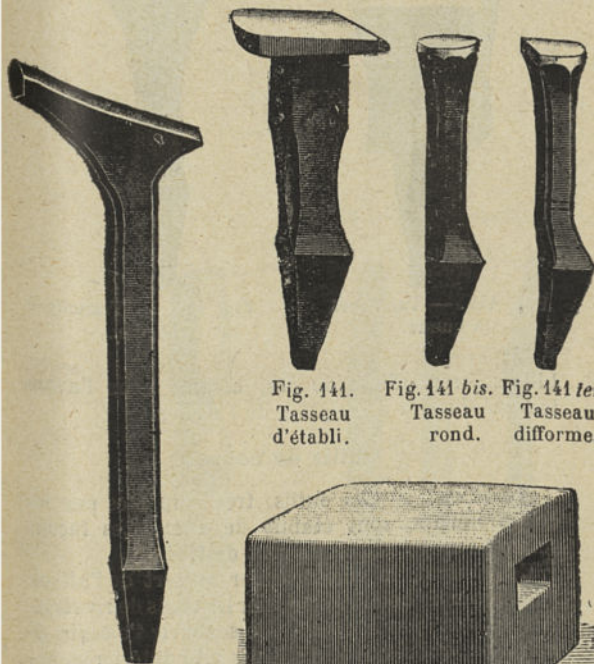


Fig. 141.  
Tasseau  
d'établi.

Fig. 141 bis.  
Tasseau  
rond.

Fig. 141 ter.  
Tasseau  
difforme.

Fig. 140.  
Pied de biche.

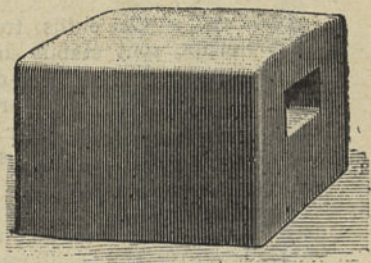


Fig. 142. — Tas carré massif.

Les outils de petites et moyennes dimensions sont fixés sur l'établi, les autres sont implantés dans des

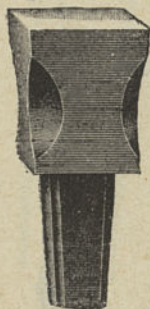


Fig. 143. — Tas carré à queue.



Fig. 144. — Tranche à border.

billots, crapaudines ou dés, comme nous l'avons indiqué dans la description de l'atelier.

### Outils de coupe.

**Alésoirs.** — Ces outils, très employés par les chaudronniers, sont établis de différentes façons suivant l'usage auquel ils sont destinés.

En général, le chaudronnier se sert de l'alésoir pour agrandir ou faire coïncider les trous de rivetage. Il n'est donc pas nécessaire de se servir d'alésoirs de précision, qui seraient d'ailleurs vite détériorés, par la nature du travail à exécuter.

On rencontre dans tous les ateliers des alésoirs dits *pointe-carrée* (fig. 145). Ils servent pour les métaux minces. Pour les métaux plus épais, l'alésoir tron-

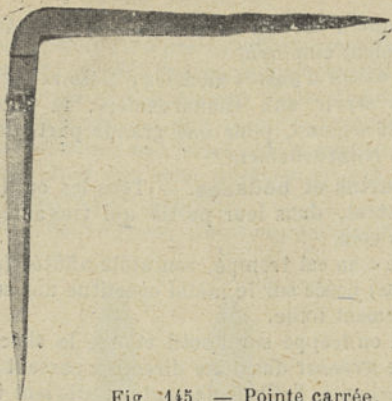


Fig. 145. — Pointe carrée.



Fig. 146 — Alésoir  
demi-carré.



Fig. 147. — Alésoirs  
divers.

conique à section demi-circulaire (fig. 146) est couramment employé.

Il existe d'autres modèles d'alésoirs (fig. 147) pouvant servir aux chaudronniers; le choix de ces outils dépend, pour une grande part, des travaux faits habituellement.

**Burins et bédanes.** — Tous les outils coupants affectent, dans leur partie qui travaille, la forme d'un coin.

Ce coin est trempé, son arête affûtée (arête d'attaque) posée sur le métal constitue une surface sensiblement nulle.

Si on frappe sur l'outil et que le choc tente à le faire avancer dans une direction passant par l'arête tranchante, l'effort élémentaire devient très grand, il dépasse la résistance maximum du métal et il y a rupture, l'outil entre dans le métal.

Si on dirige l'outil normalement au métal, il pénètre dans la masse, les faces du tranchant refoulent le métal et déforment la lèvre de la coupe; c'est pour cette raison que les outils destinés à ce travail sont affûtés avec l'angle minimum compatible avec la nature de l'acier de l'outil, cet angle est d'environ 60 degrés.

Si, d'autre part, on veut tailler, c'est-à-dire enlever des copeaux de métal, on attaque la pièce obliquement; l'angle des faces du coin atteint, dans ce cas, jusqu'à 85 degrés dans le but de maintenir de la robustesse au tranchant qui travaille à la flexion.

On voit donc qu'un outil pour découper doit être affûté avec un tranchant plus aigu qu'un outil pour enlever des copeaux.

Les burins et bédanes (fig. 148) sont connus de tous les ouvriers travaillant les métaux. Les chaudronniers les emploient couramment. On les confectionne en acier fondu de bonne qualité. Tout ouvrier



doit savoir forger, tremper et affûter un burin ou un bédane car, suivant l'usage auquel ils sont destinés, leur forme et leur trempe varie. Il est bien évident qu'un burin qui doit servir à trancher de l'acier doux, réclame une forme plus massive et une trempe plus dure que celui dont on se sert pour buriner du cuivre par exemple.

Sans entrer dans des considérations qui sortiraient

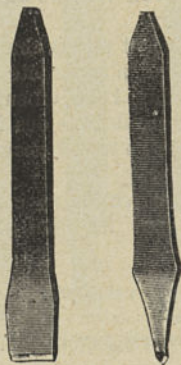


Fig. 148. — Burin et bédane.

du cadre de cet ouvrage, nous croyons devoir donner les quelques renseignements suivants :

Ne jamais chauffer l'acier fondu à la température du blanc suant, la température indiquée par le rouge cerise est la meilleure pour le forgeage de cette qualité d'acier.

Éviter, dans la mesure du possible, de contreforger, de refouler, en confectionnant un outil de

coupe; il est préférable de couper ou meuler le métal en surcroît.

Rechercher toujours la forme d'outil offrant le plus de résistance pour un travail déterminé; on peut arriver à ce résultat par la pratique et l'observation.

L'acier fondu ordinaire de bonne qualité se trempe à l'eau froide.

On trempe les outils d'usage courant directement à la forge sans avoir recours aux fours à recuire ni aux bains spéciaux.

Le revenu s'obtient par la chaleur restant dans la partie de l'outil qui n'a pas été refroidie. Si l'outil doit être plongé dans l'eau, en entier, on fait revenir le métal en l'enserrant dans des tenailles rougies au feu ou sur un bloc de métal chauffé dans les mêmes conditions.

On observe aisément le revenu du métal, après l'avoir nettoyé, par les couleurs successives que prend celui-ci.

1 <sup>o</sup> Le jaune clair	correspond pour l'acier fondu à une trempe très dure.
2 <sup>o</sup> Le jaune paille	— — — dure.
3 <sup>o</sup> Le bleu et jaune (gorge de pigeon)	— — — moyennement dure.
4 <sup>o</sup> Le bleu clair	— — — normale.
5 <sup>o</sup> Le bleu foncé	— — — tendre.

Les couleurs de revenu gorge de pigeon et bleu clair sont, dans presque tous les cas, les plus favorables pour la trempe des outils en acier fondu.

Prendre garde, lorsqu'on trempe les outils directement dans l'eau, de les chauffer et les refroidir brusquement en dehors des parties qui ont besoin d'être trempées.

Examinons la trempe d'un burin.

Cet outil doit être trempé sur une hauteur de 1 centimètre environ, on veillera donc à ne pas le rou-

gir beaucoup plus loin; en effet, si le burin est trempé sur une plus grande hauteur, il devient fragile. Si, d'autre part, l'outil est chauffé trop loin et qu'on ne le refroidisse que dans la zone du tranchant, au moment du revenu, la partie à tremper aura pris la couleur désirée, mais l'outil sera encore rouge au-dessus, à ce moment, si on refroidit totalement,



Fig. 149. — Emporte-pièces.

on provoquera donc une trempe très dure dans un endroit qui ne devrait pas être trempé.

Les jeunes ouvriers auront grand intérêt à s'exercer à confectionner, rebattre, tremper et affûter les outils courants.

Tous les ateliers ne possèdent pas un outilleur. D'autre part, il est avantageux dans bien des cas qu'un ouvrier puisse confectionner convenablement, les outils de forme simple, dont il peut avoir besoin pour exécuter un travail quelconque.

**Emporte-pièce.** — Ces outils (fig. 149) ne servent

guère au chaudronnier que pour découper les trous permettant le passage des boulons dans les joints de tuyautages (cuir, plomb, carton d'amiante etc.).

**Forets.** — Il y a deux catégories de forets bien distinctes qui, tout en permettant d'effectuer le

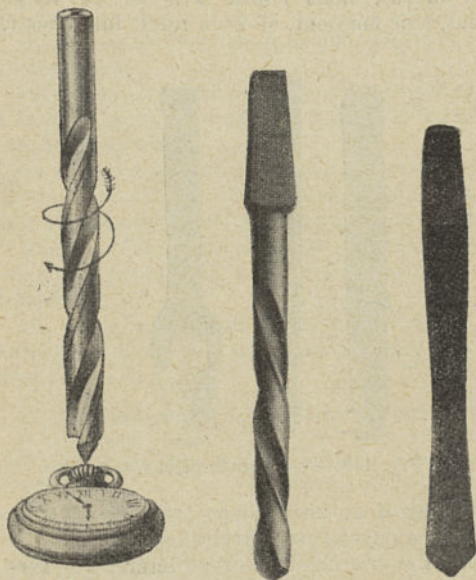


Fig. 150. — Foret tournant à droite. Fig. 151. — Foret tournant à gauche. Fig. 152. — Foret à langue d'aspic.

même travail, diffèrent totalement par leur forme et leur fabrication.

Pour percer, dans une pièce, un trou de section circulaire, on attaque le métal avec un foret qui

tourne autour de son axe et qui est animé, en plus, d'un mouvement d'avance suivant cet axe. Ces deux mouvements simultanés sont obtenus en montant le foret soit sur une machine à main, soit sur une machine-outil. Le foret ne peut avancer dans le métal qu'au fur et à mesure qu'il le coupe.

**Sens de rotation des forets.** — Pour que tout le monde puisse se comprendre, il y a lieu de déterminer, une fois pour toutes, quel est le sens de rotation des forets. Les deux figures 150 et 151 permettent de se rendre compte de ce qu'on entend par forets tournant à droite et forets tournant à gauche.

**Forets à langue d'aspic** (fig. 152). — Ces outils sont munis de bords tranchants qui se rencontrent sur l'axe en formant un angle d'environ 80 degrés qui peut atteindre 115 degrés pour les forets puissants. Ces deux tranchants agissent simultanément, il faut donc, pour obtenir un bon centrage, que le foret soit symétrique. L'angle d'attaque, c'est-à-dire l'angle du tranchant, est d'environ 60 degrés. Remarquons que pour que les copeaux puissent sortir, il faut que l'outil soit dégagé.

Les forets à langue d'aspic tentent à disparaître. Il y a une vingtaine d'années, ces outils étaient couramment employés. Suivant l'importance des ateliers, ils étaient fabriqués par un outilleur ou par les ouvriers eux-mêmes. Il serait ridicule de préconiser l'emploi de ces forets qui n'ont pas, à loin près, le rendement des forets hélicoïdaux, cependant, il n'est pas superflu qu'un ouvrier connaisse ces outils et soit capable d'en fabriquer un s'il y est obligé par la nature de son travail.

**Forets hélicoïdaux** (fig. 153). — Les forets hélicoïdaux désignés, fréquemment sous le nom de « mèches américaines », sont fabriqués mécaniquement sur

des machines spéciales. Ces forets rendent de grands services à cause de la rapidité avec laquelle ils permettent de percer et aussi, lorsqu'une rupture malencontreuse ne les met pas hors d'usage, la possibilité de les affûter sans avoir à effectuer aucun

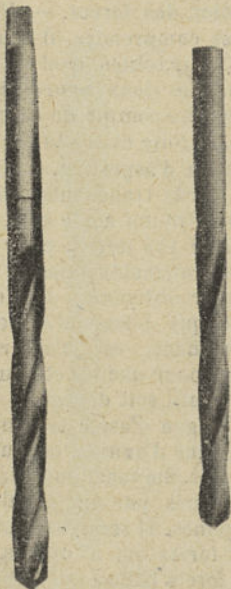


Fig. 153. — Forets hélicoïdaux.

travail de forge ni de trempe. On trouve dans le commerce des forets hélicoïdaux à queue cylindrique ou tronconique suivant que l'on veut se servir, pour les fixer sur les machines à percer, de



Fig. 154.

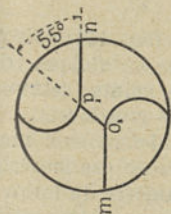


Fig. 155.

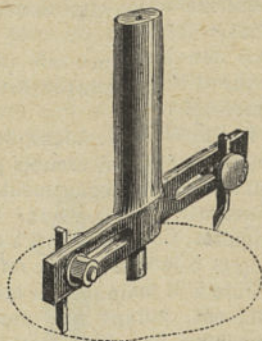


Fig. 156 bis. — Porte-lames.



Fig. 156. — Foret à béton.

mandrins à serrage concentrique ou d'un jeu de cônes.

Ce deuxième procédé nous paraît le plus économique et le plus simple, sauf pour les forets de petites dimensions.

Les forets hélicoïdaux ont l'aspect extérieur cylindrique, mais sont creusés par des rainures en hélice qui réalisent le dégagement de l'outil et par lesquelles s'évacuent les copeaux. Ils ont deux tranchants aiguisés. Contrairement à ce qui se pratique pour les forets à langue d'aspic ou à point central que l'on affûte à la main sur une meule, les forets hélicoïdaux doivent, autant que possible, être affûtés à la machine, car si un foret ne coupe pas ou est mal affûté, généralement on le brise à l'usage.

Les forets hélicoïdaux s'affûtent avantageusement sur des meules ayant un bâti spécial agencé pour placer l'outil à l'angle voulu. L'angle des arêtes tranchantes doit être d'environ 120 degrés. Le foret attaque le métal par les arêtes AC et BD (fig. 154). Il doit avoir de la dépouille, pour cela les angles en H doivent être plus petits que 90 degrés afin que l'outil ne talonne pas. On s'en rend compte en observant le foret en bout (fig. 155) l'angle supplémentaire de l'angle  $OPn$  doit être d'environ 55 degrés, si cet angle est plus petit, le foret est fragile, plus grand il ne coupe plus.

Disons encore que l'arête AB (fig. 154) doit être diminuée par un coup de meule en oblique, dans chaque rainure, pour dégager la pointe; cette opération ne se pratique que pour les gros forets.

Les avantages du foret hélicoïdal ne sont incontestables que lorsqu'on a à percer des matériaux d'épaisseur proportionnée au diamètre du foret. En chaudronnerie où on perce fréquemment des matières minces avec des forets d'un diamètre très supérieur



à l'épaisseur du métal, le rendement du foret hélicoïdal est médiocre au point de vue centrage et régularité des trous, de plus les ruptures d'outils sont fréquentes.

Dans ce cas particulier, on emploie, avec avantage, des forets à téton ou à point central (fig. 156), outils robustes dont les arêtes tranchantes sont en ligne



Fig. 157. — Fraises.

droite et attaquent le métal perpendiculairement à l'axe du foret.

Par extension, lorsque le trou à percer aura un grand diamètre, on se servira du porte-lame (fig. 156 bis). Cet outil se compose d'un fût dont un des bouts se fixe à la machine qui l'entraîne, l'autre extrémité, engagée dans un avant trou, sert au centrage; le fût porte une fenêtre dans laquelle, au

moyen d'une clavette, on fixe une lame ayant deux tranchants attaquant le métal sur la largeur minimum compatible avec la solidité de l'outil.

On enlève ainsi une couronne dont le diamètre extérieur est celui du trou et une rondelle concentrique. Cet outil permet de travailler régulièrement et économiquement puisqu'on enlève le minimum de métal.

Des dispositifs spéciaux, basés sur le même principe de coupe, permettent de pratiquer des ouvertures elliptiques.

**Fraises.** — Les fraises employées en chaudronnerie sont des outils qu'il ne faut pas confondre avec les fraises à tailler les métaux.

Ces outils (fig. 157) ont pour fonction d'aléser coniques des trous forés cylindriquement, dans lesquels on logera des têtes de rivets, de vis, de boulons, de prisonniers.

C'est, le plus souvent, un foret à langue d'aspic de grande dimension dont les deux tranchants présentent l'angle convenable pour la fraisure à exécuter. Cet angle est d'environ 80 degrés. Il varie suivant les travaux et peut atteindre 45 degrés pour des fraisures profondes.

Dans beaucoup d'ateliers de chaudronnerie, la fraise prend un aspect spécial. Lorsqu'on a beaucoup de trous à fraiser, il faut que ceux-ci soient identiques; si le métal est peu épais, on perce et on fraise avec le même outil, celui-ci est obtenu par la réunion bout à bout, sur un même fût, d'un foret à langue d'aspic, de la fraise qui convient, puis d'une partie plane servant d'arrêt et empêchant de fraiser plus loin.

Cet outil est à recommander.

Il existe également des forets-fraises à profil

hélicoïdal (fig.158) reposant sur le même principe.

Nous ne préconisons pas la fraise de forme à dents multiples (fig. 159), c'est un outil trop précis pour ce que le chaudronnier lui demande, il s'use rapidement et est d'un entretien coûteux.

**Gouges.** — Ces outils sont fabriqués en acier fondu et trempés (fig. 160). Les gouges ne sont pas, à proprement parler, employées pour chaudronner.



Fig. 158.  
Foret-fraise  
hélicoïdal.



Fig. 159.  
Fraise de forme  
à dents multiples.



Fig. 160.  
Gouge.



Fig. 161.  
Grattoir.

Comme les emporte-pièces, elles ne servent guère que pour la préparation des joints.

**Grattoirs.** — Il existe une infinité de formes de grattoirs; le plus souvent ils sont faits en meulant l'extrémité des tiers-points usagés.

Certains travaux nécessitent des grattoirs de formes spéciales, les ouvriers les confectionnent alors à la demande.

Les chaudronniers emploient principalement les grattoirs pour nettoyer le métal aux endroits qui doivent être brasés ou soudés ainsi que pour le finissage des soudures d'étain (fig 161).

**Passe-partout.** — Cet outil (fig. 162) est une sorte de burin spécial, à tranchant courbe dont se servent les chaudronniers pour pratiquer des ouvertures dans les pièces dont la forme et le métal permettent ce genre de travail.



Fig. 162. — Passe-partout.

Les passe-partout sont fabriqués en acier fondu, ils ont des dimensions variables appropriées au travail à exécuter.

**Limes et râpes.** — Une lime est un outil d'acier trempé dont les faces travaillantes sont recouvertes d'un grand nombre de dents.

Lorsqu'on frotte la lime sur une pièce, les dents attaquent le métal en enlevant des copeaux très minces (limaille). Si on examine une lime, on voit que les dents ne sont pas disposées suivant des lignes perpendiculaires au sens de marche, mais suivant une direction oblique. Cette fabrication est nécessitée par l'obligation de laisser s'écouler la limaille et ne pas encrasser la lime. En examinant davantage, on verra qu'en fait, les dents sont disposées suivant deux directions symétriques par rapport à l'axe de l'outil, afin d'avoir des dents à tran-



Fig. 463. — Lime plate.



Fig. 464. — Lime bâtarde.



Fig. 465. — Lime demi-ronde.



Fig. 166. — Lime triangulaire (tiers-point).



Fig. 167. — Lime quadrangulaire (carreau).



Fig. 168. — Lime ronde (queue de rat).

chant plus aigu et un plus grand nombre de points d'attaque.

Toutes les limes courantes sont des limes à deux tranchants, c'est-à-dire qu'elles sont taillées suivant deux directions, obliques l'une par rapport à l'autre et par rapport à l'axe de la lime. Les dents d'une lime ne sont donc pas disposées immédiatement les unes derrière les autres, il s'ensuit que le travail à la lime enlève le métal suivant un plan et non suivant des sillons correspondant à chaque rangée de dents.

Les limes sont, suivant le travail qu'on doit en obtenir, de formes assez variées et de dents plus ou moins grosses. Plus les dents sont grosses, plus le

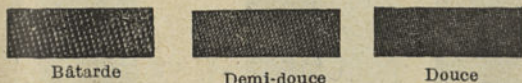


Fig. 169. — Grain des limes.

travail est considérable mais, par contre, plus il est imparfait.

On désigne les limes suivant leur forme, leur grain, leur dimension.

Elles sont plates (fig. 163), bâtardes (fig. 164), demi-rondes (fig. 165), triangulaires (tiers-points) (fig. 166), quadrangulaires (carreaux) (fig. 167), rondes (queues de rat) (fig. 168); le grain sera bâtard, demi-doux, doux (fig. 169).

Remarquer que généralement la lime n'a pas partout la même épaisseur, elle est plus mince au bout qu'au milieu et diminue ensuite légèrement vers la soie (partie non taillée précédant la queue). Cette disposition a pour but de donner à l'outil une plus grande résistance, de faciliter le dressage, de plus,



Plate.



Demi-ronde.



Ronde ou queue de rat.

Fig. 170. — Râpes.





Plate.



Demi-ronde.

Fig. 171. — Ecouennes ou limes à étain.

cette forme obligeant l'outil à se déplacer perpendiculairement à son mouvement de translation augmente automatiquement l'effort d'application.

**Les râpes** (fig. 170) sont des limes pour le bois et les métaux mous; elles ont les mêmes formes que les limes, mais diffèrent par la denture qui est plus écartée.

La matière étant moins résistante, les copeaux détachés sont plus gros et ont, par conséquent, besoin d'un plus grand dégagement.

En terme commercial, la denture des râpes s'exprime en grosse, moyenne et fine piqures.

Il y a une catégorie spéciale de râpes pour travailler l'étain et le plomb, les *écouennes* ou limes à étain (fig. 171). Ce sont des limes à grosse denture, à une seule taille de dents. Elles servent à égaliser les travaux de soudure à l'étain et au plomb.

**Scies à métaux.** — Les scies ne sont, à proprement parler, qu'une série d'outils tranchants (les dents) assemblés les uns à la suite des autres par la lame proprement dite. Cette lame peut être droite ou circulaire.

Chacune des dents attaque le métal en un point plus bas que la précédente, puisque celle-ci a déjà travaillé et enlevé un copeau très mince. En conséquence, comme tous les outils de coupe, la scie doit être animée simultanément de deux mouvements rectangulaires; un mouvement de marche dans le sens de la coupe et un mouvement d'avance perpendiculaire à la coupe.

Une certaine partie de l'outil se trouvant, pendant la coupe, emprisonnée dans la pièce, on a dû se préoccuper de l'éjection des copeaux; pour cela il faut : 1° que les dents ne soient pas trop petites (ni trop grandes, car elles deviennent fragiles); 2° que la lame

de la scie ait une section trapézoïdale, la grande base du trapèze étant formée par la largeur d'une dent; c'est ce qu'on appelle la voie. La voie est obtenue souvent en adoptant une disposition différente. Au lieu d'agir sur la forme de la section de la lame,



Fig. 172. — Scie à poignée à lame large.

on incline légèrement les dents, successivement, de part et d'autre. Cette fabrication ne donne d'ailleurs de bons résultats que si les lames de scie ne doivent pas être réaffûtées, l'affûtage ayant pour conséquence de diminuer la voie.

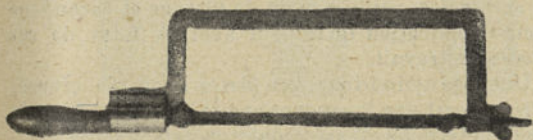


Fig. 173. — Scie à monture à lame étroite.

Il y a des scies à main et des scies mécaniques. Les scies à main sont de deux types : 1° les scies à poignées à lames larges (fig. 172); 2° les scies à monture à lames étroites (fig. 173).

Les scies à poignée sont rigides, d'une section trapézoïdale, elles se réaffûtent. Ces outils ont l'avantage de pouvoir être employés pour tous les travaux

de chaudronnerie ; l'absence de monture et leur rigidité permet de s'en servir quelle que soit la longueur du trait de scie, ils ont l'inconvénient de ne pouvoir scier suivant une courbe.

Les scies à monture sont formées par une mince bande d'acier dentée sur un des cans. Ces lames sont montées sur un cadre rigide qui les soutient et permet de les tendre. Généralement ces scies ne se reaffûtent pas ; en fabrique la voie leur est donnée par l'inclinaison des dents.

Ajoutons qu'on ne doit pas appuyer fortement sur une scie, et qu'on facilite le travail, sur l'acier et le fer seulement, en arrosant la coupe à l'eau de savon.

**Tarauds et filières.** — Le taraudage et le filetage ne sont, à proprement parler, que des opérations accessoires du métier de chaudronnier.

Les pièces filetées (vis, boulons, etc.), sont employées par le chaudronnier, mais il ne les fabrique généralement pas. Il est nécessaire cependant qu'il sache se servir des outils à main de filetage et taraudage pour l'application qu'il peut avoir à faire de ces modes de travail.

Une tige cylindrique sera filetée si on y a creusé, sur une certaine longueur, une rainure en hélice de profil déterminé (trapézoïdale ou triangulaire).

Un cylindre creux sera taraudé si on a pratiqué à l'intérieur une rainure identique à celle obtenue par filetage sur le cylindre.

Pour faire ces deux opérations, on se servira d'une filière et de tarauds.

Le taraud est, en principe, un outil cylindrique en acier trempé. Il est constitué par une partie filetée, dégagée de manière à réaliser une série d'outils tranchants répartis sur une rampe hélicoïdale. Chacun des tranchants possède donc une dépouille et un

angle d'attaque. Ces angles sont identiques à ceux de tous les outils de coupe.

Pour tarauder un trou, on y introduit un taraud de diamètre approprié ; on fait tourner l'outil à l'aide d'un tourne-à-gauche, la rotation du taraud amenant sa pénétration.

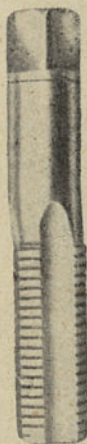


Fig. 174.

Taraud conique.



Fig. 175.

Taraud cylindro-conique.



Fig. 176.

Taraud cylindrique.

Pour obtenir de bons résultats, il faut que le taraud soit bien huilé ou arrosé et qu'on n'appuie pas sur l'outil comme beaucoup d'ouvriers se croient obligés de le faire. Un taraud doit travailler sans effort excessif et progresser de lui-même.

Au début de l'opération, il serait difficile d'introduire un taraud cylindrique dans un trou, pour

obvier à cet inconvénient on a créé trois sortes de tarauds : le taraud conique (fig. 174), le taraud cylindro-conique (fig. 175), le taraud cylindrique (fig. 176), ces trois outils sont employés les uns



Fig. 177.  
Filière à lunette.



Fig. 178.  
Filière à coussinets.

après les autres, le taraud cylindrique servant à faire la passe de finissage.

Nous répétons qu'on ne doit pas appuyer sur un taraud pour le faire *mordre*, à plus forte raison on ne doit jamais frapper sur cet outil. Il faut de plus que le tourne-à-gauche soit de point avec le carré du taraud.

La filière est constituée par une cage munie de poignées, dans laquelle on place la lunette ou les coussinets, outils en acier, trempé possédant en creux un profil identique à celui du taraud et agissant de la même manière (fig. 177 et 178).

Le rapprochement des coupes des coussinets à l'aide d'une vis de réglage a laptée à la cage de la filière, joue le même rôle que les trois tarauds de série. On obtient un filet bien fait en serrant progressivement les coussinets; graisser la partie travaillée et tourner la filière d'un mouvement constant pour éviter les arrachements et faciliter la coupe.

Les filetages sont très divers. Ils diffèrent comme profil suivant que le filet est triangulaire, trapézoïdal, etc.

Nous citerons, sans les définir, le *pas français*, le *pas du système international*, le *pas Withworth*, le *pas Sellers*, le *pas marine*, le *pas du gaz*. — Le pas du gaz est surtout employé pour les raccords de tuyautages. Il a un profil triangulaire aux angles arrondis et un pas très fin. Il est utilisé sur des objets coniques et est à peu près le seul faisant une étanchéité suffisante pour les usages normaux : eau, gaz, vapeur basse pression.

Les autres pas se rencontrent sur les boulons, prisonniers, vis et écrous. La diversité des pas de vis a créé de nombreuses difficultés. Hors le pas du gaz, qui est spécial, on tente à réduire le nombre des divers pas cités plus haut.

On ne trouve plus guère, en outillage neuf, que le pas du système international, le pas Withworth ou anglais et le pas Sellers ou américain.

Le pas du système international est métrique, il va de 1 à 7 millimètres pour des vis ou boulons de 6 millimètres à 80 millimètres de diamètre. Les pas Withworth et Sellers se comptent en nombre de

filets au pouce (le pouce vaut 25 millimètres  $\frac{4}{10}$ ).

### Outils de séparation.

**Cisailles.** — Pour couper une pièce métallique, nous avons vu qu'il fallait réduire en copeaux une zone très faible de métal (sciage, saignées au bédane ou au passe-partout) ou bien la séparer par une coupe qui, le plus souvent, est longue et difficile à exécuter (burinage).

On peut couper le métal, sans faire de copeaux, vite et sans difficulté, en se servant des outils de séparation.

Toute cisaille à main est constituée en principe par deux lames d'acier présentant chacune un angle de coupe voisin de 80 degrés; ces deux lames sont animées d'un mouvement relatif tendant à les rapprocher par les parties tranchantes.

Si on place une feuille de métal entre les deux tranchants on applique, par l'intermédiaire des lames, des efforts inverses dans deux plans très voisins, ces deux plans tendent à glisser l'un par rapport à l'autre.

La surface métallique intéressée étant très faible, l'effort local unitaire est très grand et, s'il dépasse la résistance du métal, il y a séparation; le métal se brise dans cette partie, il est coupé par cisaillement.

Les lames des cisailles sont mises en mouvement soit à la main, soit mécaniquement.

Dans certains modèles, les deux lames se déplacent simultanément, dans d'autres une lame est fixe, l'autre est mobile. Les lames se meuvent soit parallèlement à elles-mêmes, soit en tournant autour d'un axe perpendiculaire ou non au plan des tranchants.



Il existe donc une infinité de cisailles dont nous donnons ci-dessous quelques modèles.

Les coupes faites à la cisaille sont d'autant plus parfaites que l'épaisseur du métal coupé est plus faible.

Une coupe, dans une tôle de faible épaisseur, sera sensiblement perpendiculaire à la face, elle sera oblique si l'épaisseur atteint 7 à 8 millimètres; cela provient des jeux inévitables avec les efforts utilisés.

Une coupe à la cisaille dans une tôle épaisse aura généralement besoin d'être revue et dressée pour un travail soigné.

Cisaille à main ordinaire (fig. 179). — Le mouve-



Fig. 179. — Cisaille à main.

ment des deux tranchants est obtenu en faisant tourner, d'une seule main, les lames autour d'un axe perpendiculaire à la ligne de coupe, en rapprochant l'un de l'autre deux leviers prolongeant les lames.



Fig. 180. — Cisaille à lames courbes dite « universelle ».

Comme variante de la cisaille à main à tranchants droits, nous trouverons (fig. 180) les cisailles à lames courbes permettant de *chantourner* des pièces de faible épaisseur.

La cisaille d'établi (fig. 181) n'est qu'une cisaille à main agrandie dont on fixe un des leviers sur l'éta-

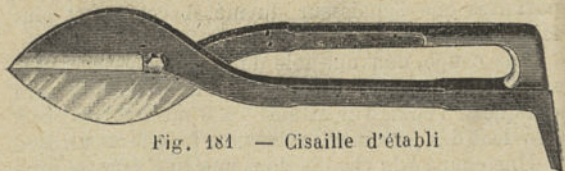


Fig. 181 — Cisaille d'établi

bli, la coupe se faisant en manœuvrant l'autre levier.

La cisaille à bras ou d'atelier (fig. 182) dont un

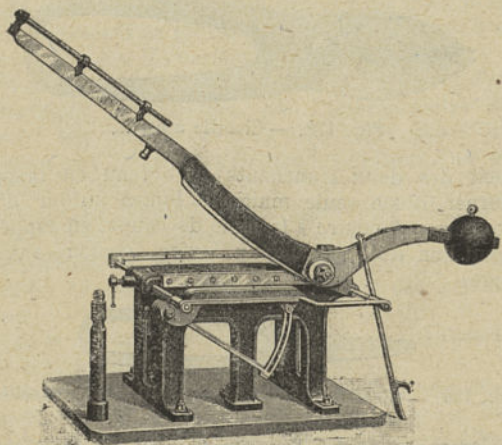


Fig. 182. — Cisaille d'atelier.

des couteaux est fixé sur un socle et l'autre, prolongé par un bras, permet d'obtenir un effort su-

fisant, elle est plus puissante que la cisaille d'établi.  
Afin d'augmenter la force appliquée aux tranchants,

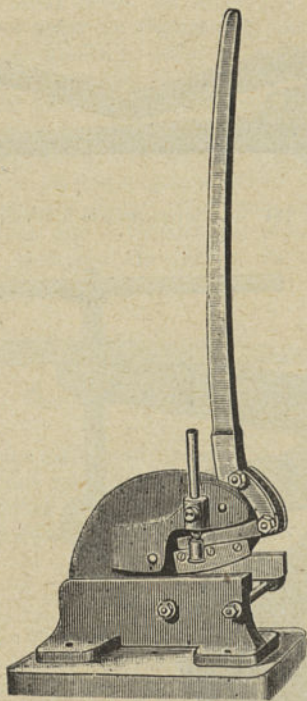


Fig. 183. — Cisaille à démultiplication.

on a construit des cisailles à démultiplication (fig. 183),  
un jeu de leviers permet de faire un effort d'autant

plus grand que la longueur coupée est plus faible, par conséquent de trancher des tôles plus épaisses.

**Poinçons.** — Le poinçon est un outil dont les



Fig. 184. — Poinçonneuse à leviers.

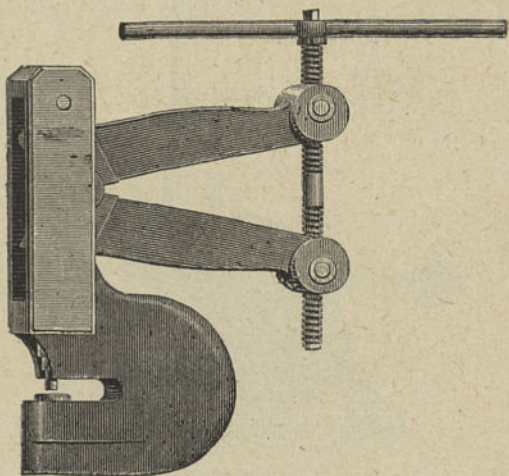


Fig. 185. — Poinçonneuse à vis, système Duplex.

bords tranchants ne forment pas une ligne droite comme les cisailles, mais une figure fermée.

Les poinçons travaillent comme les cisailles.

L'une des lames devient un poinçon prismatique, l'autre devient la matrice, cette deuxième lame possède en creux (avec un léger jeu accentué en dessous pour aider au dégagement) une ouverture de section semblable à celle du poinçon et dans laquelle celui-ci coulisse.

Ces outils, quand ils sont manœuvrés à la main, sont montés soit sur des combinaisons de leviers (fig. 184), soit sur des vérins à vis (fig. 185).

Le poinçon est fréquemment utilisé comme outil de percussion par chocs ; c'est une tige en acier (fig. 186) dont une extrémité est mise de forme, dressée et trempée. On frappe au marteau sur l'autre extrémité.



Fig. 186. — Poinçon à main.

La matrice est constituée par une pièce métallique forée, une galette de plomb ou un morceau de bois dur utilisé parallèlement aux fibres (en bout).

Cet outil s'emploie surtout pour percer la tôlerie mince.

### Outillage général.

Les outils compris sous cette appellation ne nécessitent pas, à part quelques exceptions, une description particulière ; sous chaque figure nous indiquons succinctement leur utilisation.

**Bouterolles.** — Ces outils sont confectionnés en acier fondu et trempés.

Très employés en chaudronnerie, ils sont indispensables pour former la tête des rivets.

Les bouterolles à main (fig. 187) sont employées pour la mise en place des rivets qui peuvent être écrasés et bouterollés par un ouvrier.



Fig. 187. — Bouterolle à main.

Les bouterolles emmanchées (fig. 188) servent pour les rivetages où le concours d'un frappeur est nécessaire.

En général, les bouterolles sont forgées puis, la partie de l'outil qui doit servir à former le rivet est faite au tour, on les trempe ensuite au bleu clair.

Il arrive quelquefois qu'on ne dispose pas d'une bouterolle, répondant au genre de rivetage que l'on doit exécuter ou bien, celle que l'on possède étant



Fig. 188. — Bouterolle emmanchée.

cassée, il est nécessaire de la remplacer immédiatement. Le plus souvent, il n'y a pas de tour dans les ateliers de chaudronnerie. Voici un procédé dont nous nous sommes toujours fort bien trouvés, surtout pour les bouterolles à main de dimensions courantes.

Préparer le tout d'acier comme si la bouterolle devait être faite au tour. (Les bouterolles cassant le plus souvent à l'extrémité peuvent être réemployées après forgeage.)



Fig. 189. — Broche conique.



Fig. 191. — Chasse-rivet.



Fig. 190. — Broche filetée.



Fig. 192. — Chasse-agrafes.



Fig. 193. — Clefs simples.



Fig. 194. — Clef à molette.



Fig. 195.  
Clef à tubes.

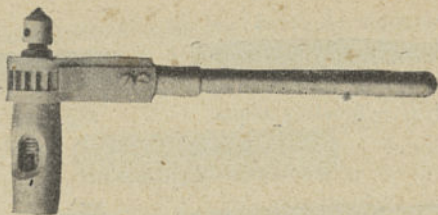


Fig. 196. — Cliquet ou fût à rochet.

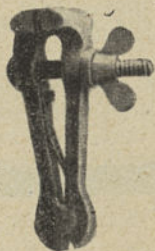


Fig. 198.  
Étau à main.

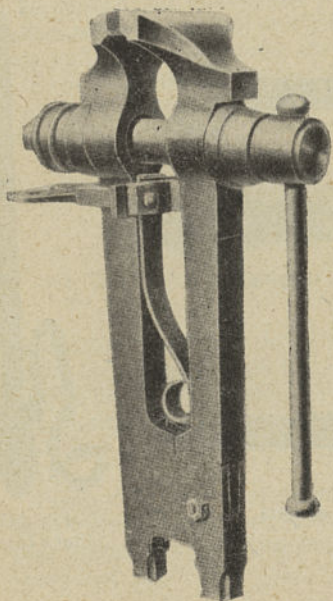


Fig. 199. — Étau à pied.  
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1



Fig. 197.  
Coupe-boulons.



Déterminer le centre et le pointer. Choisir un foret d'un diamètre légèrement plus petit que la tête du rivet et percer la bouterolle en arrêtant l'opération aussitôt que la fraisure atteint le diamètre du foret.

Chauffer le bout ainsi préparé au rouge vif et terminer l'empreinte soit sur une tête de rivet, soit avec un poinçon dont le bout aura été mis à la forme voulue.

Recuire, puis limer le bord et tremper.

Certaines qualités d'acier donnent de mauvais résultats en employant cette méthode. En se servant d'acier fondu, si l'on a soin de ne pas trop chauffer, les bouterolles faites comme nous venons de dire sont très résistantes, elles éclatent rarement, le seul inconvénient est que les têtes de rivets ne sont pas aussi nettes comme lorsque l'outil a été tourné.

**Le cliquet** (fig. 196) se compose d'un fût recevant le foret; ce fût porte un rochet sur lequel s'engrène un cliquet articulé au levier. L'extrémité du fût opposée au foret reçoit une vis dont la tête est formée par une partie cylindro-conique.

Cet outil permet de forer des trous en coinçant le foret entre la pièce à percer et un bâti fixe (Z, cales, etc).

C'est une machine à percer d'un faible débit mais très utile pour les travaux à exécuter sur place.

**Le fer à souder** est un outil employé pour faire les soudures à base d'étain; il est destiné à transporter à l'endroit voulu une masse chaude, possédant une grande quantité de chaleur, à laquelle on peut faire des emprunts pour fondre la soudure et chauffer la pièce.

Le meilleur métal courant capable de retenir une grande quantité de chaleur est le cuivre. Les fers

à souder sont donc des outils en cuivre fixés sur une monture en fer terminée par un manche en bois.

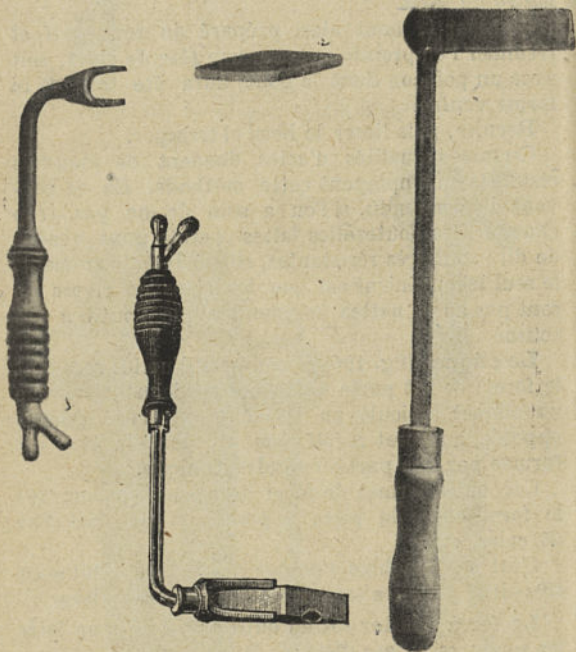


Fig. 200.  
Fer à souder à gaz de ville.

Fig. 201.  
Fer à souder.

Il existe également des fers à souder montés sur de petits chalumeaux spéciaux à gaz de ville (fig. 200). Ils ont l'avantage, étant fixés sur le chalu-

meau, d'être constamment chauds, si l'on a soin de les faire lécher par une flamme réglée pour ne pas nuire au soudeur.

**Les lampes à souder** servent au chaudronnier pour étamer ou souder les pièces qui, pour une raison quelconque, ne peuvent être étamées au feu ni soudées au fer.

Pour ce genre de travaux, les lampes à souder remplacent le chalumeau.

Ces appareils étant de dimensions réduites et

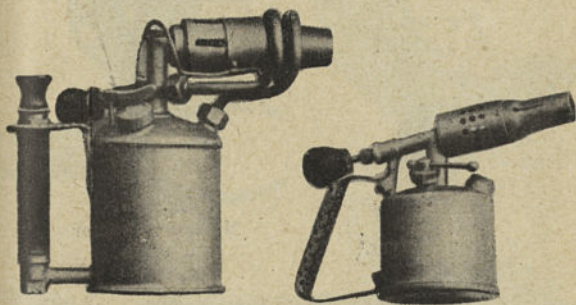


Fig. 202. — Lampe à souder.

facilement transportables rendent de grands services pour les travaux de soudure à effectuer sur place.

La lampe à souder est indispensable aux plombiers.

#### **Matoirs.**

Ces outils (fig. 206, 207, 208, 209) sont fabriqués en acier fondu, comme pour les burins, bédanes, poinçon à main, etc., seule la partie qui travaille est trempée. Il existe différents modèles de matoirs suivant la nature des pièces dont les joints doivent être matés.



Fig. 203.  
Fil à plomb.



Fig. 204.  
Fontaine à river.



Fig. 205.  
Machine à percer  
à main.



Fig. 206. — Matoir



Fig. 207.  
Matoir plats

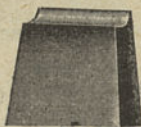


Fig. 208.  
Matoir à  
baguette.



Fig. 209.  
Matoir pour  
rivets.



Fig. 210. — Niveau à bulle d'air.



Fig. 211. — Pince coupante.



Fig. 212. — Pince plate.

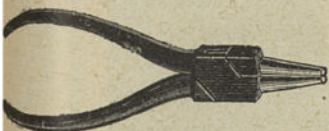


Fig. 213. — Pince ronde.



Fig. 214. — Pince universelle.

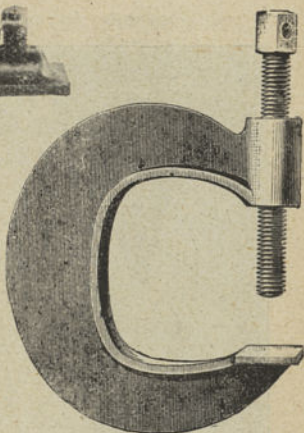


Fig. 215. — Presses à vis.

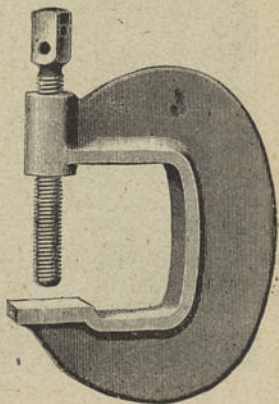


Fig. 216. — Presse à vis.



Fig. 217. — Rouleau en bois. Remarquer sur la figure : à gauche, une boule relevée; à droite, une bigorne relevée.

Les chaudronniers doivent savoir confectionner les matoirs à main.

Dans les ateliers importants, les matoirs sont montés sur des appareils à air comprimé appelés *pistolets* (marteaux automatiques)

### Rouleau en bois pour le cintrage des métaux en feuilles minces.

Beaucoup d'ateliers ne possèdent pas de machine à rouler, on se sert alors, pour le roulage des tuyaux principalement, d'un dispositif très simple (fig. 217) qui permet d'obtenir une forme suffisamment approchée pour que la jonction puisse être pratiquée ; celle-ci étant faite, un planage convenable donne aux pièces une forme régulière. L'effort étant produit directement par l'ouvrier, on comprend que ce moyen de roulage n'est possible que pour les métaux en feuilles minces.

On rencontre surtout ce dispositif dans les ateliers de fumisterie, zinguerie et ferblanterie.

### Outillage mécanique.

**Cisailles et poinçonneuses.** — Il n'est guère possible de construire des cisailles capables de cou-

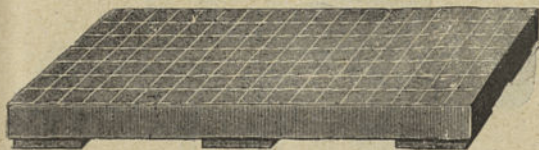


Fig. 218. — Tas à dresser.

per les tôles épaisses ou de grandes dimensions, ayant la même disposition que les cisailles à main.

Des considérations mécaniques s'y opposent,

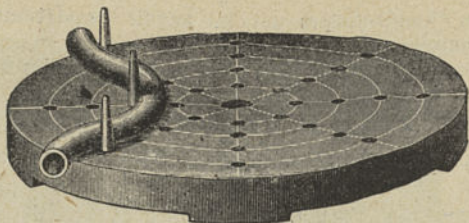


Fig. 219. — Tas rond percé pour cintrer lestayaux



Fig. 220. — Tournevis.

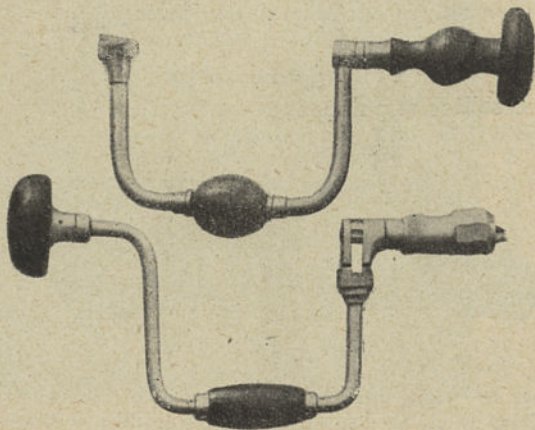


Fig. 221. — Vilebrequins.



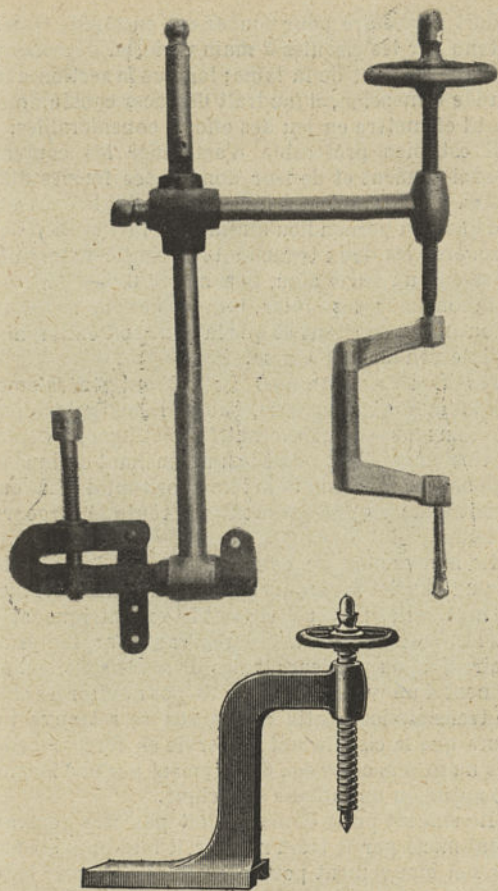


Fig. 222. — Z de perçage.

l'effort nécessaire pour couper est constant, et celui obtenu par les cisailles à main varie, en décroissant, de l'axe au bout de la lame; lorsque la section a une grande dimension, il faudrait déplacer constamment l'outil et mettre en jeu des efforts considérables.

Il est bien préférable d'actionner les couteaux mécaniquement et de leur donner des formes différentes. Par exemple une lame sera fixe et la deuxième se déplacera perpendiculairement à la direction de la première; les deux tranchants faisant constamment entre eux un angle aigu, dépendant de la course et de la longueur des lames, tel que l'effort nécessaire à l'outil soit constant et que la lame soit entièrement utilisée pendant sa course.

*Les cisailles mécaniques* (fig. 223) ont généralement une lame horizontale fixe, l'autre lame, guidée pour avoir un mouvement alternatif et rectiligne, se déplace verticalement. Elle possède un tranchant oblique par rapport au tranchant de la lame horizontale. La coupe se fait donc progressivement sur toute la largeur de la lame.

Le mouvement est communiqué à la lame mobile par un chariot sur lequel agit, soit un ensemble bielle et manivelle, soit un ensemble excentrique et sa barre, calés sur un arbre recevant, par l'intermédiaire d'un ou plusieurs trains d'engrenages, le mouvement d'un volant nécessaire pour éviter les chocs de transmission. Cette disposition se retrouve toujours que la cisaille soit desservie en force motrice, à la main, à la courroie, directement par une machine à vapeur ou un moteur électrique.

Le chariot porte-lame ne doit pas être constamment mené par le train moteur, il faut pouvoir arrêter son mouvement pour permettre de placer la tôle à couper et aussi pour obtenir une marche à vide suffisamment longue pour donner au volant une

vitesse telle que la force vive emmagasinée lui permettra de restituer de grands efforts. Dans ce but, la jonction entre le chariot et la bielle, est interrompue, le volant travaille à vide; l'introduction soit

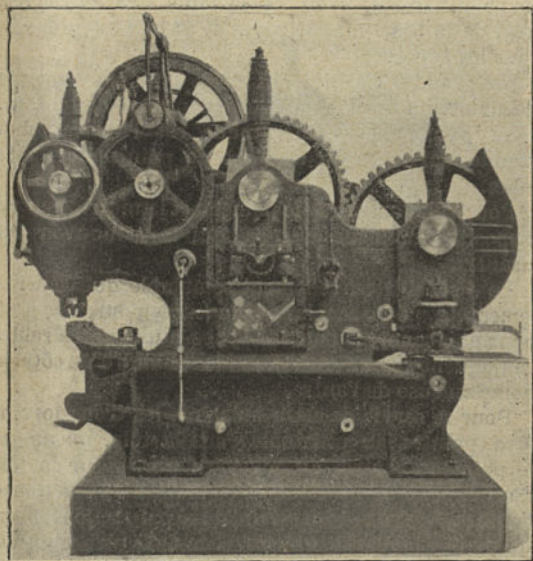


Fig. 223. — Cisaille-poinçonneuse mécanique.

d'une came, d'un coin, ou d'un embrayage, dans le système et tout en prise, la cisaille peut alors couper.

Il ne faut manœuvrer ce dispositif que lorsque la tôle est placée dans une position conforme à la coupe que l'on doit exécuter.

Eliminer autant que possible le jeu des lames des cisailles, ce jeu fait racher la coupe. Une cisaille ayant trop de jeu coupe malproprement et nécessite un effort beaucoup trop considérable.

Les lames des cisailles doivent avoir des angles de coupe différents, celui de la lame fixe 90 degrés, celui de la lame mobile varie de 84 à 87 degrés suivant les types.

Les grandes cisailles ont deux systèmes moteurs (bielle et manivelle conjugués) et parfois davantage.

La poinçonneuse mécanique est l'utilisation à grande puissance du système de poinçonnage à la main.

Pour cela, on monte le poinçon et la matrice sur un dispositif analogue à celui qui fait mouvoir les cisailles.

Le dispositif est tellement semblable que généralement la même machine est agencée pour couper ou pour poinçonner; d'autres types plus considérables conjuguent sur un même bâti la cisaille d'un côté, la poinçonneuse de l'autre.

Pour se servir de cette machine, les trous doivent être pointés au préalable dans la tôle, on amène le pointeau central du poinçon à porter sur la tôle dans le coup de pointeau, à ce moment on actionne l'embrayage et le trou est pratiqué par l'enfoncement du poinçon dans la matrice. Comme le poinçon peut, parfois, rester engagé dans le trou qu'il vient de pratiquer, un étrier empêche la tôle de remonter avec lui; pour permettre à l'outil de mieux travailler et de se dégager facilement, il est bon de graisser le poinçon à l'huile.

Une variante de cisaille est la cisaille circulaire (fig. 224). Cette machine est surtout employée pour les tôleries minces. Son principe repose sur l'utilisation du frottement produit par le pincement de la

tôle à couper entre les arêtes de deux lames circulaires tournant comme des galets.

Une fois la tôle engagée, le mouvement se produit de lui-même. Les galets ont une arête de coupe

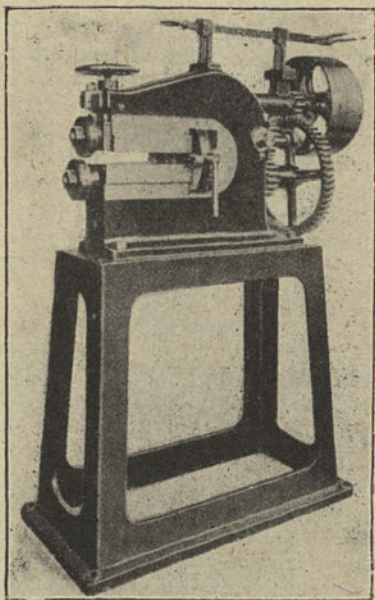


Fig. 224. — Cisaille circulaire.

d'environ 86 degrés. Cet outil a l'avantage de ne pas avoir de course de retour. Il est souvent combiné avec un dispositif de centrage permettant de découper des disques ou des secteurs automatiquement.

Certains modèles réalisent l'angle de coupe en inclinant les axes des galets de 25 degrés environ.

Ce genre de cisaille est surtout employé dans la fabrication en série.

La forme des lames des cisailles peut être appropriée à celle des pièces à couper. C'est ainsi qu'avec des lames spéciales, on peut couper des profilés.

La disposition des cisailles et poinçonneuses permet, généralement, de monter ces sortes de lames à la place des outils ordinaires.

Il existe néanmoins des cisailles spéciales construites pour couper uniquement les profilés.

Quelques types de cisailles-poinçonneuses combinent sur le même bâti la cisaille à lames droites, la poinçonneuse, la cisaille à profilés et aussi un dispositif permettant de tronçonner des barres (rivets, fers ronds, carrés, etc.).

**Forages.** — Les forages ou machines à percer sont les outils qui, au moyen des différents genres de forets, permettent de pratiquer des trous dans les pièces (fig. 225).

Tous les forages, quel qu'en soit le modèle, sont munis de dispositifs permettant de donner au foret deux mouvements simultanés, la rotation et l'avance suivant l'axe de rotation. Beaucoup de types de forages ne permettent que ces deux mouvements : d'autres y adjoignent un troisième mouvement qui n'est qu'accessoire, il permet de déplacer le foret, parallèlement à son axe de rotation, en déplaçant tout l'ensemble. Ce genre porte le nom de *perceuse radiale* parce que, généralement, la machine se déplace autour de l'axe d'une colonne faisant partie du bâti.

Beaucoup de systèmes de forages sont munis d'un plateau mobile verticalement et horizontalement ; ce plateau porte toujours un appareillage pour serrer

et maintenir les pièces à percer (étau, chiens, trous à valets).

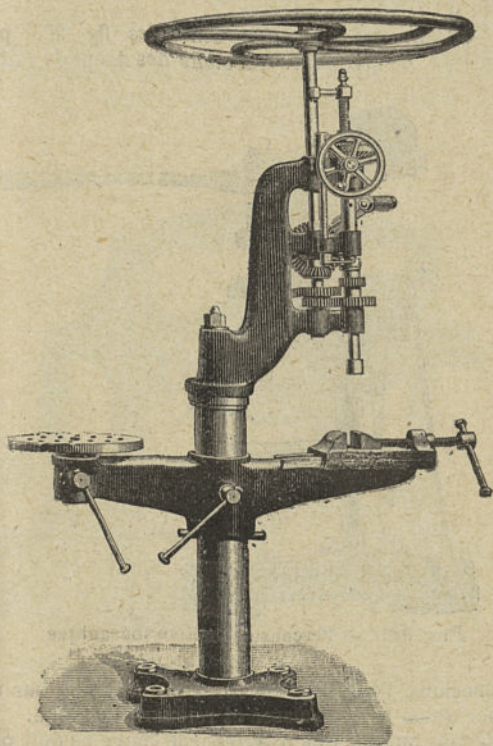


Fig. 223. — Forage.

L'avance du foret est donnée soit à la main en agissant sur un volant, soit automatiquement en fai-

sant manœuvrer ce volant par un linguet mû par la machine, l'avance est alors proportionnelle à la rotation du foret.

Certaines machines dites *sensitives* (fig. 226) permettent de percer rapidement des trous de faibles

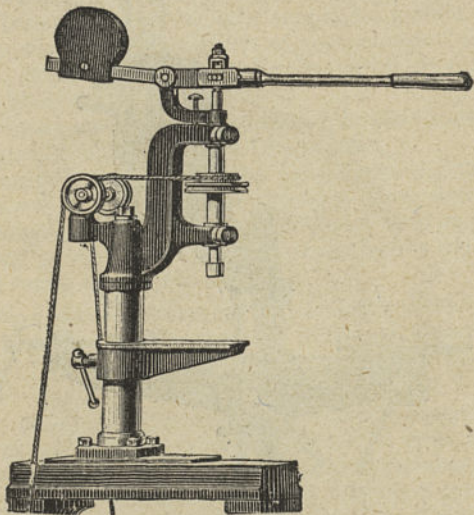


Fig. 226. — Perceuse sensitive mécanique.

dimensions, l'équipage du foret étant monté sur un levier qu'on peut abaisser et relever à la main.

Ne pas oublier que la vitesse de coupe ne doit pas dépasser certaines valeurs; la vitesse de rotation du foret et son avance doivent diminuer avec son diamètre, et en tenant compte de la nature du métal percé.



**Machines à rabattre ou à plier.** — Pour plier une feuille de tôle, c'est-à-dire pour transformer son plan en deux plans faisant entre eux un angle quelconque, il faut, si ce travail est fait à la main, se servir de maillets ou marteaux et d'arêtes d'outils. Cette façon d'opérer, acceptable pour une arête de

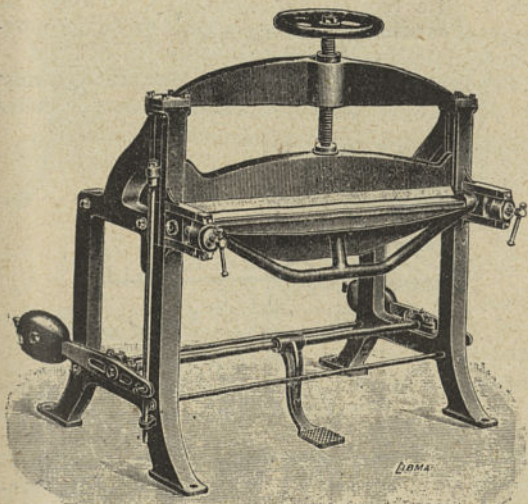


Fig. 227. — Machine à rabattre ou à plier.

faible longueur, devient longue, coûteuse et difficile à réaliser lorsque la ligne de pliage a une longueur considérable. Il est économique, préférable et de meilleur rendement de se servir des machines à rabattre.

Ces machines (fig. 227) sont formées en principe par

deux tabliers réunis sur un même bâti : l'un susceptible de se déplacer parallèlement à lui-même, permet, au moyen de vérins, d'assujettir sur le plateau de la machine la feuille à plier, cette feuille est placée de telle façon que l'arête de pliage coïncide avec la rive du tablier qui la maintient (fig. 227 bis). L'autre tablier est libre de tourner autour d'un axe parallèle à cette rive et, par conséquent, à l'arête. En relevant ce tablier, on oblige la tôle à suivre son mouvement et on la ploie à l'angle voulu.

Les dispositions des machines à plier sont variables en détail, mais toutes sont conçues dans le même

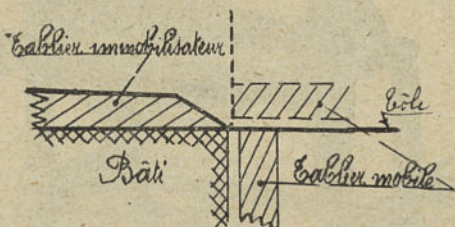


Fig. 227 bis.

esprit ; elles ont toutes deux tabliers mobiles et un dispositif, permettant de reculer le tablier basculant, pour faire l'angle du pli plus ou moins aigu et aussi pour tenir compte de l'épaisseur du métal ouvré.

Un type de plieuse permet de serrer la tôle à l'aide du tablier mobile (fig. 228), le pli étant fait en prenant appui sur le bâti.

D'autres sont munis d'un dispositif de serrage, desserrage et relevage rapide du tablier immobilisateur, d'un dispositif permettant de fixer l'angle que

doivent faire les plans après pliage, d'autres, plus perfectionnées, sont mues par des moteurs électriques lorsque la force humaine devient insuffisante ou trop lente; d'autres encore sont munis de dispositifs spéciaux en vue d'une fabrication déterminée (gradins, plis doubles, bords roulés, etc.).

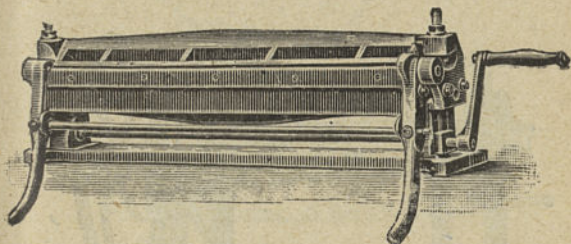


Fig. 228. — Plieuse universelle.

**Machines à rouler.** — Courber une bande de tôle sur une barre est une opération qui devient très délicate, si cette bande a une très grande largeur, impossible même si la tôle est épaisse. A ce moment l'emploi de la machine s'impose.

Dans ce but, on se sert de la machine à rouler (fig. 229), appelée parfois, improprement à notre avis, laminoir à courber.

Cette machine est, en principe, composée de trois rouleaux cylindriques mus soit à la main, soit au moteur, par un système d'engrenages qui leur donne la même vitesse circonférencielle.

Généralement, deux rouleaux occupent une position invariable l'un par rapport à l'autre, le troisième rouleau peut se déplacer parallèlement à son axe.

Le sens de rotation des cylindres est tel qu'une

tôle placée sur les deux cylindres à position fixe et pressée par le troisième rouleau avance d'elle-même et se courbe (fig. 230).

On conçoit donc que plus l'écart entre le rouleau cintreur et les rouleaux d'entraînement est faible, plus la courbe réalisée aura un rayon petit.

En montant sur la machine des rouleaux cintreurs

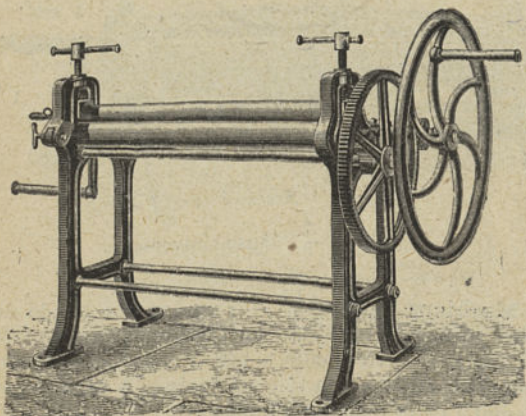


Fig. 229. — Machine à rouler.

de diamètres différents, on peut exécuter des courbes fermées de dimensions variées.

L'appareil permet en outre de dégager facilement une des extrémités du rouleau cintreur, pour enlever la tôle, lorsque celle-ci a pris la forme d'un cylindre complet.

Un appareil spécial est le rouleau à cintrer les boudins ou les bords des tôles. Il se compose d'un cylindre d'acier de petite dimension creusé sur toute

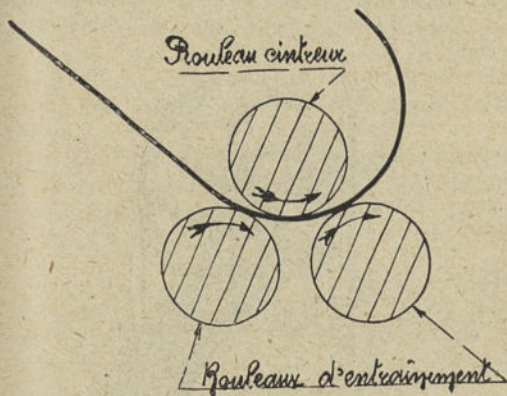


Fig. 230.

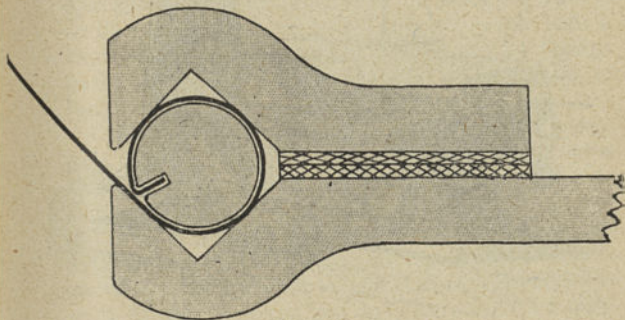


Fig. 231.

sa longueur, suivant une génératrice par une rainure assez profonde. Il est complété par une pièce en fonte, en deux parties, présentant une cannelure qui reçoit le cylindre.

En introduisant le bord de la tôle dans la rainure et en tournant le cylindre dans la cannelure, on

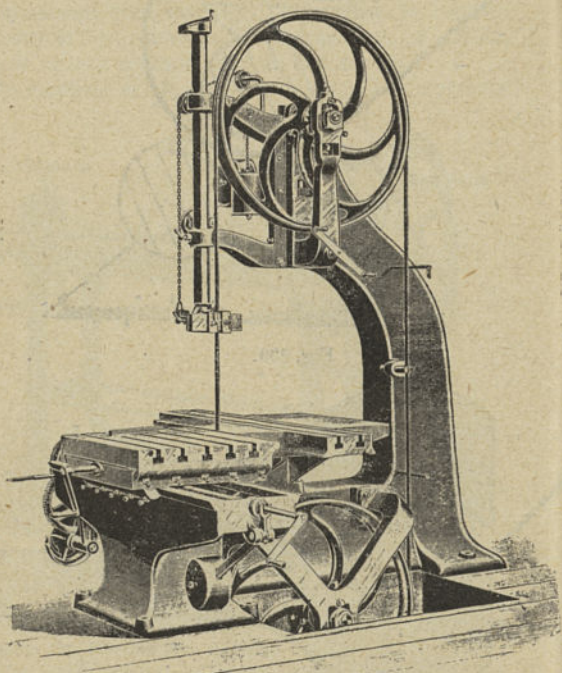


Fig. 232. — Scie à ruban.

enroule la tôle dans le cylindre (fig. 231). Le travail fait, il n'y a plus qu'à enlever le cylindre.

**Scies à ruban.** — Les scies à main sont des scies

alternatives qui ne peuvent donner qu'un faible débit puisqu'une course sur deux ne travaille pas.

La scie à ruban (fig. 232) supprime la course de retour, elle permet, de plus, de mettre en jeu des efforts plus grands que ceux fournis par l'énergie humaine.

La scie à ruban est une lame étroite, longue, dont les deux extrémités sont jointes par une brasure.

Cette lame est montée sur deux poulies, qu'on peut écarter l'une de l'autre, pour lui donner de la tension.

Si une de ces poulies est mise en mouvement, la scie entraîne l'autre et fait l'effet d'une courroie sans fin. Pour pouvoir utiliser la machine, le ruban passe au travers d'un plateau sur lequel on place l'objet à scier. La pression exercée sur la lame tendant à la courber, on la maintient droite à l'aide d'un guide. Au cours du travail, la lame s'échauffe, on l'arrose généralement à l'eau de savon, soit à l'aide d'un jet dirigé sur la coupe, soit en faisant barboter la lame dans ce liquide contenu dans le fond du bâti.

Comme pour tous les outils, la vitesse de coupe doit être proportionnée à l'épaisseur à séparer : plus l'épaisseur est grande, plus la scie doit marcher lentement.

Les scies se brisent au cours du travail, on les répare en les brasant ; cette jonction doit être ensuite rectifiée à l'épaisseur de la lame. La soudure employée est la brasure forte (ou bien du laiton de 5/10 à 1 millimètre d'épaisseur). Souder une lame de scie est un travail assez délicat, il faut éviter de brûler l'acier.

**Les meules.** — Les meules sont des outils à forme généralement cylindrique tournant autour de leur axe de forme. La matière qui les constitue, naturelle ou artificielle, a une caractéristique générale :

elle est formée de parties dures insérées dans un agglomérant solide, mais moins dur, qui les maintient. Chaque particule dure travaille à la façon

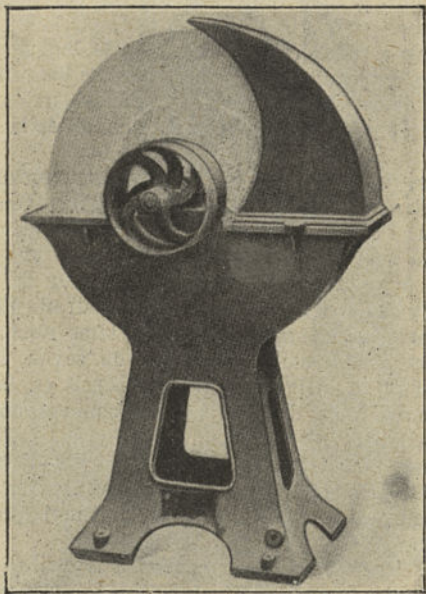


Fig. 233. — Meule à affûter en grès.

d'un outil, et enlève des copeaux à toute pièce maintenue sur la meule en mouvement.

Les meules usent.

Nous distinguerons, suivant leur destination, trois sortes de meules employées en chaudronnerie :



1° La meule à affûter; 2° la machine à meuler;  
3° les meules à polir.

La meule à affûter est en grès (fig. 233); elle

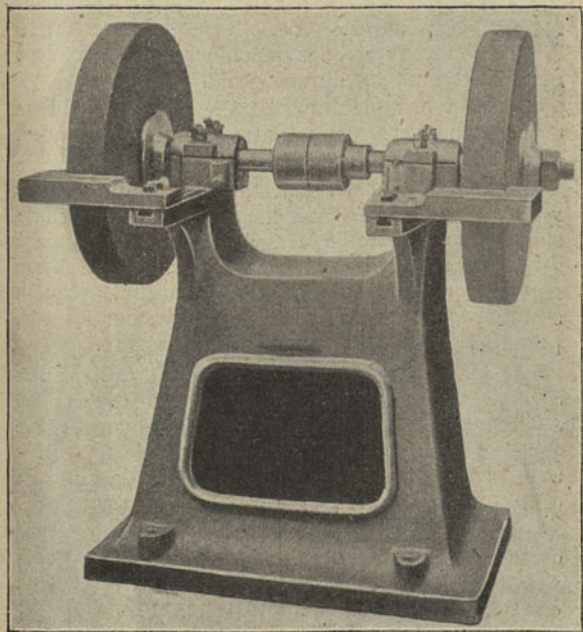


Fig. 234. — Machine à meuler.

barbote dans une auge, donc elle travaille constamment mouillée. Elle sert à l'affûtage des outils. Les meules en grès doivent tourner lentement.

La machine à meuler se compose d'un bâti sur lequel sont placées une ou plusieurs meules en émeri corindon, carborundum, etc. (fig. 234).

Ces meules travaillent, soit sur la périphérie, soit sur la tranche, dans ce deuxième cas elles prennent le nom de lapidaires.

En chaudronnerie, les machines à meuler sont utilisées comme des limes à grand débit.

Le grain des meules est différent suivant leur destination et correspond, toutes proportions gardées, aux choix des limes.

Les meules d'émeri, etc., tournent à une grande vitesse, pouvant dépasser 2 000 tours à la minute suivant le diamètre de la meule. On les emploie à sec, aussi, si elles ne sont pas munies d'aspirateurs de poussières, faut-il prendre un masque lorsqu'on s'en sert longtemps ou souvent. Dans tous les cas, prendre des lunettes pour protéger les yeux.

Les machines à polir (fig. 235) sont des meules d'un genre spécial. La matière active n'a qu'une adhérence relative avec la meule qui, suivant l'usage et le degré de polissage désiré est formée d'un plateau en bois garni de cuir, de rondelles de cuir, de drap, de feutre, serrées entre deux flasques.

Les meules à polir sont enduites d'une pâte plus ou moins fine suivant le degré de perfection du travail à obtenir. On présente l'objet à polir à la meule en l'appuyant à la main.

Ces meules tournant à grande vitesse (jusqu'à 50 tours à la seconde), les copeaux enlevés sont très fins; c'est pourquoi, pour obtenir un poli parfait, il faut faire l'opération de polissage sur plusieurs meules enduites de pâtes polissantes de plus en plus fines.

Les pâtes employées sont à base de blanc de Meudon, blanc d'Espagne, rouge anglais, tripoli

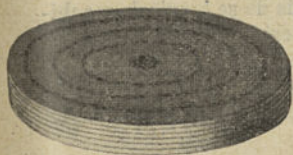
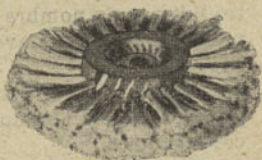
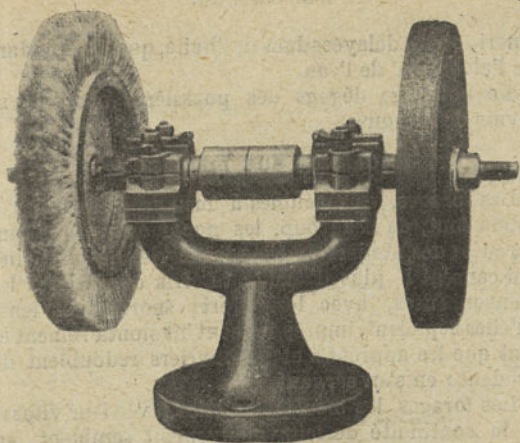


Fig. 235. — Machine à polir et ses meules.  
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

émeri, etc..., délayées dans de l'huile, quelquefois dans de l'alcool ou de l'eau.

Le polissage dégage des poussières nocives, se munir de masques.

### Accidents aux machines.

Les forages, les machines à meuler et les scies à ruban sont, de beaucoup, les machines les plus dangereuses des ateliers de chaudronnerie. Ce sont elles qui causent le plus d'accidents. Les cisailles et les poinçonneuses, avec les efforts énormes et lents qu'elles déploient, impressionnent involontairement et font que les apprentis et les ouvriers redoublent de prudence en s'en servant.

Les forages, les meules, les scies, avec leur vitesse et la continuité de leur mouvement semblent, au contraire, donner une impression de sécurité qui se traduit par un nombre d'accidents très grand, disproportionné même avec celui causé par les cisailles.

Aussi croyons-nous bon de rappeler ici quelques précautions que l'on doit observer en se servant de ces machines.

**Forages.** — Il est mauvais de se servir de machines dont l'arbre porte-outil est muni de vis de blocage dont la tête dépasse, et très imprudent d'enlever les copeaux avec les doigts lorsque le foret travaille, principalement avec les forets hélicoïdaux et les porte-lames.

**Meules.** — On doit mettre une meule en marche progressivement, après avoir vérifié à la main que l'équipage tourne facilement. S'effacer autant que possible devant l'outil, dont on ne doit se servir qu'avec des lunettes, et même un masque, si le travail est de longue durée.

On doit travailler à la meule de telle façon que la pièce meulée tende à être écartée et non happée par la meule.

Pour être mises en marche, les meules ne doivent pas avoir de faux rond, être équilibrées, rendre un son clair quand on les sonde d'un coup sec de marteau. Les jeux des paliers sont dangereux pour les meules à grande vitesse. Ne jamais tolérer de jeu appréciable entre la meule et le plateau.

**Scies.** — Il est dangereux de pousser la pièce à la main, d'enlever des chutes pendant le travail; il doit être défendu de ne pas caler la pièce ou de scier en porte à faux, de régler le guide en marche, de changer la scie sans avoir arrêté la machine, fait tomber la courroie ou verrouillé l'embrayage. Se garder de stationner dans le plan des volants.

Arrêter la scie après travail et la débander.



## CHAPITRE X

### LES FOYERS

---

Lorsqu'on fait du feu par terre, à la manière primitive, si l'on veut brûler une grande quantité de combustible, il faut que le foyer occupe une grande surface.

A un feu de volume déterminé correspond un volume de combustible qu'on ne peut dépasser, car il faut que l'air arrive pour alimenter la combustion. Si on tente d'étager, de brûler en hauteur, le feu se ralentit, couve, mais si on l'étale à plat, le feu reprend car on a agrandi la surface incandescente et l'air est arrivé aux matières en ignition en quantité suffisante.

En chaudronnerie, les foyers sont agencés pour brûler une quantité déterminée de combustible, ils ont en général la forme d'une cuvette; à la partie inférieure se trouve un orifice appelé tuyère. Selon l'intensité du foyer de chaleur désirée, on devra pouvoir régler la quantité d'air introduite. Chaque tuyère doit donc être munie d'un registre, sorte de robinet permettant d'amener au foyer plus ou moins d'air. Cet air est amené à une légère pression obtenue à l'aide d'un soufflet ou mieux avec un ventilateur.

La pression d'air nécessaire est d'environ 200 à 300 millimètres à l'entrée dans le feu, le diamètre de la tuyère étant à cet endroit de 20 à 30 millimètres.

Dans les ateliers où il y a plusieurs feux soufflés au ventilateur, on amène l'air sous pression par un

conduit unique sur lequel on branche les tuyaux conduisant l'air à chacun des feux.

La majorité des foyers de chaudronnerie (fig. 236 et 236 bis) des feux plats en terme de métier) s'alimente au coke de gaz ; nous avons déjà dit que ce com

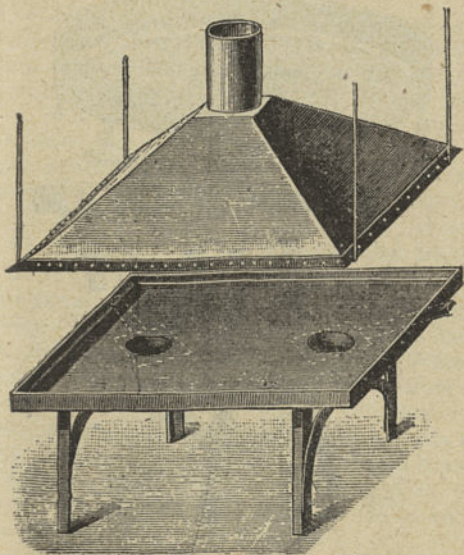


Fig. 236. — Forge à deux feux.

tible, outre son prix de revient peu élevé, a les avantages de dégager peu de fumée, de donner le minimum d'encrassement aux pièces et de chauffer fortement sans grandes flammes. Il est bon que les tuyères soient, dans ce cas, percées non pas d'un seul trou comme dans la tuyère type, mais de plusieurs trous disposés sur

une tête en forme de demi-sphère. Cette multiplication de trous de petits diamètres à la place d'un grand, outre l'avantage de distribuer l'air dans plusieurs directions, évite, dans une certaine mesure,

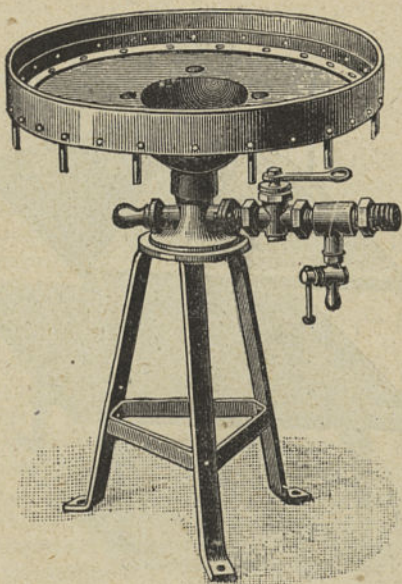


Fig. 236 bis. — Forge à braser.

l'encrassement de la tuyère; un trou se bouche mais rarement 5 ou 6 ensemble.

Nous conseillons de maintenir dans le voisinage des foyers une certaine quantité de scories, déchets de coke ou de charbon ayant brûlé imparfaitement



(c'est ce qu'on appelle le frasier); ces scories permettent d'augmenter le feu en hauteur, de caler les pièces et, interceptant les flammes qui tendraient à sortir horizontalement, concentrent la chaleur verticalement.

Eviter de laisser dans les foyers des pièces métalliques ou des pierres. Avoir soin de nettoyer le feu, c'est-à-dire enlever le mâchefer qui, en s'agglutinant, intercepte la chaleur et fait tomber le feu, sans préjudice des avaries que le mâchefer peut causer aux pièces chauffées.

Dans beaucoup d'installations, pour éviter que le mâchefer et les scories n'obstruent la tuyère, la boîte à vent (le dessous de la tuyère) est munie d'une porte qui permet de laisser tomber les poussières et de nettoyer le fond du feu.

**Les fours.** — Sur un feu plat, on ne peut guère chauffer entièrement qu'une pièce de petites dimensions. Si la pièce est longue, et qu'on soit obligé de la chauffer en entier, il faut faire une série de feux qui ont pour inconvénient, outre de consommer une grande quantité de combustible, de ne pas permettre de chauffer avec sécurité, partout à la même température. Les manœuvres de la pièce pour l'exposer à la flamme sont délicates, le travail du foyer est long, coûteux et fatigant.

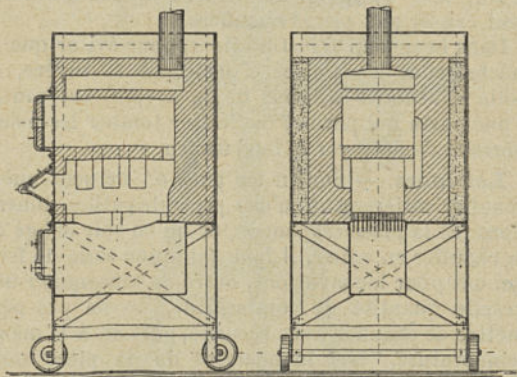
Une solution meilleure est le four (fig. 237).

Celui-ci n'est, comme toute, qu'une combinaison d'un foyer à grille ou soufflé par tuyère, et d'une chambre de chauffe en matière réfractaire qui sera portée à une haute température par les gaz du foyer passant à l'intérieur. On combine les dimensions du four pour que les gaz qui en sortent soient à la température des parois. La perte de chaleur étant minime, une fois le four chaud, la quantité de charbon suffisante pour maintenir la température

intérieure sera juste égale à celle qui fournira la chaleur aux pièces augmentée des pertes par rayonnement et conductibilité.

Un four est donc, pour les ateliers importants, plus économique que les foyers.

Les gaz qui sortent d'un four sont envoyés, par des carneaux, dans des appareils qui réchauffent l'air de la soufflerie, ou servent d'enveloppe au four proprement dit, puis vont à la cheminée. Tout cela



237. — Four mobile, modèle à tirage naturel.

est agencé pour diminuer les pertes de chaleur, donc la consommation de combustible.

L'avantage du four est tellement reconnu que des industriels construisent des fours mobiles pour les petites installations. Avec ces appareils, on peut connaître et déterminer la température intérieure; dans le cas de recuit il n'y a aucun aléa, aucun accident à craindre, le four ne dépassant pas la température voulue.

Il existe dans le commerce un très grand nombre de modèles de fours. Ceux-ci ne diffèrent entre eux que par des détails, le principe étant toujours le même. A ce sujet, il y a lieu de signaler un type de four dans lequel les objets chauffés ne sont pas soumis à l'action des gaz de la combustion, mais seulement au rayonnement des parois de la chambre de chauffe qui est complètement fermée.

Ce four s'emploie surtout pour le finissage des pièces polies, afin de leur donner de la *patine* et les amener à la température la meilleure pour prendre facilement les vernis qui empêchent l'oxydation qui se produirait inévitablement, en assez peu de temps, si les pièces n'étaient pas protégées de l'air et de ses agents destructeurs par un isolant transparent et neutre.

**Les chalumeaux.** — Un foyer chauffe les pièces par-dessous, un four permet de les chauffer partout. Cependant, on peut avoir besoin de chauffer une pièce en un endroit sans vouloir la chauffer entièrement ni sans pouvoir allumer un foyer dessus, ce qui est une solution de fortune d'un mauvais rendement.

On se servira alors du chalumeau.

Celui-ci est un foyer mobile alimenté au gaz de ville, au pétrole, aux huiles lourdes, à l'acétylène. Il est formé, en principe, de deux tuyautages convergents, dont le débit est réglable par les robinets, amenant en un même point un comburant : de l'air sous pression et un combustible, gaz, pétrole, etc. L'inflammation du mélange produit une flamme à haute température, le volume de cette flamme et sa température peuvent être réglés par l'ouverture des robinets.

Suivant les types, le mélange gazeux se fait à l'air libre ou à l'intérieur d'une enveloppe terminée par

une buse de dimension appropriée à la grosseur du jet de flamme désiré.

Les chalumeaux sont construits dans toutes les puissances et toutes les dimensions; depuis celui qui permet de braser des pièces d'orfèvrerie jusqu'à celui qui permet de chauffer un four. Dans ce cas, ce chalumeau prend plus spécialement le nom de brûleur (fig. 238).

Il existe également des chalumeaux à essence et

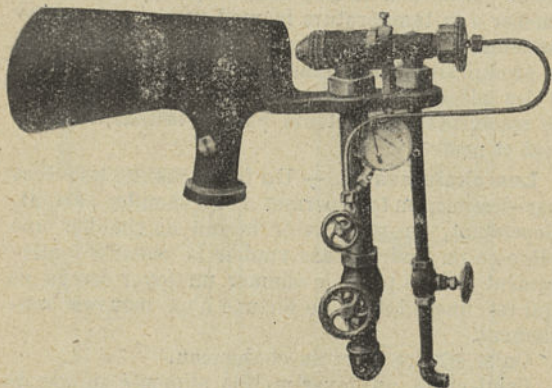


Fig. 238. — Brûleur avec gueular.

des chalumeaux à pétrole ordinaire. Ce sont plutôt de gro-ses lampes à souder, cependant, ils s'en écartent parce qu'ils possèdent une soufflerie et ne s'alimentent pas en oxygène par l'entraînement de l'air mis en mouvement par le jet de flamme.

Nous donnons quelques modèles de chalumeaux (fig. 239 bis et 239 ter).

Rappelons que ces appareils doivent toujours être

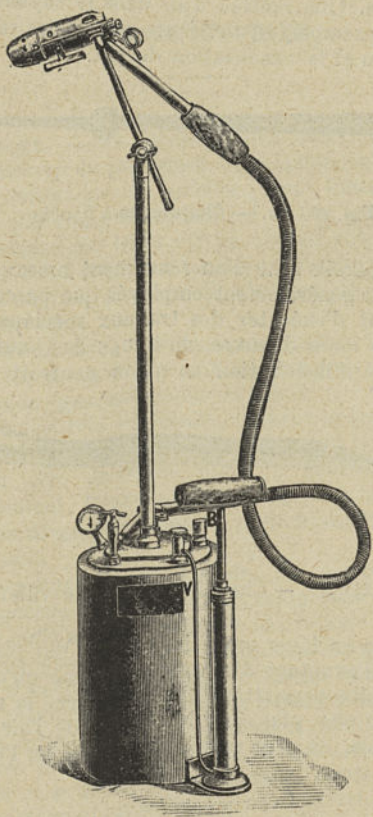


Fig. 239. — Chalumeau à pétrole.

manceuvrés avec précaution et être soigneusement entretenus. Une rentrée d'air dans le tuyautage de gaz, par exemple, est suffisante pour faire sauter le chalumeau et la canalisation de gaz.

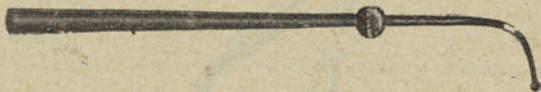


Fig. 239 bis. — Chalumeau à bouche.

Ces appareils sont d'un rendement assez coûteux et ne sont généralement employés que parce qu'ils permettent d'exécuter des travaux spéciaux ou de gagner en main-d'œuvre, en temps de chauffage et en facilité d'installation ce qu'on pourrait écono-



Fig. 239 ter. — Chalumeau à gaz de ville.

miser avec un foyer ordinaire exécuté sur place. Ils ont aussi l'avantage d'avoir une flamme qu'on peut rendre claire permettant ainsi de suivre la marche du travail, de plus, par le réglage de l'air et du combustible, on peut réduire au minimum l'oxydation des pièces.

## CHAPITRE XI

### DRESSAGE DES TOLES.

---

**Dressage.** — Le dressage des tôles constitue, pour beaucoup de personnes, une opération qu'elles ne soupçonnent pas ou qu'elles jugent inutile, ne se rendant pas compte exactement de ce qu'elle est.

Le dressage des tôles est un travail spécial dont le mécanisme échappe à beaucoup d'ouvriers, à tel point qu'un bon dresseur de tôles est un praticien recherché.

Dresser une tôle, c'est la rendre plane, la raidir, de telle façon qu'elle se maintienne dans son plan sans torsion, gauchissement ou creux.

Quand une tôle est droite, on peut la tracer sans avoir à craindre d'erreurs au montage. Lorsqu'une tôle doit être employée plane, il faut la dresser complètement. Pour les tôles destinées à la mise en forme, un dressage sommaire, permettant le traçage, est suffisant.

Prenons une tôle en magasin. Si ce n'est pas de la tôle spéciale dressée en usine, maintenue en châssis pour ne pas s'abîmer, ce qui ne se pratique que pour les faibles épaisseurs, les manipulations successives qu'elles ont subies en ont fait tout autre chose qu'une surface plane, elle est bosselée, pliée, gondolée.

Il y a deux méthodes de dresser cette tôle pour la rendre propre à tout usage. Le dressage à la machine et le dressage au marteau.

Le dressage à la machine est une opération d'outillage mécanique dont le procédé dérive des mêmes principes que ceux du dressage au marteau.

Voici comment nous opérerons au marteau et pourquoi.

La tôle sera placée sur un plateau à dresser et frappée énergiquement au maillet ou à la batte, fouettée, sur une face puis, retournée et fouettée, sur l'autre face. Ce travail préliminaire a pour but de faire disparaître les gauchissements et les bosses qui peuvent être annulés par un simple refoulement ou compression du métal et aussi de redresser les plis.

Cette première opération terminée, la tôle est généralement loin d'être dressée, c'est alors qu'entre en jeu le travail au marteau — *Quelques remarques importantes sont à faire ici :*

1° Tout coup de marteau donné sur une bosse a pour effet d'augmenter celle-ci si le métal porte ;

2° Tout coup de marteau frappé sur une tôle l'allonge d'une façon inégale dans son épaisseur, la tôle allongeant davantage sur la face frappée et l'allongement allant en décroissant jusqu'à l'autre face ;

3° Tout coup de marteau donné à l'intérieur de la surface d'une tôle tend à faire bomber celle-ci, car il allonge la matière à l'intérieur, les bords n'ayant pas varié ;

4° Tout coup de marteau donné sur les bords tend également, par raison inverse, à la faire galber. On conçoit donc que si une série de coups de marteau est donnée à l'intérieur de la surface de la tôle, celle-ci va se bomber, mais si, ensuite, on la martèle sur les bords, en les allongeant, on détruira l'effet des coups donnés à l'intérieur. Se rappeler que la tôle portant sur le marbre aux endroits considérés, il faut, pour détruire l'effet d'un coup malheureux frappé au milieu, en donner bien davantage sur les bords. C'est pourquoi, en terme



de métier, on dit que les coups au milieu se multiplient par vingt.

Par suite, pour dresser une tôle, il faut donc frapper aux endroits qui portent sur le plateau pour allonger ceux-ci de façon à ce que la tôle s'amincisse d'une très faible quantité, mais suffisamment pour absorber la surface en excès constituée par les bosses.

Sous l'effet des coups de marteau, la tôle s'allonge plus d'un côté que de l'autre; il faudra donc travailler des deux côtés.

Lorsqu'il y a de petites bosses, on réussit parfois à les faire disparaître en frappant suivant deux lignes droites rectangulaires passant par le centre de chaque bosse et allant d'un bout à l'autre du morceau de tôle; l'intensité des coups donnés allant en croissant du centre jusqu'aux bords. Ce travail est surtout affaire d'appréciation et de coup d'œil personnel.

S'il y a de grandes bosses ou si la tôle est tordue, on a avantage à la frapper fortement, d'un seul côté, dans la région centrale de manière à l'emboutir légèrement.

Cet emboutissage a pour but de donner à la tôle un galbe régulier; ensuite, on la retournera et on frappera sur les bords de manière à faire disparaître la partie bombée.

Il faut cependant bien se garder de faire un martelage trop énergique, la tôle s'écrouit sous les coups. S'il y a trop de travail à faire, si l'on s'aperçoit que le métal est tendu à l'excès, ce qui se manifeste par des déformations rapides et très grandes sous l'effet de quelques coups de marteau, si, en un mot, on ne croit pas pouvoir réussir le dressage pour les causes ci-dessus, il y aura intérêt à recuire en prenant des précautions pour que la tôle ne s'abîme pas, puis on recommencera l'opération en passant par le fouettage au maillet.

Une bonne méthode pour apprendre à dresser au marteau est de s'exercer sur un disque de tôle d'environ 30 centimètres de diamètre de 8/10 à 1 millimètre d'épaisseur; toutes les indications et observations que nous avons faites ci-dessus sont faciles à remarquer, on peut provoquer facilement le bombé du milieu ou le galbe des bords et les faire disparaître ensuite, en suivant nos indications. Lorsqu'on sera arrivé à obtenir un résultat satisfaisant avec un disque, on dressera beaucoup plus aisément une feuille de métal de forme quelconque.

Il faut éviter, autant que possible, de se servir de marteaux à touches planes et à arêtes vives; les empreintes laissées par de tels outils étant très marquées et excessivement difficiles à faire disparaître. A notre avis, le meilleur marteau, pour le dressage, doit avoir une touche très légèrement bombée, circulaire, et les arêtes arrondies.

---

## CHAPITRE XII

### OBJETS NON DÉVELOPPABLES PIÈCES DE RÉVOLUTION

**Détermination du flan.** — Le flan d'une pièce est la feuille de métal qui, travaillée, donnera naissance à cette pièce. Un flan doit avoir une surface au moins équivalente à celle de la pièce et une forme dépendant de celle de la pièce.

Les pièces ayant une forme engendrée par la révolution d'une figure géométrique autour d'un axe s'obtiennent d'un flan circulaire dont il faut déterminer le rayon  $R$ .

1° Pièces cylindriques restreintes (fig. 240). —

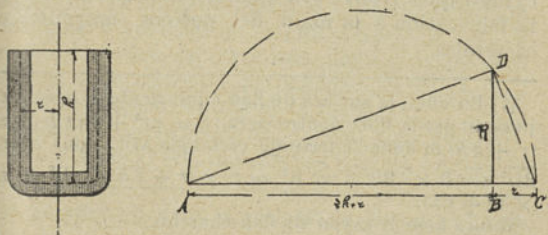


Fig. 240.

Nous connaissons le rayon  $r$  et la hauteur  $h$  de la pièce,  $r$  et  $h$  étant pris sur la fibre neutre.

Sur une droite, nous porterons bout à bout  $AB = 2h + r$  et  $BC = r$ , sur  $AC$  comme diamètre, nous tracerons une demi-conférence. Au point  $B$ , nous mènerons la perpendiculaire à  $AC$  jusqu'à rencontrer

la circonférence en D; BD sera le rayon R cherché (1).

Dans les cas particuliers où la hauteur est une fraction du rayon de la base  $r$ , le rayon R s'obtient en fonction de  $r$ .

Si la hauteur est le double du rayon ( $h = 2r$ ), pratiquement nous aurons :

$$R = 2,25 \times r \text{ (2).}$$

Si la hauteur est égale au rayon ( $h = r$ ), pratiquement nous aurons :

$$R = 1,75 \times r \text{ (3).}$$

Si la hauteur est égale à la moitié du rayon ( $h = \frac{r}{2}$ ), pratiquement nous aurons :

$$R = 1,45 \times r .$$

Cette façon de déterminer le flan pour des objets cylindriques trouve son application immédiate dans la fabrication à la main des poêlons, marmites et casseroles.

(1) En effet, la surface du flan équivalente à la surface passant par la fibre neutre sera :  $S = \pi r^2 + 2 \pi r h$  ou  $\pi r (r + 2h)$  or dans le triangle rectangle ADC, nous avons  $\overline{BD}^2 = AB \times BC$  d'où  $R^2 = r \times (r + 2h)$  et  $\pi R^2 = \pi r \times (r + 2h)$ .

R sera bien le rayon du flan cherché.

(2) Dans ces cas, nous aurons :  $R^2 = r \times (r + 4r) = 5r^2$  d'où  $R = r\sqrt{5} = r \times 2,236$  soit pratiquement :  $r \times 2,25$ .

(3)  $R^2 = r(r + 2r) = 3r^2$  d'où  $R = r\sqrt{3} = r \times 1,732$ , soit pratiquement  $r \times 1,75$ .

(4)  $R^2 = r(r + r) = 2r^2$  d'où  $R = r\sqrt{2} = r \times 1,414$ , soit pratiquement  $r \times 1,45$ .

Généralement les poêlons ont une hauteur supérieure à deux fois le rayon (premier cas).

Les marmites, une hauteur égale à deux fois le rayon (deuxième cas).

Les faitouts et casseroles ont une hauteur égale au rayon (troisième cas).

Les casseroles dites sauteuses une hauteur égale à la moitié du rayon (quatrième cas).

**2° Demi-sphère restreinte** (fig. 241). — Si l'on connaît le rayon  $r$  de la sphère de fibre neutre (c'est-à-dire le rayon intérieur plus la moitié de l'épaisseur), on déterminera le rayon  $R$  du flan en prenant la longueur de la diagonale du carré construit sur le rayon  $r$ . Une dimension pratique est de prendre  $R = r \times 1,45$  (1).

Si, au lieu d'avoir une demi-sphère, on n'a qu'une calotte sphérique (fig. 242) dont on connaît le rayon de sphère  $r$  et la hauteur  $h$ , on obtient le rayon  $R$  du flan de la manière suivante : sur une droite on porte bout à bout  $AB = r$  puis  $BC = 2h$  sur  $AC$  comme diamètre, on trace une demi-circonférence au point  $B$  ou même la perpendiculaire  $BD$  à  $AC$ .  $BD$  est la longueur du rayon du flan  $R$  (2).

*Remarque :* sur la droite  $AC$ , on peut aussi bien porter  $r$  et  $2h$  que  $2r$  et  $h$ , la valeur de  $BD$  sera constante.

(1) En effet on aura,  $S$  surface du flan  $= \pi R^2$  sera équivalente à celle de la demi-sphère donc  $\pi R^2 = \frac{1}{2} \pi r^2$   
 $= 2\pi r^2$  d'où  $R^2 = 2 r^2$ , d'où  $R = r \sqrt{2} = r \times 1,414$   
 soit pratiquement  $r \times 1,45$ .

(2) En effet,  $S$  surface du flan  $= \pi R^2 = 2\pi rh$  d'où  $R^2 = 2 rh$ ; dans le triangle rectangle  $ADC$ , on a  $BD^2 = AB \times BC$  d'où  $R^2 = 2 r \times h$ , d'où  $\pi R^2 = \pi (2 rh) = 2 \pi rh$ .

3° **L'écuelle.** — Généralement l'écuelle est un segment sphérique à deux bases (fig. 243).

Si l'on connaît le rayon  $r$  de la sphère, la hauteur  $h$  de l'écuelle, le rayon  $r'$  de la base; on détermine le rayon  $R$  du flan de la façon suivante.

Sur une droite, on porte bout à bout  $AB = 2r$ , puis  $BC = h$  et  $BE = r'$ ; sur  $AC$  comme diamètre, on décrit une demi-circonférence, en  $B$  on mène la perpendiculaire  $BD$  à  $AC$ , on joint  $DE$ ,  $DE$  est égale à  $R$  rayon du flan (1).

*Remarque :* 1° On peut sur  $AC$  porter indifféremment  $2r$  et  $h$  ou  $r$  et  $2h$ , la valeur  $BD$  sera la même; 2° la longueur  $BE$  peut être portée dans le sens  $BC$  ou dans le sens  $BA$  sans inconvénient.

4° **Cône.** — On connaît, ou on pourra toujours déterminer  $r$  le rayon de base et  $a$  l'arête (fig. 244).

Sur une droite, on porte bout à bout  $AB = r$ ,  $BC = a$ ; sur  $AC$  comme diamètre, on trace une demi-circonférence, en  $B$ , on mène  $BD$  perpendiculaire à  $AC$ .  $BD$  est le rayon  $R$  du flan cherché (2).

5° **Tronc de cône.** — On obtient le rayon  $R$  du flan, connaissant les rayons  $r$  et  $r'$  des bases et l'arête  $a$  de la façon suivante (fig. 245).

Sur une droite, on porte  $AE = r'$ ,  $EB = r$ ,  $BC = a$ .

Sur  $AC$  comme diamètre, on trace une demi-circonférence. En  $B$ , on mène  $BD$  perpendiculaire à  $AC$ ;

(1) En effet,  $S$  surface du flan  $= \pi R^2 = \pi r'^2 + 2\pi r h$  d'où  $R^2 = r'^2 + 2rh$ ; posons  $2rh = m^2$ , nous aurons  $R^2 = r'^2 + m^2$ . Dans le triangle  $ADC$  nous avons  $m^2 = 2rh$ . Dans le triangle  $BDE$ ,  $R^2 = m^2 + r'^2 = r'^2 + 2rh$ , d'où  $\pi R^2 = \pi(r'^2 + 2rh) = \pi r'^2 + 2\pi rh$ .

(2) En effet,  $S$  surface du flan  $= \pi R^2 =$  surface latérale du cône  $= \pi r a$ .  $\pi R^2 = \pi r a$  d'où  $R^2 = r a$ .

Dans le triangle  $ADC$  nous avons  $\overline{BD}^2 = AB \times BC$ ; donc  $R^2 = r \times a$ .

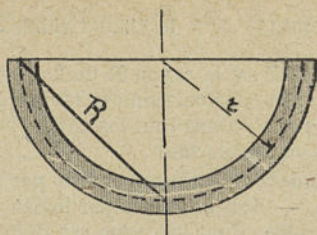


Fig. 241.

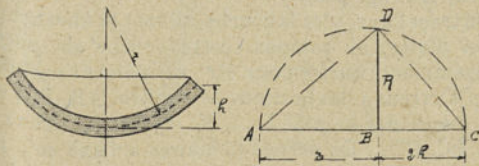


Fig. 242.

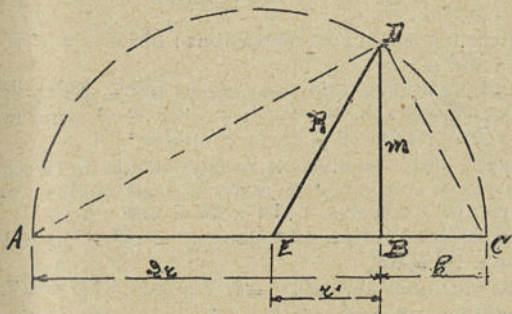
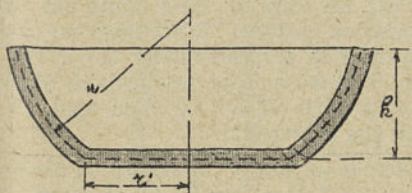


Fig. 243.

on joint DE, DE est le rayon R du flan cherché (1).

*Remarque* : la construction est identique si  $r$  est plus grand que  $r'$ . Dans tous les cas, la longueur BE est égale au rayon du fond.

**6° Surface de révolution engendrée par une courbe quelconque.** — Soit à déterminer le flan permettant d'obtenir la pièce dont la coupe est donnée par A', B', C', D', (fig. 246).

On trace l'axe  $oo'$  et la courbe suivant la fibre neutre.

On divise, au compas, cette courbe en parties suffisamment courtes pour être assimilées sans beaucoup d'erreur à des portions de droites AB, BC, etc. On mène des points I, j, K, L, etc., milieux de AB, BC, CD... les perpendiculaires à l'axe  $oo'$ , IM, JN, KD, LP... On porte ces longueurs bout à bout sur une droite. On trace sur cette droite une demi-circonférence; on porte en IR une longueur égale à 2 AB et on trace la perpendiculaire RS à IQ. On joint IS, en S on mène la perpendiculaire ST à IS sur laquelle on porte  $ST = r$  rayon du fond. IT est le rayon du flan cherché (2).

(1) En effet, nous aurons : S surface du flan =  $\pi R^2 = \pi (r + r') a + \pi r^2$ .  $R^2 = (r + r') a + r^2$ . Posons :  $m^2 = (r + r') a$ .

Dans le triangle ADC, nous aurons :  $\overline{DB}^2 = (r + r') \times a$  d'où  $\overline{Db}^2 = m^2$ .

Dans le triangle EBD, nous aurons  $\overline{DE}^2 = \overline{DB}^2 + \overline{BE}^2$  c'est-à-dire  $R^2 = m^2 + r^2 = (r + r') a + r^2$  donc  $\pi R^2 = \pi [(r + r') a + r^2] = \pi (r + r') a + \pi r^2$ .

(2) En effet, assimilons la surface latérale de la pièce considérée à un cercle de rayon  $x$ , nous aurons :  $\pi x^2 = 2 \pi \sum IM \times AB$ .  $x^2 = 2 \sum IM \times AB = \sum IM \times 2 AB$ .

Or  $IR = 2 AB$ ,  $IQ = \sum IM$ , donc  $x^2 = \overline{IS}^2 = IQ \times IR$  d'où  $\pi \overline{IS}^2 = \pi x^2$ .

De plus, nous aurons  $\overline{IT}^2 = \overline{TS}^2 + \overline{IS}^2$ ;  $\pi \overline{IT}^2 = \pi \overline{TS}^2 + \pi \overline{IS}^2$  donc  $\pi R^2$  surface du flan =  $M \times AB + \pi r^2$ .





Fig. 244.

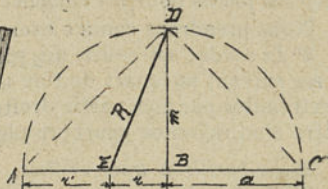
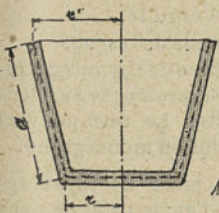


Fig. 245.

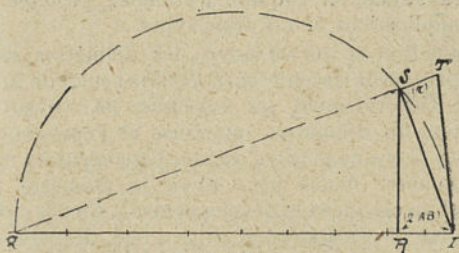
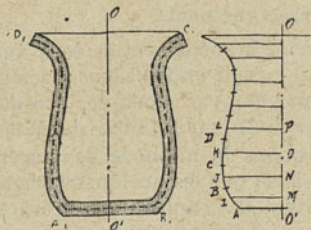


Fig. 246.

*Pièces de coquille.*

Nous n'avons parlé jusqu'ici que du traçage du flan des pièces de révolution. Le chaudronnier fabrique d'autres objets non développables qui sont formés par l'assemblage de deux ou plusieurs pièces ouvrées séparément. Il est important de savoir tracer ces pièces pour les façonner ensuite.

Nous prendrons comme exemple de traçage :

1<sup>o</sup> *Le coude* c'est-à-dire une pièce de tuyautage cintrée suivant un quart de tore et prolongée aux deux extrémités par une partie droite. Le tore pouvant être d'un rayon de courbure plus ou moins grand.

2<sup>o</sup> *Le barillet à trois orifices*, pièce de tuyautage réalisée par le branchement à l'angle droit de deux tuyaux dont l'un se raccorde sur l'autre et se termine à son raccordement.

3<sup>o</sup> *La fourche*, branchement de deux tuyaux en un point pour en former un troisième; la fourche est la jonction employée, par exemple, lorsqu'un tuyau doit se diviser en deux plus faibles de même direction.

Nous indiquons la méthode de tracer ces trois pièces types ainsi que les quelques variantes principales nécessitant des explications. Toutes les pièces de tuyautage en coquille n'étant en principe que des applications de ces trois types.

Dans tout ce qui va suivre, les diamètres seront compris sur la circonférence de fibre neutre de la section. Généralement les schémas de tuyautages donnent les diamètres intérieurs et l'épaisseur du métal. Il y a donc lieu d'ajouter l'épaisseur du métal au diamètre donné pour avoir le diamètre avec lequel on calculera le développement. Ne pas oublier dans les tracés d'ajouter, s'il y a lieu, les croisures et recouvrements nécessaires.

**Tracé du coude.** — Les bouts droits, prolongeant la partie cintrée, sont des cylindres et se développent comme tels.

Il y a deux façons de confectionner le coude, soit

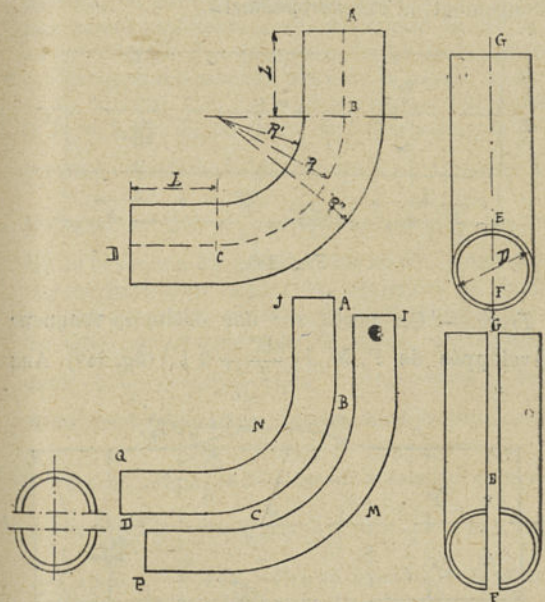


Fig. 247.

Fig. 248.

qu'on le coupe suivant A, B, C, D, (fig. 247); soit suivant G, E, F, (fig. 248.)

Dans le premier cas, les deux parties sont de formes différentes, dans le deuxième cas, elles sont dentiques.

*Premier cas.* — Considérons d'abord la pièce A, B, C, D, P, M, I; si on développe la pièce suivant P, M, I, cette ligne sera une ligne neutre, c'est-à-dire qu'au cours du travail, elle ne devrait subir ni allongement, ni raccourcissement.

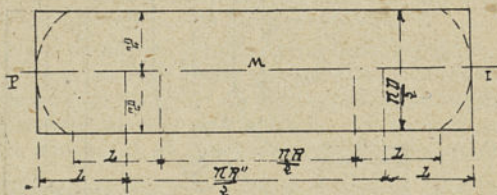


Fig. 249.

*Tracé.* — On porte sur une droite la longueur développée de P, M, I  $\left(\frac{\pi R''}{2} + 2L\right)$  (fig. 249). Aux

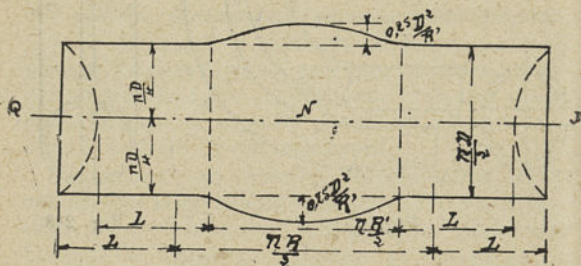


Fig. 250.

deux extrémités, on mène une perpendiculaire à cette droite (qui sera l'axe de traçage et de fabrication), sur ces perpendiculaires on porte de part et

d'autre de l'axe une longueur  $\frac{\pi D}{4}$  égale à la moitié du développement de la section du demi-cylindre des parties droites; en joignant les points ainsi obtenus, on aura un rectangle dont la surface est légèrement supérieure à celle de la pièce. En pratique, on maintient le flan dans cette forme rectangulaire.

Voyons maintenant le tracé de la partie A, B, C, D, Q, N, j (fig. 250). Cette pièce aura pour fibre neutre la ligne QNj. Si on trace le flan rectangulaire en prenant comme base du rectangle  $\left(2L + \frac{\pi R'}{2}\right)$ , la longueur de QNj et, comme hauteur  $\left(\frac{\pi D}{2}\right)$ , la moitié de la section du cylindre des bouts, le flan aurait une surface trop faible; on obtiendra la surface voulue en portant sur une perpendiculaire au milieu de QNj, de chaque côté de l'axe, une longueur égale à  $\frac{\pi D}{4} + 0,25 \frac{D^2}{R'}$  (1) et en raccordant, à l'aide d'une courbe passant par le point ainsi trouvé, les por-

(1) La valeur  $0,25 \frac{D^2}{R'}$  a été déterminée de la façon suivante:

$$S \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \left[ \left( \frac{\pi D}{2} \times 2\pi \left( R - \frac{D}{\pi} \right) \right) - \frac{1}{4} \frac{\pi D}{2} \times (2\pi R - 2D) \right]$$

$$= \frac{1}{4} \pi^2 DR - \frac{\pi D^2}{4} \text{ c'est-à-dire en fonction de } R' \text{ et de } D.$$

$$\frac{\pi^2 D}{4} \left( R' + \frac{D}{2} \right) - \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi^2 DR'}{4} + \frac{\pi^2 D^2}{8} - \frac{\pi D^2}{4} \times (A).$$

D'autre part, la bande a une surface de :

$$\frac{\pi R'}{2} \times \frac{\pi D}{2} = \frac{\pi^2 DR'}{4} \text{ (B).}$$

Donc la surface à ajouter sera :

$$[(A) - (B)], \text{ soit } \frac{\pi^2 D^2}{8} - \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi D^2}{4} \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right).$$

Si l'on assimile cette surface à deux triangles isocèles

tions de droites correspondant aux longueurs des bouts droits. La partie renflée du flan aura donc pour longueur  $\frac{\pi R'}{2}$  et pour largeur maximum  $\frac{\pi D}{2} + 0,5 \frac{D^2}{R'}$ .

*Deuxième cas.* — Lorsqu'on coupe le coude suivant GEF (fig. 248) la ligne neutre sera une courbe suivant un quart de circonférence passant par ABCD (fig. 251) dans le fond de la pièce et ayant pour rayon R. A priori et le calcul semble donner raison (1), le flan pourrait être constitué par un quart de

ajoutés de chaque côté de la partie correspondant au coude, la hauteur du triangle approximatif sera :

$$\frac{\frac{\pi D^2}{4} \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right)}{\frac{\pi R'}{2}} = \frac{D^2}{2R'} \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) = \frac{D^2}{4R'} (\pi - 2) = \frac{1,1416}{4} \times \frac{D^2}{R'}$$

$$= 0,2854 \times \frac{D^2}{R'}$$

Soit approximativement,  $0,25 \frac{D^2}{R'}$ ; les triangles considérés conduisant à une hauteur trop grande puisque, dans le tracé d'exécution, le métal d'apport est limité par des courbes.

(1) En effet, en ne considérant que la surface de la partie courbe S, nous aurons :

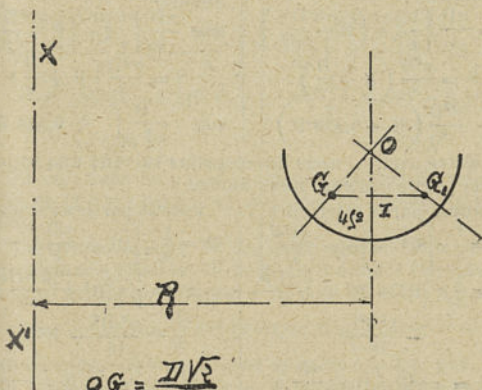
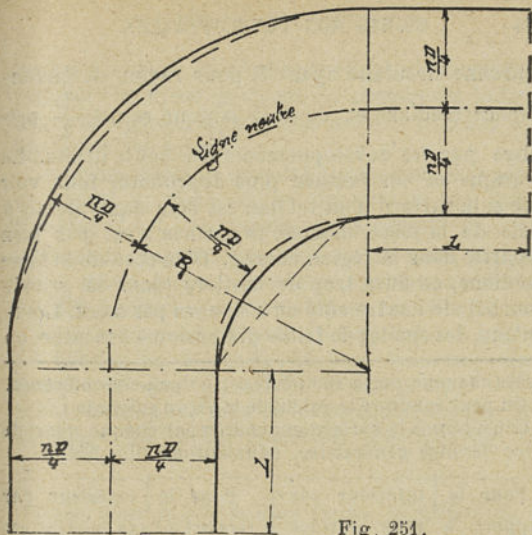
$$S = \frac{1}{4} \left( \frac{\pi D}{2} \times 2 \pi R \right) = \frac{1}{4} \pi^2 R D.$$

Or le quart de couronne aura une surface :

$$S = \frac{1}{4} \pi \left[ \left( R + \frac{\pi D}{4} \right)^2 - \left( R - \frac{\pi D}{4} \right)^2 \right] = \frac{1}{4} \pi \left( \pi D R \right) = \frac{1}{4} \pi^2 D R$$

surface identique à celle de S.

Le problème doit donc se traiter autrement. Au lieu de considérer la surface comme engendrée par une demi-circonférence, il faut la décomposer en deux parties engen-



$$OI = \frac{D\sqrt{2}}{\pi}$$

$$OI = \frac{D\sqrt{2}}{\pi} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{D}{\pi}$$

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Fig. 252.

couronne circulaire ayant R pour rayon de circonférence médiane et dont la largeur serait  $\frac{\pi D}{2}$  prolongé par les développements des bouts droits. La pratique et un examen plus approfondi font voir que si la surface d'un tel flan est bien équivalente à celle de la pièce désirée, la surface n'est pas bien répartie dans la région courbe. D'un côté de la ligne médiane, on aura trop de matière (dans la grande courbe), de l'autre côté on n'en aura pas assez. Lorsqu'on a des coudes de faible dimension à exécuter, on

drées chacune par la moitié de cette demi-circonférence.

On peut conduire le calcul de la façon suivante :

Considérons la surface engendrée par chaque quart de circonférence génératrice, nous aurons (fig. 252) :

<p>Pour le <math>\frac{1}{4}</math> intérieur par rapport à l'axe surface engendrée = S :</p> $S = \frac{\pi D}{4} \left[ \frac{1}{4} 2 \pi \left( R - \frac{D}{\pi} \right) \right]$ $S = \frac{\pi^2 D}{8} \left( R - \frac{D}{\pi} \right)$ <p>soit <math>\frac{\pi^2 D}{8} \left( R - 0,318 D \right)</math></p>	<p>Pour le <math>\frac{1}{4}</math> extérieur par rapport à l'axe surface engendrée = S :</p> $S = \frac{\pi D}{4} \left[ \frac{1}{4} 2 \pi \left( R + \frac{D}{\pi} \right) \right]$ $S = \frac{\pi^2 D}{8} \left( R + \frac{D}{\pi} \right)$ <p>soit <math>\frac{D}{8} \left( + 0,318 D \right)</math></p>
--	--

D'autre part, si nous développons suivant une couronne, la partie cintrée, nous aurons :

<p>Pour la partie intérieure :</p> $S^1 = \frac{1}{4} \pi \left[ R^2 - \left( R - \frac{\pi D}{4} \right)^2 \right]$ $S^1 = \frac{1}{4} \pi \left( R^2 - R^2 + \frac{2 \pi DR}{4} - \frac{\pi^2 D^2}{16} \right)$ $S^1 = \frac{1}{8} \pi^2 D \left( R - \frac{\pi D}{8} \right)$ <p>soit <math>\frac{\pi^2 D}{8} \left( R - 0,393 D \right)</math></p>	<p>Pour la partie extérieure :</p> $S^1 = \frac{1}{4} \pi \left[ \left( R + \frac{\pi D}{4} \right)^2 - R^2 \right]$ $S^1 = \frac{1}{4} \pi \left( R^2 + \frac{2 \pi DR}{4} + \frac{\pi^2 D^2}{16} - R^2 \right)$ $S^1 = \frac{1}{8} \pi^2 D \left( R + \frac{\pi D}{8} \right)$ <p>soit <math>\frac{D}{8} \left( R + 0,393 D \right)</math></p>
--	--



les trace comme il est dit plus haut et on ajoute du métal à l'intérieur du cintre en conservant la bande comprise entre la courbe intérieure et la corde soutenant cette courbe.

Pour les pièces de grandes dimensions, la quantité de métal à réserver est du ressort du bureau d'études et est déterminée par le calcul.

**Tracé du barillet** (fig. 253). — On peut supposer cette pièce coupée suivant un plan passant par CC'EF. Le barillet est décomposé en deux pièces.

Le flan de ces deux pièces, dont l'allure générale est donnée (fig. 254 et fig. 255) se trace en remarquant : 1° que la partie ACC' est composée d'une pièce restreinte terminée par deux demi-tuyaux; cette pièce se trace en appliquant les principes de tracé

Donc, d'un côté de la fibre neutre, la surface du flan sera :

$$\begin{array}{l} \text{Trop petite de :} \\ \frac{\pi^2 D}{8} \left[ \left( R - \frac{D}{\pi} - \left( R - \frac{\pi D}{8} \right) \right) \right] \\ = \frac{\pi^2 D}{8} (0,393 - 0,318) D \\ = 0,09 D^2 \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \text{Trop grande de :} \\ \frac{\pi^2 D}{8} \left[ \left( R + \frac{\pi D}{8} - \left( R + \frac{D}{\pi} \right) \right) \right] \\ = \frac{\pi^2 D}{8} (0,393 - 0,318) D \\ = 0,09 D^2 \end{array} \right.$$

On voit donc bien que la quantité qui est en trop d'un côté de la fibre neutre se retrouve en moins de l'autre côté.

La valeur de  $0,09 D^2$  de cette surface montre bien l'importance relative de D et de R dans le tracé du flan. Si R est grand par rapport à D,  $0,09 D^2$  étant échelonné sur une longueur  $\frac{\pi R}{2}$  est presque négligeable. Il n'en est pas de même si R et D sont de même ordre. Les flans des coudes courts sont donc à établir soigneusement si l'on veut s'éviter de graves mécomptes.

du flan des solides de révolution auquel on ajoutera des appendices pour les demi-tuyaux (fig. 254).

Le flan de la pièce XCC' se tracera d'une façon identique (fig. 255). En pratique, pour tracer la pièce ACC' on peut s'y prendre de la manière suivante : le rayon R' sera pris égal à la diagonale AI, la longueur  $C_1C'_1$  sera égale à 2 AC. Ce procédé donne satisfaction.

2° Nous pouvons supposer la pièce ACC' coupée à son tour par un plan passant par ABX, on la divisera ainsi en deux parties : ABC, *abc* (fig. 256), qui, si on regarde bien, ne sont que des applications du coude et se tracent d'une façon analogue (fig. 257).

*Remarque* : Ne pas oublier de tenir compte que les demi-cylindres ne sont pas de même diamètre et que la partie qui les raccorde est une portion de sphère.

On peut aussi exécuter le barillet en coquille en faisant la jonction suivant les intersections situées dans un plan passant par les axes des trois tuyaux.

Il n'y aura pas, dans ce cas, de ligne neutre continue, puisqu'il y a l'embouti central, la partie sphérique, qui interrompt les lignes neutres des trois tuyaux.

Pour tracer le flan, on partira du point de rencontre des axes AB, CD des développements des parties cylindriques. De ce point, on tracera la circonférence du cercle de rayon R correspondant à la surface de la demi-sphère (fig. 258) et on portera les appendices qui donneront le développement des demi-tuyaux.

Se rappeler qu'au raccordement de la sphère et ces parties cylindriques, on manque généralement de matière. Réserver un large raccordement entre le cercle et les lignes des tuyaux. Observer, pour le tracé, que l'origine des tuyaux est à l'intersection

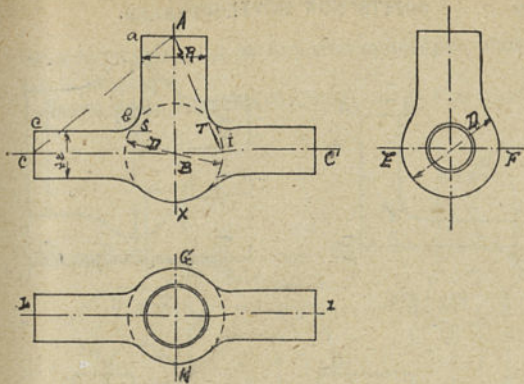


Fig. 253.

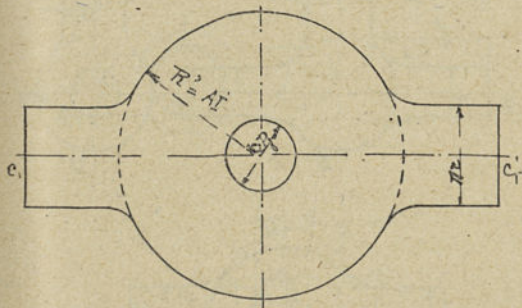


Fig. 254

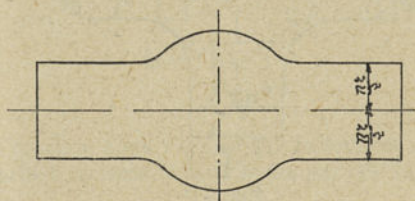


Fig. 255

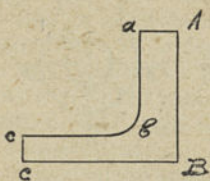


Fig. 256.

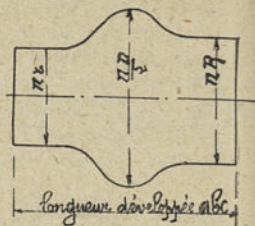


Fig. 257.

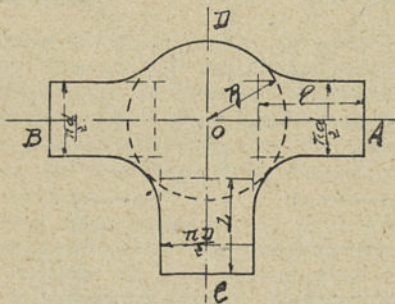
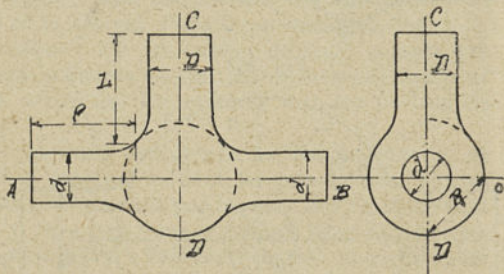


Fig. 233.

de la ligne neutre et de la partie sphérique, sans raccords ni gorges.

**Tracé de la fourche (fig. 259).** — Si l'on examine

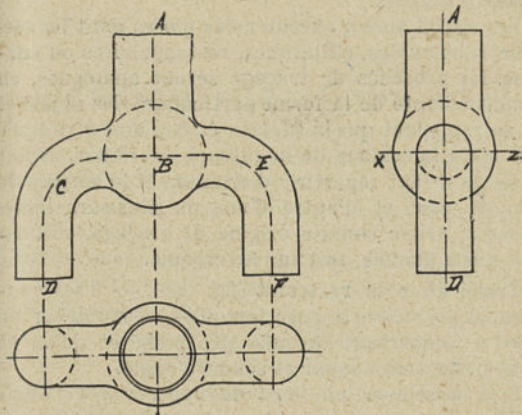


Fig. 259.

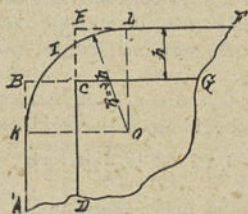


Fig. 260.

le croquis, nous voyons que la fourche n'est qu'un barillet terminé à deux bouts par un tuyau coudé.

Le tracé du flan est donc la superposition des tracés du barillet et du coude.

On remarque que, comme le barillet, la fourche peut à volonté se décomposer en deux ou en trois pièces distinctes.

Lorsqu'on aura à exécuter des pièces dont les sections sont ovales, elliptiques, rectangulaires ou carrées, les procédés de traçage seront analogues, en tenant compte de la forme particulière des objets et en se rappelant que la surface du flan doit être équivalente à la surface de la pièce à fabriquer. Noter aussi qu'il faut répartir judicieusement la surface du flan de part et d'autre d'une ou plusieurs lignes neutres, prises comme origine de traçage, soit sur une pièce modèle, soit sur les croquis.

**Tracé du coin restreint** (fig. 260). — Très souvent ce problème se pose lorsqu'on veut relever un bord à angle droit sur une tôle plane et qu'on ne peut ni ne veut couper et souder l'angle.

Soit à relever un bord de hauteur  $h$  à l'angle DCG, pour cela on trace tangent au développement des bords, un quart de circonférence de rayon  $R = 2h$ . On coupe la tôle suivant cette courbe; en opérant par restreinte, la matière restant en dehors de l'angle droit sera suffisante pour former la carre (1).

---

(1) En effet, considérons la surface OKBCEL, cette surface est égale à  $3h^2$ . Or le  $\frac{1}{4}$  de cercle OKIL que nous lui substituons aura une surface de  $\frac{\frac{1}{4}\pi h^2}{4} = \pi h^2$  soit :  $3,14h^2$ , approximation par excès très acceptable en pratique.

## CHAPITRE XIII

### MISE EN FORME

---

#### **Emboutissage et restreinte.**

Toutes les opérations principales de la chaudronnerie reposent sur deux propriétés des métaux : 1<sup>o</sup> la ductilité; 2<sup>o</sup> la malléabilité.

La ductilité et la malléabilité permettent d'allonger et de refouler les métaux.

L'allongement ou étirage est un travail du métal qui a pour résultat d'augmenter la surface en diminuant l'épaisseur. Le refoulement, au contraire, diminue la surface et augmente l'épaisseur.

Pour faire comprendre ce que nous entendons par étirage, nous dirons que lorsqu'on frappe avec une panne de marteau, sur une bande de métal placée sur un tas, cette bande s'étire.

Si maintenant nous prenons une pièce prismatique courte, mise debout sur ce même tas et que nous frappions sur le bout libre, la pièce se refoule.

En chaudronnerie, les méthodes de travail dérivent de ces deux principes élémentaires en les appliquant, soit isolés, soit combinés.

Les opérations fondamentales du travail à la main sont : l'emboutissage, la restreinte, le martelage ou planage. Il y a d'autres opérations qu'on peut faire subir aux métaux en feuilles, mais ce sont, pour la plupart, des modifications de forme sans travail moléculaire général; nous les réservons pour le chapitre suivant, nous citerons : le roulage ou cintrage, le pliage, l'agrafage.

Nous ne parlerons ici que du travail à la main, étant bien entendu que le travail à la machine est spécial et, du reste, dérive au point de vue résultats, du travail à la main.

Qui comprend l'emboutissage et la restreinte à la main comprendra l'emboutissage et la restreinte mécaniques.

**Emboutissage.** — Si l'on frappe, avec un maillet ou un marteau, sur une plaque de cuivre par exemple, en soutenant celle-ci en dehors du coup, en langage courant on dit qu'on y fait une bosse; en réalité l'endroit frappé s'est allongé et aminci et, comme sa surface a augmenté, elle ne peut rester plane dans les limites qui l'enserrent, d'où la formation de cette bosse.

Supposons maintenant que la plaque soit circulaire et qu'on frappe en spirale en commençant par le centre, de façon que les coups se touchent, on conçoit que la plaque, de plane qu'elle était au début, devienne creuse, et prendra la forme d'une coupelle (fig 261). Si la plaque est de grandes dimensions, le travail sera facilité en commençant par le bord.

Cette opération renouvelée avec méthode, à diverses reprises, coupées par des recuits pour éviter l'écrouissage, permettra d'amener la pièce à la forme voulue, au gabarit (pièce en tôle ou en bois, ayant la forme d'une section axiale, et qu'on place à l'intérieur pour contrôler le travail).

On augmente la vitesse du travail par opération de recuit, tout en maintenant la qualité du métal, en combinant l'emboutissage par bosses avec l'allongement par frappe; en effet, après avoir frappé à faux sur la pièce, si l'on place celle-ci sur un tas approprié à sa forme et qu'on frappe à l'endroit où elle repose, où elle porte, on allonge le métal et on





Fig. 261. — Emboutissage.

emboutit plus rapidement. Cette opération constitue une sorte de corroyage qui améliore la texture du métal fatigué par l'emboutissage à faux.

**Restreinte.** — Au point de vue du travail, la restrainte est l'opération inverse de l'emboutissage puisque, pour emboutir, on frappe à l'intérieur de la pièce et que pour restreindre, on frappe à l'extérieur. Dans beaucoup de cas, l'emboutissage n'est qu'une opération préliminaire de la mise en forme, la restrainte, seule, permettant d'obtenir les formes les plus variées. Une pièce sphérique, emboutie, sera théoriquement du diamètre de la plaque dont elle a été obtenue (du flan) et son épaisseur ira en croissant du fond au bord de la pièce, l'épaisseur maximum étant celle du flan. Une pièce de même forme et de mêmes dimensions, obtenue par restrainte, sera d'un diamètre plus faible que celui du flan nécessaire pour l'obtenir et son épaisseur ira théoriquement en croissant du fond au bord, mais l'épaisseur minimum sera celle du flan. On voit donc immédiatement que les deux méthodes de travail peuvent donner des objets de même forme et de mêmes dimensions, mais de qualités, de poids et de résistances différentes. Donc, dans chaque cas, on réfléchira à l'emploi de la pièce pour déterminer par quel procédé de travail on doit la fabriquer.

Prenons un flan circulaire, emboutissons-le légèrement afin de pouvoir travailler plus facilement, plaçons-le sur une boule, par exemple (fig. 262) frappons avec un marteau à vaiselle ou à restreindre auprès de l'endroit où il porte; on forme un creux, une bosse en creuse. Si, partant du centre, on fait en spirale une série de bosses à se toucher, la pièce se creusera et prendra une forme courbe qui sera plus ou moins accusée suivant le nombre d'opérations qu'elle aura subies; ces opérations étant, comme pour l'emboutissage, alternées par des recuits évitant l'écouissage (fig. 262 bis).

Il est nécessaire de compléter la restrainte par un



Fig. 262. — Restreinte. La pièce a été coupée pour faire voir sa position sur la boule (partie enlevée A).

martelage qui, allongeant localement le métal après chaque bosse, produira un étirage. Cette façon de procéder doit, toutefois, être faite judicieusement sans trop d'énergie, car alors si on allongeait trop le métal, la restreinte en serait diminuée d'autant et la pièce prendrait difficilement sa forme, sans préjudice des avaries que pourrait causer un écrouissage local trop grand; nous voulons parler des cassures qui se produisent inévitablement lorsqu'on allonge trop, qu'on frappe à porter, d'une façon intempestive. Ces cassures se produisent parce que le métal, allongé par endroits et pas dans d'autres, travaille intérieurement, se déchire d'abord imperceptiblement, puis la cassure s'agrandit et la pièce est, sinon hors d'usage, du moins considérablement diminuée de valeur.

Toute pièce, qu'elle soit restreinte ou emboutie, doit être contrôlée par le gabarit intérieurement ou extérieurement suivant sa forme.

**Le travail de mise en forme.** — Nous avons dit que l'emboutissage et la restreinte étaient les deux opérations fondamentales en chaudronnerie (fig. 263).

Nous avons vu que si l'on exécute ces opérations isolément sur un travail, on obtiendra inévitablement des épaisseurs différentes dans une même pièce. Il est évident que la meilleure pièce sera celle qui aura une épaisseur uniforme. Théoriquement, les objets contenant des fluides ou des liquides sous pression, devraient avoir des épaisseurs variables croissant avec les diamètres.

En pratique, les objets auront une épaisseur uniforme qui sera celle reconnue nécessaire pour le plus grand diamètre.

On peut aussi bien, toutes proportions gardées, restreindre au maillet qu'au marteau. Avec un maillet, inévitablement, la pièce croît d'épaisseur depuis



Fig. 232 bis. — Restreinte. La pièce a été coupée pour faire voir sa position sur l'outil « pied de biche » (partie coupée B).

le fond jusqu'aux bords. Si on n'y prend attention, le fait se produit identiquement avec un marteau. Il faut donc étirer la pièce en la restreignant. De même en emboutissant, on affaiblit beaucoup le métal au centre. Le chaudronnier ne connaîtra son métier, que s'il réussit à combiner dans tout travail, l'emboutissage, la restrainte et l'étirage de telle façon que la pièce terminée soit d'épaisseur constante, celle du flan d'où elle est tirée.

Bien mieux, à l'appui de ce que nous venons de dire, nous poserons la règle suivante: toute pièce chaudronnée à la main doit être obtenue d'un flan ayant une surface équivalente à celle d'une surface semblable passant par la fibre neutre du métal constituant la pièce. Si le travail est bien exécuté, le flan change de forme, sans changer de volume, ni de surface, ni d'épaisseur.

Il faut donc, en partant de ce principe, que si la mise en forme tente à amincir le métal en un point, l'ouvrier ne l'affaiblisse pas davantage. Si la mise en forme tente à refouler, à augmenter l'épaisseur, il faudra qu'un martelage judicieux transporte la matière ailleurs pour que l'épaisseur se maintienne constante et que le flan soit suffisant.

Pour l'emboutissage d'un ouvrage, nous avons supposé que nous soutenions la pièce à l'aide d'un bloc de bois ou de métal, percé d'un trou, et que nous frappions à l'intérieur, à l'endroit situé au-dessus d'un trou.

Ce procédé n'est employé que lorsque les formes à obtenir demandent beaucoup de travail; c'est le procédé énergique.

Si l'emboutissage est peu important, on se sert d'une galette de plomb ou d'une pièce de bois portant une empreinte. On emboutit ainsi plus régulièrement en fatiguant moins le métal. Dans certains

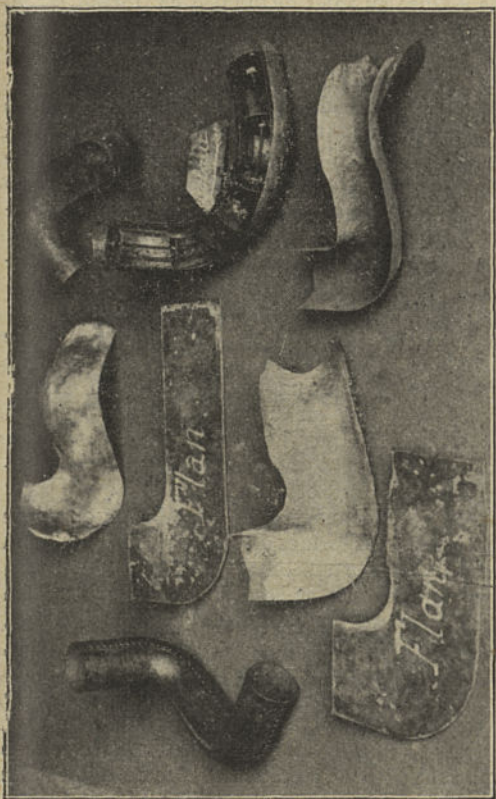


Fig. 263. — Mise en forme. Différentes phases de la mise en forme d'un double coude relevé.

cas, c'est presque une passe de finissage. Ce que nous venons de dire au sujet de la mise en forme représente le maximum de perfection auquel tout ouvrier aimant son métier doit essayer de parvenir.

Il est bon, dans la pratique courante, de tenir compte d'une foule d'inconvénients qui peuvent, à un moment donné, troubler l'exécution du travail le mieux ordonné. C'est pourquoi, lorsqu'on trace un flan, il est toujours préférable de le tracer un peu plus grand que trop juste. Le bon ouvrier examinera l'objet à confectionner et verra les endroits où il est nécessaire de laisser de la matière en surcroît afin de permettre un façonnage convenable.

Quelques recommandations se placent ici.

Avoir soin de toujours emboutir et restreindre régulièrement, c'est-à-dire faire suivre les coups méthodiquement dans un ordre déterminé. Éviter de replier le métal sur lui-même, ce qui le coupe infailliblement. Ne pas laisser de surépaisseurs se produire, surtout vers les bords, le métal insuffisamment martelé s'aigrit et cesse.

Contrôler le façonnage avec les gabarits et suivre rigoureusement les formes de ceux-ci. Il est essentiel que les apprentis s'habituent, dès leurs débuts, à observer les gabarits et les côtes des croquis. Rien ne passe plus de temps, ne décourage davantage, que de reprendre un diamètre ou une courbure, lorsque le travail est presque terminé.

Pour les pièces en coquille, l'observation de ce qui précède est capitale, si l'on veut obtenir un travail aux cotes et bien fait. Le temps passé à vouloir réunir des pièces mal façonnées est du temps perdu, et conduit à de médiocres résultats.

**Planage et finissage.** — Planer une pièce c'est, par définition, enlever les bosses, les creux, les coups



qu'elle peut présenter après sa mise en forme; c'est aussi lui donner le poli ou l'aspect qui sera nécessaire pour le fini à obtenir.

Suivant la nature de la pièce, le planage sera plus ou moins soigné. Dans une brûloire sphérique en tôle, par exemple, on enlèvera seulement les bosses et les coups pour que la pièce soit régulière, alors que pour une bouilloire, un alambic, une cruche en cuivre, le planage aura pour effet, en plus d'enlever les bosses et les coups, d'obtenir soit un poli lisse, soit un poli par coups de marteau rangés.

Pour tous les métaux qui se recuisent au rouge, à l'exception du fer, il est indispensable de débarrasser la pièce de toute trace d'oxydation, en mettant le métal à nu par un décapage sérieux, faisant suite au dernier recuit.

Tous les défauts sont alors rendus très apparents.

Pour planer, il est nécessaire de frapper à porter, on choisira donc des outils polis, permettant de suivre les formes de la pièce. On se servira de marteaux à touches polies que l'on aura soin de maintenir très propres au cours du travail, en les frottant, soit sur de la toile émerisée très fine, soit sur une planchette en suite de boue de meule en grès, de potée d'émeri, etc.

La première passe, intéressant toute la pièce, fera disparaître les empreintes d'outils et les inégalités. Dans beaucoup de cas, cette opération est suffisante. Si l'on désire un poli brillant, on recommencera le planage en ayant soin que tous les coups de marteau se touchent et que les empreintes se recouvrent mutuellement en partie; on devra, pour cela, adopter un sens de progression dans la frappe, ce sens doit toujours être celui qui déforme le moins; c'est une question de pratique.

Se souvenir de ce que nous avons dit au sujet du

dressage, en ce qui concerne le planage des fonds ou des parties droites. Si l'on veut faire un planage par coups de marteau apparents (à facettes), il est nécessaire de planer poli brillant au préalable. Ce genre de planage est réservé aux objets dont on veut rehausser l'aspect.

Il arrive parfois que la forme de la pièce ne permet pas de la planer sur des outils; dans ce cas, on introduira à l'intérieur, soit par coulée, soit par tassement, une matière se moulant sur les formes et ayant une résistance suffisante aux chocs. Suivant les cas, on emploiera le plomb, le brai, les différents mélanges à base de résine, de cire, de graisses, etc., le sable sec. Quand ce sera possible, nous recommandons l'emploi du sable sec énergiquement tassé. Les pièces en fer se planent de la même façon que les pièces en cuivre, mais on ne les décape pas avant de les planer. Pour les pièces de tôlerie fine, on facilitera l'observation de la progression de la frappe, si on les recouvre d'un léger enduit au rouge anglais (sanguine).

**Tracé des pièces formées.** — Une pièce dont la mise en forme est terminée a toujours une surface trop grande; elle ne peut donc être employée telle quelle. Il y a lieu de déterminer les chutes à enlever pour la mettre à la dimension. Par la même opération, on détermine également les recouvrements, les jonctions, ou la quantité de métal nécessaire aux transformations que la pièce devra subir ultérieurement.

Disons de suite que le tracé d'une pièce devra se faire sur un plateau à dresser ou un marbre, à l'aide des outils de traçage déjà décrits: trusquins, règles, équerres, compas, mètre, etc.

Toute pièce a des lignes remarquables définies :

axes, génératrices, médianes, lignes de contour apparent. Ces lignes sont connues et données, soit par



Fig. 264. — Tracé sur le marbre d'une partie de fourches à trois orifices.

les plans ou croquis, soit par les gabarits. On placera donc la pièce sur le marbre de façon à pouvoir

définir une ou plusieurs de ces lignes à l'aide du trusquin ou de l'équerre et, en utilisant les côtes du croquis, on partira de cette ligne pour tracer la pièce.

Ainsi une pièce de révolution sera posée sur le marbre par son fond, à l'aide d'un trusquin, on tracera la ligne parallèle au fond suivant laquelle elle doit être coupée.

Un coude sera posé à plat sur le marbre, à l'aide d'un trusquin on repérera la ligne neutre, on calera la pièce, s'il y a lieu, pour que cette ligne soit dans un plan parallèle au marbre; à l'aide d'une équerre à chapeau, perpendiculaire au marbre et tangente au coude en un point de la ligne neutre, on marquera des points en portant, avec un mètre ou une jauge, la longueur correspondant à la rive de coupe; (on portera l'épaisseur + le rayon + la croisure) on déterminera ainsi un certain nombre de points, qu'il suffira de joindre par un trait fait à l'aide d'une règle et d'un raccord de compas, dont le rayon sera pris sur le plan ou le gabarit (fig. 264).

La pièce sera donc tracée sans aucune difficulté.

Cette méthode se retrouve sur toutes les pièces à tracer. Une ligne définie étant déterminée, on aura à porter, par rapport à cette ligne, les dimensions correspondantes aux côtes du croquis ou du gabarit.

Ne pas oublier de tenir compte de l'épaisseur des recouvrements, ou, s'il y a lieu, de la quantité de métal nécessaire pour les agrafes, bordés, etc.

## CHAPITRE XIV

### SOLIDES DÉVELOPPABLES

Nous avons indiqué déjà la manière de développer les surfaces géométriques. Tous les objets développables sont à ranger dans cette catégorie. Les diverses méthodes que nous avons préconisées sont celles à employer pour déterminer la forme de la feuille métallique dont on tirera l'objet désiré.

Une remarque est cependant à faire et son importance est capitale. Pour les développements considérés dans le résumé de notions géométriques, nous avons toujours travaillé avec des surfaces théoriques, c'est-à-dire appartenant à des feuilles sans épaisseur.

Dans la pratique, il faut tenir compte de cette épaisseur. En effet, le développement à obtenir est celui d'une surface fictive située à égale distance des deux faces de la tôle. Les diamètres devront être augmentés ou diminués d'une épaisseur, suivant que les croquis donneront les diamètres intérieurs ou extérieurs ; les longueurs seront, si besoin, modifiées de façon analogue. Ne pas omettre d'ajouter la surface nécessaire pour les bords, jonctions, bordés, etc.

Quoiqu'on fasse, la jonction est toujours la partie faible d'une pièce, étudier l'endroit où elle doit être faite sans compromettre la solidité. Il faut se garder de croire qu'il y a toujours intérêt à placer la jonction dans la ligne la plus courte, comme beaucoup d'ouvriers ont tendance à le faire. Cette disposition ne doit être adoptée que si l'on est certain que la

pièce ne présentera pas un point trop faible à cet endroit.

**Roulage et rabattage.** — Les solides développables sont mis en forme par roulage ou par rabattage. Ces deux opérations peuvent d'ailleurs être subies par la même pièce.

Nous dirons peu de chose de ces deux genres de travaux ; l'explication des machines servant à les exécuter suffit pour comprendre. Disons seulement, pour le roulage, qu'il ne faut pas songer à cintrer d'un seul coup au diamètre voulu. Avant tout travail sur la machine, il est nécessaire d'amorcer la courbure de la tôle sur les deux bords constituant la jonction, car il ne faut pas compter sur la machine pour les cintrer. On se servira pour ce travail du maillet ou de la batte ; cette opération faite, la tôle est présentée à la machine.

Pour le fini du travail, il est nécessaire de passer la pièce plusieurs fois entre les rouleaux, en serrant progressivement le rouleau formeur. Pour ne pas perdre de temps, il faut faire ces passes alternativement dans un sens et dans l'autre. On obtient ainsi un cylindrage parfait.

Lorsqu'on a à former des coniques, le serrage du rouleau formeur est différent aux deux extrémités ; il faut serrer plus d'un côté que de l'autre, le petit diamètre de la pièce étant du côté le plus serré. Il faut également déplacer la pièce pour tenir compte que le chemin parcouru par le rouleau est constant sur toute sa longueur, alors qu'il devrait augmenter de la petite à la grande base de la pièce à rouler.

Les feuilles minces sans raideur se roulent difficilement sur toutes les machines. On remplace une machine spéciale par le rouleau en bois monté parallèlement à la rive d'un établi, outil dont nous avons parlé au chapitre outillage. C'est une machine rudi-

mentaire donnant des résultats satisfaisants vu la faiblesse des efforts nécessaires pour rouler le métal mince.

La feuille passe entre la rive de l'établi et le rouleau de bois, la tôle prenant point d'appui sur l'établi est cintrée à la main par pressions successives sur le rouleau. L'opération nécessite généralement, après jonction des rives, une rectification au maillet ayant pour but d'enlever les arêtes de pliage trop vives.

Pour le travail à la machine, il n'y a pas d'avantage à recuire les pièces à rouler avant travail.

Si l'on ne possède pas de machine, on roulera les tôles raides sur des barres à l'aide du maillet ou du marteau, soit à froid, soit à chaud. Ce travail est coûteux, difficile, lorsque les pièces sont longues et de faible diamètre; même après un planage sérieux, toujours nécessaire, il ne donne que des résultats médiocres.

Dans le roulage à la main, éviter soigneusement de trop frapper à faux au milieu de la pièce, ou dans les bouts à porter, ce qui a l'inconvénient de faire rentrer le métal et, comme conséquence, de rendre la jonction irrégulière, très difficile même si les trous d'assemblage sont percés d'avance, de plus, les bouts sont d'un diamètre plus grand que le milieu, ils sont évasés.

**Le rabattage** peut se faire à la main, sur l'arête d'un outil, lorsque la pièce est de minime importance, mais il est toujours préférable de se servir d'une machine.

Avec une machine bien établie, il n'y a aucun inconvénient à faire le bord d'une seule passe. Si le métal est trop épais, il peut y avoir avantage à recuire; cette opération a l'inconvénient, à cause de la dilatation, d'empêcher parfois de replacer la

pièce sous la machine exactement dans sa première position.

Lorsqu'on ne dispose pas de machine à rabattre, on obtient de bons résultats en se servant de deux barres rigides serrées par paire, à chaque extrémité, dans un étau ou à l'aide de presses ; la tôle étant pincée entre les barres de façon qu'il dépasse une surface de métal correspondant au bord à rabattre, le trait limitant celui-ci coïncidant avec l'arête commune des barres ; on rabat le bord au marteau, ou, de préférence, au maillet.

---



## CHAPITRE XV

### MODES DE JONCTION ET D'ASSEMBLAGE

---

#### Soudures, brasage, agrafage, rivetage, boulonnage.

Rarement, une pièce façonnée constitue à elle seule un ouvrage de chaudronnerie. Il est donc nécessaire de réunir les différentes parties constituant cet ouvrage. Plusieurs procédés d'assemblage peuvent être employés ; ces procédés dépendent de la nature du métal, de la forme des objets, de leur destination.

En chaudronnerie courante, ce sont principalement ces deux dernières conditions qui interviennent pour le choix de l'assemblage employé.

D'une façon générale, on recherche surtout le procédé le plus économique et le plus aisé à exécuter, compatible avec la solidité des ustensiles ou appareils.

Il y a lieu, dès maintenant, de faire une distinction entre la jonction et l'assemblage. Par jonction, il faut entendre la réunion, en vue d'une mise en forme, de deux surfaces et aussi la manière dont elles sont réunies d'une façon permanente. Tandis que les assemblages comportent fréquemment l'emploi et la réunion de pièces distinctes dont la nature des métaux est parfois différente.

On conçoit donc que les méthodes différeront selon qu'il s'agira d'une jonction ou d'un assemblage.

En ce qui concerne les jonctions, on peut poser la règle suivante : rechercher le procédé qui, sans

détériorer le métal, donne à la ligne de couture le maximum de *ressemblance* avec le métal employé. Se rappeler que, quoi qu'on fasse, les agrafes, soudures, brasures, rivetages, etc., sont toujours les parties de moindre résistance. C'est pourquoi nous n'hésitons pas à dire que si les procédés de soudure *autogène* permettaient sûrement de faire des soudures ne modifiant pas la texture du métal, ce moyen de jonction devrait, quand l'opération est possible, être le seul employé.

Nous classerons, sans pour cela prétendre qu'assez souvent le genre de travail n'oblige pas à s'écarter de ces indications, les procédés de jonction d'après la nature du métal.

### **Jonctions et assemblages convenant à divers métaux**

**Métaux à basse température de fusion** — Etain, plomb, zinc.

Soudure au fer ou à la lampe à souder en employant, comme métal d'apport, soit de l'étain pur, soit le plus souvent un alliage d'étain et de plomb dans les proportions que nous avons indiquées au chapitre des alliages pour soudures.

Remarquer que pour l'étain, le plomb et leurs dérivés, il est fréquent que la soudure soit autogène.

Pour souder les barres de connexion de certains accumulateurs, les revêtements en plomb des caisses à acides et des chambres pour la fabrication des acides et de l'éther, on emploie des chalumeaux spéciaux.

Certains objets en zinc sont parfois agrafés, rarement rivés.

**Métaux de faible épaisseur recouverts d'un métal protecteur**, tels que : fer-blanc (fer étamé), tôles

zinguées ou plombées, cuivre et laiton étamés, nickelés ou argentés.

*Soudure à base d'étain, agrafage, rivetage.* — Fréquemment un de ces deux derniers procédés est employé conjointement avec le premier. Il y a lieu d'opérer ainsi, lorsqu'en plus d'une jonction satisfaisante au point de vue solidité, on doit obtenir un objet ou un appareil étanche, capable de contenir des liquides ou des vapeurs de faible tension.

Nous répétons que toutes les fois qu'on le peut, il est toujours préférable d'étamer ou zinguer les objets après qu'ils sont confectionnés.

**Métaux employés en chaudronnerie proprement dite.** — Laitons, maillechort, cuivre, nickel, fer et acier doux :

*Agrafes, soudures, brasures, rivetage, boulonnage.* — Les agrafes sont usitées pour les métaux ci-dessus lorsque ceux-ci étant de faible épaisseur (1 millimètre maximum), ils constituent surtout des récipients non étanches, des enveloppes ou des ornements.

### Soudures.

Les soudures à base d'étain sont employées pour réunir les différentes parties des objets fabriqués en métaux minces qui, par conséquent, ne subissent pas de grands efforts bien que réclamant toutefois une certaine solidité et, surtout, la contention des liquides. Ce procédé d'assemblage doit être rejeté pour les objets soumis à l'action du feu. Employé seul, il ne convient pas pour les appareils et installations dans lesquels circulent des vapeurs au-dessus de 0 kg. 500 de pression par centimètre carré.

### Brasage.

Avec le façonnage proprement dit, le brasage est une des principales opérations du métier de chaudronnier.

Très fréquemment, les pièces sont brasées et façonnées ensuite; c'est ce qui distingue le brasage des autres modes de jonction et d'assemblage à part, bien entendu, les soudures à chaude portée et à la plaque à souder réservées aux tôles de fer ou d'acier doux dépassant 4 millimètres d'épaisseur.

Le brasage est donc employé comme moyen de jonction avant ou après façonnage ainsi que comme procédé d'assemblage. A moins de raisons particulières, (difficulté d'exécution, ou assemblage de métaux ayant des températures de fusion trop différentes) le brasage doit être préféré à tout autre procédé pour le laiton, le maillechort, le cuivre le nickel, l'argent, l'or, le platine.

Cette opération se faisant au feu, par fusion du métal d'apport, il y a lieu de choisir une brasure en rapport avec le ou les métaux employés; en choisissant, bien entendu, la soudure convenant au métal ayant la plus basse température de fusion lorsqu'on fait un assemblage de métaux différents.

Au chapitre des alliages, on trouvera les indications ayant trait aux différentes soudures convenant aux métaux.

### Rivetage.

Le rivetage est pratiqué très couramment; c'est, sinon le meilleur, le plus sûr moyen de faire une jonction ou d'assembler des pièces.

Le rivetage répond à tous les besoins, il suffit de l'approprier au genre de travail exécuté. Des rapports de résistance ont été établis par le calcul et des expériences nombreuses, si bien que maintenant, la consultation des barèmes ou l'interprétation de formules simples, permet de déterminer sûrement le genre de rivetage que l'on doit pratiquer pour un travail déterminé.

RIVETAGE.

293

*rivet américain*



1° Cylindrique ou à tête plate.



2° Tronconique.



3° Hémisphérique ou tête ronde.



4° Tête fraisée



5° Tête fraisée  
bouterollée.



Fig. 267.

Fig. 265.

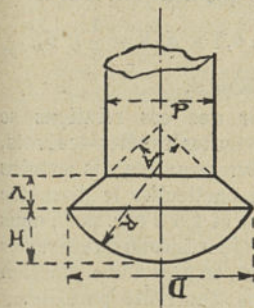


Fig. 266.

$d$ , diamètre du fût du rivet;  
 $D$ , diamètre de la tête;  
 $H$ , hauteur de la tête;  
 $V$ , hauteur de la fraisure;  
 $A$ , angle de la fraisure;  
 $R$ , rayon de la tête.

Il y a lieu dans les différents cas de considérer : la destination des pièces ou appareils, l'épaisseur du métal, le genre de jonction ou d'assemblage adopté.

Examinons d'abord ce qu'est un rivet. Un rivet, avant pose, est constitué par un fût cylindrique et une tête. Les rivets employés le plus couramment sont en fer de bonne qualité, en acier extra-doux ne trempant pas, en cuivre, en aluminium, rarement en laiton.

Les têtes des rivets ont des formes variées; les plus courantes sont (fig. 265) :

- 1° Cylindrique ou à tête plate;
- 2° Tronconique;
- 3° Hémisphérique ou tête ronde;
- 4° Tête fraisée;
- 5° Tête fraisée bouterollée.

Dans rapports existent entre le diamètre du fût du rivet et la tête.

Voici, à titre d'indication, les relations qui lient entre elles les dimensions des rivets en fer ou en acier doux employés dans les travaux qui réclament une grande solidité (fig. 266),  $d$ , diamètre du fût du rivet, étant la mesure connue de laquelle toutes les autres découlent, voici les rapports que nous relevons :

$$D = 1,7 \times d, H = 0,3 \text{ à } 0,5 \times d, V = \frac{1}{8} \times d,$$

$$A = 75^\circ, R = d.$$

Il est bon de remarquer que ces relations se retrouvent, à peu près, pour toutes les têtes de rivets, à l'exception des rivets en cuivre pour lesquels certains rapports sont différents, en particulier le diamètre de la tête qui varie entre  $2,4$  et  $2,5 d$  (fig. 267), nous parlons bien entendu des rivets destinés au rivetage des objets ou appareils réclamant, en plus d'une jonction ou assemblage bien faits, une étanchéité parfaite.

Le diamètre du rivet est fonction de l'épaisseur du métal mis en œuvre. En général, jusqu'à 8 millimètres, le diamètre des rivets est le double de l'épaisseur de la tôle; de 8 à 15 millimètres, le diamètre

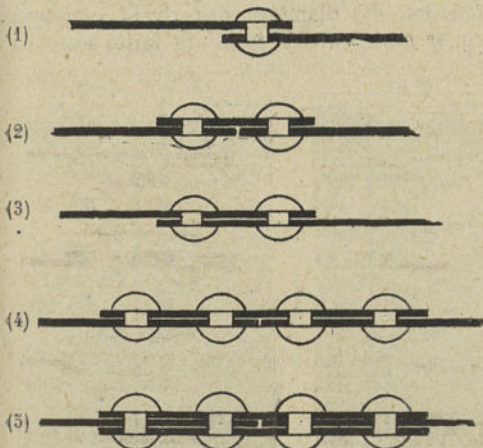


Fig. 268.

- (1) Joint bord sur bord dit à clin à un rang de rivets.  
 (2) Joint à franc bord à un couvre-joint, un rang de rivets par couture.  
 (3) Joint à clin à deux rangs de rivets.  
 (4) Joint avec un couvre-joint, à deux rangs de rivets par couture.  
 (5) Joint avec deux couvre-joints, à deux rangs de rivets par couture.

des rivets sera une fois et demie l'épaisseur de la tôle; au-dessus de 15 millimètres, le diamètre du rivet sera une fois un quart l'épaisseur de la tôle.

Plusieurs procédés sont employés pour réunir

les pièces au moyen de rivets. Du choix de ce procédé, qui n'est pas arbitraire, dépend : 1° la largeur de la jonction ; 2° l'espacement des rivets.

Il y a donc lieu d'indiquer ces procédés (fig. 268).

La largeur de la jonction et l'espacement des rivets sont fonction du diamètre des rivets employés. Remarque que pour les jonctions faites avec des

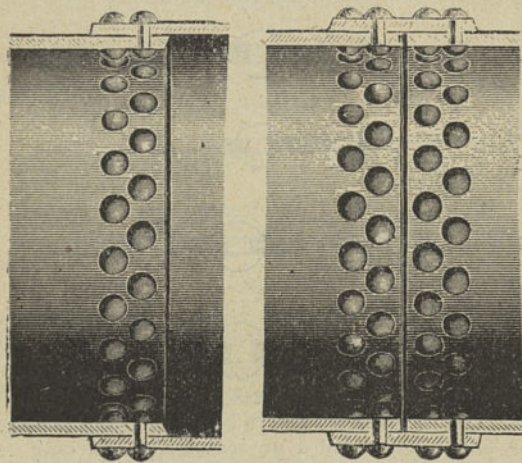


Fig. 269.

Joint à clin à deux  
rangs de rivets.

Joint à un couvre-joint à  
deux rangs de rivets.

couvre-joints, les indications ci-dessous sont les mêmes, mais elles doivent être portées de chaque côté de la ligne de jonction des tôles, cette ligne coïncidant avec la ligne médiane du couvre-joint.

Pour le rivetage des chaudières, appareils ou récipients contenant des vapeurs et liquides sous



pression (fig. 269), voici les relations les plus employées.

Joint à clins ou à un couvre-joint avec un rang de rivets  $L = 3d$ ,  $A = 2,5$  à  $3d$ ,  $E = 1,5d$ . (fig. 270).

Joint à clins ou à un ou deux couvre-joints avec deux rangs de rivets (fig. 270 bis) :  $L = 4,5d$ ,  $A = 3,5d$ ,  $E = 1,5d$ ,  $F = 1,5d$ .

— Si l'on considère la résistance initiale de la tôle

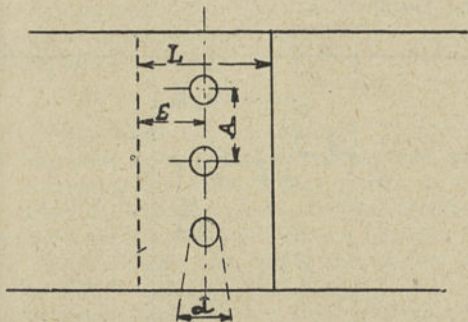


Fig. 270. —  $d$ , diamètre du rivet;  $L$ , largeur de la jonction;  $A$ , distance des rivets d'axe en axe;  $E$ , distance de l'axe des rivets au bord du joint :

$$E = \frac{L}{3}$$

égale à 1, la résistance des jonctions et assemblages exécutés par les procédés ci-dessus est représentée par : 0,60 pour les joints à clins ou à un couvre-joint avec un rang de rivets.

0,65 à 0,715 pour les joints à clins ou à un couvre-joint avec deux rangs de rivets.

0,80 pour les joints à deux couvre-joints avec deux rangs de rivets.

Il n'est pas possible, pour le rivetage des objets en cuivre, exécuté avec des rivets ayant une tête égale à  $2,5 d$  de suivre exactement les données ci-dessus; on doit cependant s'efforcer de les appliquer dans la mesure compatible avec les possibilités de travail.

Il va sans dire que tous ces renseignements s'appliquent aux jonctions et assemblages pour les-

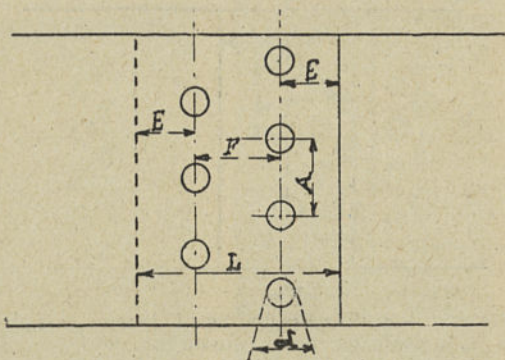


Fig. 270 bis. —  $d$ , diamètre du rivet;  $L$ , largeur de la jonction;  $A$ , distance des rivets d'axe en axe dans le sens longitudinal;  $E$ , distance de l'axe des rivets au bord du joint;  $F$ , distance des rivets d'axe en axe dans le sens transversal.

quels il est nécessaire de se rapprocher de la résistance initiale des métaux employés.

Beaucoup de travaux de chaudronnerie ne réclament pas un rivetage aussi sérieux; se rappeler toutefois qu'il n'est pas recommandable que l'espacement des rivets dépasse 15 à 20 fois le diamètre de ceux-ci et que l'on doit, autant que pos-

sible, faire des croisures ayant toujours une largeur variant entre 3 et 4 fois le diamètre des rivets.

A moins de cas spéciaux, ou pour des réparations, les ouvriers n'ont pas à déterminer eux-mêmes les conditions essentielles du rivetage. Ces données sont fournies sur les plans ou croquis émanant des bureaux d'études. Il est remarquable d'ailleurs, que pour des appareils identiques, le rivetage n'est pas toujours le même et varie souvent d'une maison de construction à l'autre.

### Boulonnage.

Le boulonnage est un procédé d'assemblage réservé, dans les installations neuves, aux parties qui doivent rester démontables, portes de visite, robinetterie, tuyautages, etc. Suivant l'utilisation des objets ou appareils, on s'efforce toujours d'obtenir un assemblage aussi solide que si ces pièces étaient rivées.

Certaines réparations nécessitent également l'emploi de ce procédé d'assemblage, cela a lieu particulièrement lorsque la construction ou les dimensions ne permettent pas un rivetage convenable.

Se servir de préférence de boulons et écrous dits mécaniques, à cause de la régularité de leurs formes et de leur filetage. Employer des boulons dont le diamètre correspond à celui des trous des pièces à assembler; éviter de laisser un surcroît de tige filetée dépasser l'écrou, celle-ci, en s'oxydant, rend les démontages longs et difficiles.

Il arrive parfois, pour la réunion de certaines pièces, que les différents procédés de jonction et d'assemblage que nous avons indiqués ne puissent être employés; c'est alors que l'on a recours aux prisonniers (fig. 271), sorte de boulons spéciaux sans

écrous, auxquels on enlève la tête après leur mise en place qui est définitive (fig. 272).

Certains appareils possèdent des cloisons très rapprochées ; pour réunir ces tôles, on emploie des

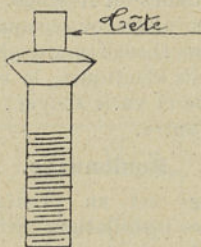


Fig. 271. — Prisonnier.

entretoises vissées ou rivées suivant les cas (fig. 273).

Noter que les entretoises vissées, si elles ne sont pas faites sur des machines spéciales, doivent être

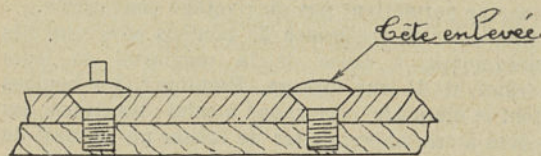


Fig. 272. — Pose des prisonniers.

obtenues d'un fût fileté d'un bout à l'autre. La partie filetée, comprise entre les deux cloisons, étant ensuite enlevée pour faciliter la mise en place.

Nous n'avons pas, jusqu'ici, parlé des moyens employés pour faire les jonctions et les assemblages des pièces en aluminium. Par sa nature spéciale, ce métal ne permet pas l'emploi de certains des procédés mentionnés ci-dessus.

L'aluminium ne se soude pas à l'étain (1), on l'agrafe rarement, il ne se brase pas, mais il se soude à lui-même en se servant de préférence de chalumeaux

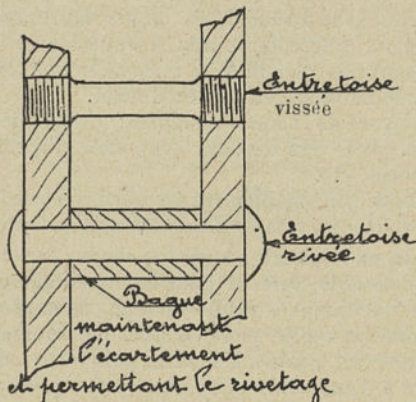


Fig. 273. Entretoises.

capables de fournir une flamme petite, mais très chaude (chalumeaux oxhydriques, oxyacétyléniques), dans ce cas, il faut enduire la baguette de métal d'apport d'une poudre spéciale.

Le rivetage et le boulonnage sont évidemment possibles et, par conséquent, employés couramment.

(1) Nous avons vu expérimenter un produit spécial employé comme une soudure, fondu à l'aide d'un fer à souder très chaud. Les soudures paraissent résistantes; ce procédé peut rendre des services pour la réparation des pièces en aluminium.

### Indications relatives à l'exécution des jonctions et des assemblages.

**Soudures à base d'étain.** — Il y a deux façons de faire les soudures, à l'étain : 1° avec un fer à souder ; 2° à l'aide d'une lampe à souder ou d'un chalumeau.

Les plombiers emploient toujours la lampe à souder. Les ferblantiers et zingueurs le fer; les chaudronniers ayant à souder des objets fabriqués avec des métaux différents dont la destination et l'utilisation sont très variables, se servent suivant les cas, du fer, de la lampe ou du chalumeau.

Employer de bonnes soudures; éviter de faire celles-ci avec des déchets contenant du zinc, de l'antimoine, etc.

Nettoyer convenablement les parties à souder, on gagnera ainsi en vitesse d'exécution et en fini.

**L'étain et le plomb** peuvent se souder au fer, mais il est préférable, surtout pour les tuyautages, de se servir d'une lampe à souder ou d'un chalumeau dont la flamme est réglée pour chauffer modérément.

Chauffer les parties à souder, puis faire fondre la soudure à l'endroit voulu (en commençant par en haut si la jonction est verticale, en dessus si elle est horizontale) pour exécuter et terminer le travail, on se sert d'un morceau de cuir gras, d'un chiffon imprégné de bougie fondue, d'un bout d'os, etc., avec lequel on lisse la soudure pour lui donner une forme régulière, en ayant soin de chauffer juste ce qu'il faut pour mettre la soudure à l'état pâteux.

**Le zinc** se soude au fer à souder; pour faire prendre la soudure sur ce métal, on emploie de l'acide chlorhydrique (esprit de sel pur), cet acide attaquant le zinc très énergiquement, il est bon de se servir d'un inceau pour le répandre à l'endroit voulu peu de

temps avant de souder. Pendant le travail, éviter de laisser reposer le fer longtemps à la même place, la chaleur du fer étant suffisante pour fondre le métal; cet accident arrive fréquemment aux débutants. Les soudures faites sur le zinc réclament, pour être solides, une certaine quantité de métal d'apport, il ne faut donc pas hésiter à faire des soudures plutôt volumineuses.

Rappelons que pour étamer le fer à souder et le débarrasser des oxydes qui empêchent la transmission de la chaleur et l'adhérence de la soudure, il faut le frotter fréquemment sur un morceau de sel ammoniac.

Ne jamais rougir le fer; à la température du rouge, l'étain brûle et le fer s'use très rapidement au-dessous de la partie étamée, ce qui empêche la chaleur contenue dans sa masse d'être utilisée rationnellement.

**Le fer-blanc** se soude au fer à souder; lorsque le métal est neuf, éviter de se servir d'acide; la résine réduite en poudre fine dont on saupoudre légèrement la ligne de jonction est suffisante pour faire prendre la soudure.

Le fer doit être bien chaud afin que la soudure pénètre convenablement et soit uniforme. On ne doit pas limer ni gratter les soudures faites sur le fer-blanc, ceci pour éviter d'enlever l'étain qui protège le métal.

**Les tôles zinguées ou plombées** se soudent au fer à souder; en employant l'esprit de sel pur pour les tôles zinguées, la résine ou la bougie pour les tôles plombées.

Lorsque ces tôles ont une certaine épaisseur (au-dessus de 1 millimètre) on chauffe, si possible, les parties à souder avec une lampe ou un chalumeau

afin de faciliter le travail de soudure et gagner un temps appréciable.

**Lelaiton, le maillechort, le bronze, le cuivre, l'argent, le nickel, le fer, l'acier,** se soudent indistinctement au fer à souder, à la lampe ou au chalumeau.

Très fréquemment, on combine l'emploi du fer avec celui de la lampe ou du chalumeau, cela dépend de l'épaisseur du métal et du genre de soudure que l'on veut effectuer.

On se sert, pour faire prendre la soudure, de chlorure de zinc (esprit de sel décomposé); éviter de répandre trop d'acide surtout pour souder le cuivre, faute d'observer cette précaution, il arrive qu'au bout d'un certain temps des oxydes se forment qui font *décoller* la soudure.

Se méfier des soudures faites sur un métal insuffisamment chauffé; on se rend compte de la température convenable en observant que la soudure ne doit pas se refroidir immédiatement ni rester en petits tas mais, au contraire, s'étaler d'elle-même et refroidir lentement.

Il est toujours préférable, lorsqu'on veut obtenir une jonction solide et bien faite, d'étamer au préalable les parties à souder.

On emploiera avantageusement les pâtes à souder du commerce, lorsque leur usage aura prouvé qu'elles n'oxydent pas les métaux après soudure.

L'esprit de sel décomposé laisse, sur la peau, des taches noires, rugueuses au toucher; pour faire disparaître ces taches, les laver à l'eau claire avant de se servir de savon ou de corps gras.

**Agrafes.** — Les agrafes sont simples, rabattues, doubles, à recouvrement, suivant les possibilités de travail et le degré de fini que l'on désire.

Les agrafes simples (fig. 274) ne sont usitées que



lorsqu'il est impossible de les rabattre ; ce genre n'est pas recommandable, surtout pour les objets ayant des surfaces planes relativement grandes. Si la forme des pièces empêche le rabattement de l'agrafe, il est bon, s'il est utile que la jonction soit solide ou étanche et que la pièce ne doive pas être soumise à l'action directe du feu, de faire une soudure du côté du bord rabattu afin de consolider le joint.

Si l'agrafage se fait suivant une ligne droite, il faut veiller, quel que soit le genre adopté, à ce que les

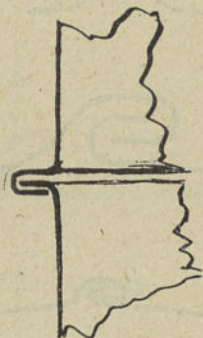


Fig. 274. — Agrafe simple.

bords de la tôle soient bien droits et les crochets rabattus régulièrement. Il arrive fréquemment que des agrafes soient manquées ou mal faites faute d'avoir observé cette précaution.

A défaut d'une plieuse, il est toujours préférable de rabattre les agrafes droites sur une tranche à border plutôt que sur l'arête d'un outil quelconque : tas, tasseau, bigorne, etc. A moins de travailler très maladroitement, le métal ne s'allonge pas en le

rabattant sur une tranche, il n'en est pas toujours ainsi en se servant d'autres outils.

Pour frapper, se servir de préférence d'un maillet.

Fermer les crochets, en laissant le jeu nécessaire pour l'agrafage proprement dit. Eviter les irrégularités qui empêchent les crochets de prendre leur place (fig. 275 et 276). Après avoir serré l'agrafe au

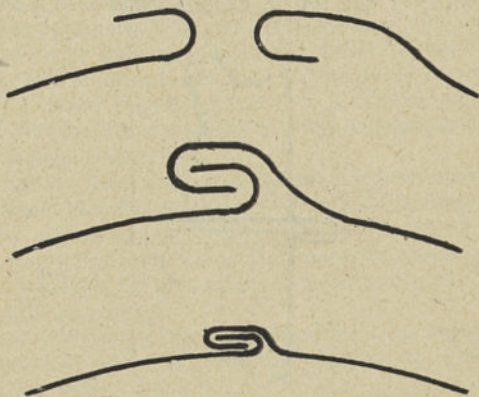


Fig. 275. — Confection d'un agrafage.

maillet, il faut la terminer avec le chasse-agrafes, se servir d'un outil de dimensions convenables; trop petit, il coupe le métal, trop grand, le serrage est mauvais et, sous l'action d'un effort de cintrage ou de planage, l'agrafe s'ouvre.

A défaut de chasse-agrafes correspondant au travail, on se sert parfois du bord dressé d'un morceau de tôle ou, plus simplement encore, de la panne d'un

marteau à main. Il serait illogique de critiquer des procédés qu'il est, au contraire, avantageux de connaître; cependant, pour le fini du travail aussi



Fig. 276. — Agrafage d'un fond.

bien que pour la rapidité d'exécution, l'emploi du chasse-agrafes est toujours préférable.

Les défauts que nous venons de citer au sujet des agrafes en ligne droite doivent être également évités pour les autres genres. Le métal étant successive-

ment allongé et restreint, il est bon, avant de faire l'agrafage proprement dit, de dresser et régulariser les bords; avoir soin que les deux pièces s'emboîtent



Fig. 277. — Agrafe double droite.

exactement, ceci pour la rectitude du travail et les facilités d'exécution.

Les figures 277, 278, 279 indiquent les différents



Fig. 278. — Agrafe double rabattue.

genres d'agrafes. L'agrafe double est employée lorsqu'on recherche une grande solidité et l'étanchéité des pièces sans avoir à les souder.

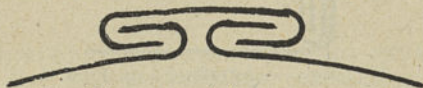


Fig. 279. — Agrafe à recouvrement.

L'agrafe à recouvrement s'emploie surtout pour les objets dont l'intérieur ne doit présenter aucune partie creuse.

La largeur des agrafes est déterminée, approxi-

mativement, par l'épaisseur du métal et la grandeur des objets, elle varie de 3 à 10 millimètres.

Se rappeler que lorsqu'on calcule le développement des objets qui seront agrafés, il faut ajouter aux dimensions exactes du développement trois fois la largeur de l'agrafe.

Ne pas omettre, avant de rabattre les crochets, de faire les coupes nécessaires aux extrémités si l'on doit rabattre des bords, border, etc.

Il est d'usage de fermer l'agrafe à droite.

**Brasures.** — La plupart des métaux employés par le chaudronnier peuvent être brasés. La seule règle importante à observer est de choisir une brasure correspondant à la nature du métal ouvré.

Actuellement, deux procédés sont employés couramment: 1<sup>o</sup> la brasure à plein feu; 2<sup>o</sup> la brasure au chalumeau.

Il y a quelques années, les chalumeaux n'étaient pas très répandus, aussi, dans beaucoup d'ateliers, on faisait ce que l'on appelle les brasures en l'air ou à feu couvert. Ce procédé, le plus difficile à notre avis, est aujourd'hui à peu près abandonné. Sa difficulté d'exécution et son manque de sécurité, quant aux résultats obtenus, font que nous ne le décrivons pas ici; pourtant, il serait bon que les chaudronniers le connaissent au cas où, manquant d'outillage, ils seraient obligés de faire une brasure de ce genre.

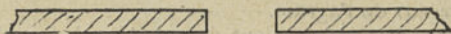
Nous ne pouvons décrire ici que les procédés classiques, les différentes méthodes préconisées par les fabricants de brasures spéciales tendant à simplifier le travail, il n'y a donc pas lieu de s'y arrêter; qui peut le plus peut le moins.

Les brasures sont à pinces ou rapprochées.

On appelle pinces la partie amincie qui forme la croisure (fig. 280). La largeur des pinces est propor-

tionnelle à l'épaisseur du métal, elle varie entre 4 et 6 fois cette épaisseur.

Les pinces sont obtenues en étirant en biseau, à l'aide d'un marteau à pinces ou à vaisselle, les bords



Avant battage des pinces.



Après battage des pinces.

Fig. 280. — Pinces.

de la jonction. Éviter, en battant les pinces, de faire des sinuosités sur les bords; si cet inconvénient se produit, il faut régulariser en donnant un coup de lime ou en rectifiant le bord avec des cisailles à main.

Les dents de loup qui sont découpées sur une des

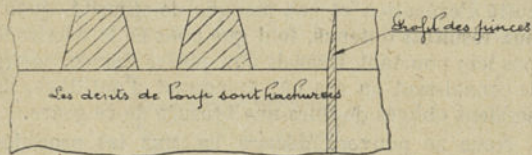


Fig. 281. — Dents-de-loup.

pinces doivent, elles aussi, avoir des dimensions proportionnées à l'épaisseur du métal. Les dents de loup (fig. 281) sont plus ou moins rapprochées suivant le degré de solidité qu'on veut obtenir; elles doivent toujours avoir la grande base à l'opposé du

bord. Les pièces qui doivent être façonnées après brasage réclament une croisure à dents de loup serrées, ne pas découper celles-ci à la cisaille, mais avec un bûrin à tranchant aigu.

Avoir soin de recuire les pièces après avoir découpé les dents de loup et ne relever les dents que lorsque la pièce est mise en forme en vue du brasage.

Il arrive fréquemment qu'au lieu de découper des dents de loup, on emploie des petits rivets pour assembler les pièces à braser. Ce procédé est surtout employé pour les objets en laiton et en fer; d'une façon générale, cette méthode est recommandable lorsqu'on désire que la brasure soit peu apparente.

Les brasures dites rapprochées sont usitées pour les objets, qui, une fois brasées, n'ont pas à subir de déformations. Un léger chanfrein fait à la lime sur les bords à réunir, facilite le travail et augmente la solidité.

Dans tous les cas, avoir soin de bien serrer les pinces et consolider les assemblages avec du fil de fer s'il y a lieu; ne pas se servir de fil de fer zingué sans l'avoir, au préalable, rougi au feu pour brûler le zinc, l'oxyder, le faire disparaître.

Pour réussir une brasure, il faut :

Nettoyer convenablement les parties à braser, soit à l'aide d'un grattoir, soit avec de l'acide chlorhydrique; dans le deuxième cas, il est indispensable de laver la pièce à l'eau courante et de faire la brasure aussitôt. Ne pas se servir de toile émeri, éviter de porter les doigts ou des objets gras sur les parties nettoyées; éviter également de passer les pièces dans l'acide sulfurique (vitriol) avant de s'être assuré que la brasure est bien faite et terminée.

Bien dégrasser le feu, le préparer avec du coke

cassé en menus morceaux (de la grosseur d'une noix). Saupoudrer de borax, extérieurement, les parties à braser. Disposer la soudure à l'intérieur de la pièce sur la ligne de jonction (le cuivre et le fer réclament une quantité de soudure beaucoup plus grande que le laiton, l'argent etc.), saupoudrer la soudure de borax, éviter d'en trop mettre pour empêcher les projections de grains de soudure au début du chauffage.

Placer la pièce sur le feu, ne pas craindre de chauffer énergiquement; jeter du borax sur la soudure quand elle rougit et lorsqu'elle commence à fondre, arrêter la ventilation aussitôt que la soudure est complètement fondue; au besoin, ramener avec le tisonnier rougi au bout, les grains qui pourraient se trouver écartés de la ligne de jonction.

Pour qu'une brasure soit bien faite, il faut que la soudure soit apparente à l'extérieur, sur le bord des pinces, et qu'elle soit bien unie intérieurement. Si la soudure n'est pas continue, *s'il y a une manque*, le mieux est de refroidir la pièce, nettoyer à fond la partie non brasée, laver et remettre sur le feu à l'endroit voulu.

Il arrive assez souvent que sous l'action de la chaleur, les pinces se dilatent et s'ouvrent (en terme de métier, on dit qu'elles bâillent) quand cela se produit, il est indispensable de les refermer avant que la soudure n'ait repris l'état solide. Le chaudronnier s'aperçoit que les pinces sont ouvertes lorsque, la soudure étant fondue, celle-ci coule dans le feu au lieu de s'étendre sur la ligne de jonction.

Dégager le feu sans déplacer la pièce, et, à l'aide d'un tisonnier assez rigide, faire une légère pression en prenant un point d'appui sur la forge; avoir soin de ne pas exagérer l'effort pour éviter de renfoncer la ligne de jonction. Lorsqu'on brase des pièces



importantes, on installe le feu de façon à ménager un regard, un ouvrier suit l'opération et resserre les pinces, comme nous venons de dire, s'il y a lieu.

Il est mauvais de vouloir braser sur un feu creux ou encrassé; d'ouvrir et fermer le vent continuellement, de déplacer la pièce quand la soudure est en fusion à moins de pouvoir faire ce mouvement sans changer la pente de la ligne de soudure; de se servir constamment du tisonnier, surtout au début de l'opération.

Se rappeler que le métal est près de son point de fusion lorsque la soudure est fondue; cette remarque s'applique tout particulièrement au cuivre, au maillechort, à l'argent et, surtout, au laiton.

Nous recommandons de ne pas placer les pièces en laiton et en maillechort directement sur le feu, les tenir au-dessus environ à 2 ou 3 centimètres, ceci pour éviter le contact des morceaux de coke rougis qui pourraient occasionner des avaries par fusion rapide ou cassures du métal, et aussi, pour faciliter les déplacements qui ont parfois besoin d'être très rapides pour soustraire les pièces à l'action du feu.

Ne pas hésiter à jeter du borax chaque fois que la soudure brûle, donc s'oxyde, ce qui se reconnaît à de légères flammes vertes; cette précaution est essentielle pour obtenir une brasure unie et solide. C'est surtout pour le brasage du fer que cette recommandation doit être observée.

**Brasures au chalumeau.** — Il est avantageux de braser au chalumeau toutes les fois qu'il n'est pas possible de faire la brasure en plaçant la pièce directement sur le feu, la soudure étant disposée sur la ligne de jonction à l'intérieur de la pièce.

Avant la diffusion des chalumeaux, ces sortes de brasures étaient faites par le procédé dit *en l'air*;

procédé qui nécessite une certaine adresse professionnelle et qui a l'inconvénient de ne pas offrir assez de sécurité au point de vue du degré de température auquel le métal est soumis, ni de la certitude de chauffer à l'endroit voulu.

Pour braser au chalumeau à gaz de ville, il faut, après avoir placé la pièce sur la forge, avoir soin d'entourer de coke les environs de la partie à braser pour concentrer la chaleur, faute d'observer cette élémentaire précaution, on brûle beaucoup plus de gaz qu'il ne conviendrait tout en ayant plus de difficulté pour faire le travail. Dans cet ordre d'idées, nous ajouterons qu'il est avantageux, quand la chose est possible, de chauffer la pièce au rouge vif avant de faire intervenir le chalumeau ; de même un morceau de bois, tenu à la main de façon à pouvoir le déplacer à volonté, et disposé de telle sorte qu'il concentre la flamme du chalumeau sur la soudure, diminue notablement la dépense de gaz en augmentant la rapidité de l'opération.

Si les pièces à braser sont des tuyaux, nous recommandons de boucher leurs extrémités, toujours pour empêcher une trop grande perte de chaleur.

Il ne faut pas oublier en effet que la plupart du temps, les insuccès éprouvés proviennent du fait que la chaleur est insuffisamment concentrée à l'endroit voulu.

L'emploi de la brasure en baguette est très recommandable pour les brasages au chalumeau, aussi bien pour faciliter le travail que comme économie. Même retenus avec du borax, les grains de soudure ont tendance à s'éparpiller, adhèrent sur les pièces en dehors de la jonction ou tombent dans le feu. Pour obvier à cet inconvénient, on peut, mais cela n'est guère possible que pour les petites pièces, fondre quelques grains de soudure et les fixer à l'extrémité

rougie d'un petit tisonnier en même temps que l'on fait fondre la soudure, il est alors possible de faire la brasure presque aussi facilement qu'avec la brasure en baguette. Une bonne méthode consiste, lorsqu'on se sert de soudure en grains, à ne mettre celle-ci en place que quand la partie à braser est rouge et après avoir mis un peu de borax de cette façon, les grains de soudure tiennent mieux à l'endroit voulu et sont moins oxydés avant de fondre.

Ne jamais placer les pièces à braser, si petites soient-elles, sur du fer et, plus généralement, sur n'importe quel métal; il vaut mieux, si l'on ne peut les faire tenir convenablement sur un ou plusieurs morceaux de coke, les placer sur une brique réfractaire. Avoir soin d'assujettir les pièces avant de les braser; faute d'observer cette précaution, les assemblages se déplacent sous l'action de la chaleur, le travail est défectueux, parfois même inutilisable.

Ajoutons, bien que cela tombe sous le sens, qu'il faut proportionner l'intensité de la flamme du chalumeau à l'épaisseur du métal, à sa nature et à l'étendue de la brasure. Se rappeler que le point le plus chaud de la flamme du chalumeau est à l'extrémité du dard et leu qu'il est très facile d'observer au milieu de la flamme. Il est donc aussi mauvais de trop rapprocher le chalumeau que de l'éloigner du point que l'on veut chauffer.

**Rivetage.** — Nous ne parlerons maintenant que du rivetage à la main, la pose des rivets à l'aide d'appareils mécaniques ou hydrauliques étant du ressort de la grosse chaudronnerie.

Le rivetage à la main peut se diviser en deux catégories suivant qu'il s'agit de rivures étanches ou d'assemblages ne réclamant pas cette condition. Une

troisième division pourrait aussi se faire en considération du degré de fini.

Il n'existe pas, au sens pratique, de moyen exact de déterminer la longueur dont le rivet doit dépasser avant d'être écrasé.

Dans la généralité des cas, on compte une fois et demie le diamètre du rivet, mais il est toujours préférable de couper, s'il y a lieu, un seul rivet et de le mettre en place, on se rend compte ainsi immédiatement s'il est trop court ou trop long.

Ce que nous venons de dire pouvant paraître manquer de précision, nous croyons devoir ajouter que s'il ne s'agissait que de déterminer l'équivalence des volumes d'un fût cylindrique et d'une calotte sphérique pour les rivets à tête ronde, ou d'un tronc de cône pour les rivets à tête fraisée, notre recommandation d'essayer un ou plusieurs rivets ne se justifierait pas, mais d'autres considérations plus complexes sont à envisager ; nous citerons la perte au feu pour les rivets mis à chaud, la contraction du métal par suite de la compression due à l'écrasement, l'irrégularité du diamètre des trous et des fraises, la diversité du profil des louterolles et, en plus, la légère marge qu'il faut toujours laisser pour parer aux petits inconvénients qui peuvent se produire dans les travaux faits à la main. Aussi conseillons-nous de couper les rivets plutôt longs.

Dans une fabrication bien ordonnée, il est avantageux de tenir compte des remarques ci-dessus afin de pouvoir employer des rivets de point, c'est-à-dire sans les couper. A moins de scier les rivets, ce qui serait long et, pour tout dire, excessif, le cisailage ou le tronçonnage au burin détériorent les rivets en aplatissant le bout ; le coupe étant toujours inclinée par rapport au fût, les rivets ont tendance à se désaxer lorsqu'on les écrase ; noter aussi que le cisailage

écrouit, ce qui enlève une certaine malléabilité au métal. Il faut donc recuire les rivets avant de les employer si on les met en place à froid.

L'emploi d'une fontaine à river est recommandable. Cet outil a l'avantage, en plus de ménager la tête des rivets, de permettre un serrage plus énergique, d'offrir plus de sécurité au riveur tout en évitant les enfoncements préjudiciables au fini et à l'accostage des bords.

Pour mettre les rivets en place, il faut les chasser à fond, ce qui revient à dire que la tête des rivets doit porter sur le métal avant de les écraser. Les rivets mis à froid sont accostés à l'aide d'un chasse-rivet. On accoste les rivets mis à chaud en donnant rapidement sur la tôle, quelques coups de marteau autour du rivet avant de l'écraser. S'assurer avant de commencer un rivetage sérieux que les rivets passent sans forcer dans tous les trous. Veiller à ce que les pinces constituant la jonction soient rigoureusement appliquées l'une sur l'autre ; pour cela, employer des boulons fortement serrés quel'on enlève au fur et à mesure de la mise en place des rivets.

Quel que soit le genre de rivets employés, la tête doit porter convenablement sur les tas, barres, ou fontaines pendant toute la durée de l'opération. Il arrive fréquemment que des rivets soient mal serrés à la suite d'un seul coup donné à faux. Cette remarque est particulièrement importante pour les rivures étanches.

Les rivets dits à tête fraisée doivent être coupés assez longs pour qu'un écrasement normal, pratiqué avec la touche du marteau, remplisse complètement la fraisure. Il est mauvais de se servir de la panne du marteau pour ce genre de travail. A la rigueur, si la rivure ne doit pas dépasser, il est préférable d'araser les rivets à l'aide d'un burin ; dans ce cas,

avoir soin de ne pas engager l'outil sous la partie débordante mais, au contraire, commencer les deux coups par le centre pour éviter d'arracher le métal.

Les rivets bouterollés seront écrasés modérément afin de permettre de former la tête dans de bonnes conditions. Au début du bouterollage, les deux ou trois premiers coups de marteau seront faibles, pour que la bouterolle se centre d'elle-même et marque une légère empreinte régulière, ensuite on frappera fortement.

Ne commencer à déplacer la bouterolle par rapport à l'axe du rivet (en la *roulant* en terme de métier) que lorsque le fond de l'outil aura atteint le rivet.

Il est essentiel de travailler avec promptitude pour les rivets mis à chaud ; l'opération terminée, le rivet doit être encore chaud afin que la contraction du métal, due à son refroidissement, s'ajoute au serrage propre du rivetage.

En écrasant les rivets, il faut avoir soin de ne pas les désaxer, il faut faire la tête suivant l'axe du fût, cette condition, en plus de la rapidité d'exécution, constitue le principal avantage du rivetage mécanique.

Les rivets mis à chaud doivent être chauffés à une température élevée, éviter cependant de les mettre au blanc suant, ce qui détériore le rivet. La température minimum est indiquée par le rouge vif.

Dans les ateliers bien agencés, des fours spéciaux portatifs, généralement chauffés au coke, servent au chauffage des rivets qui sont contenus dans un tube placé au milieu du foyer et dont les extrémités coïncident avec deux portes pratiquées dans l'enveloppe du four. D'autres modèles de fours sont chauffés au pétrole.

On peut aussi disposer un tube sur un feu de forge. Une barre de fer rond de 12 à 14 millimètres de diamètre recourbée en forme de grille à deux branches soutenue par deux briques au-dessus d'un feu de forge donne également de bons résultats. Ce dernier

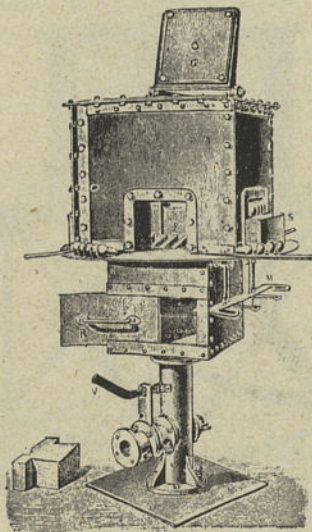


Fig. 282. — Four pour chauffer les rivets.

mode de chauffage permet de chauffer fortement l'extrémité du rivet, la tête étant au rouge cerise ; certains fours modernes permettent de ne chauffer que le fût du rivet (fig. 282 et 282 bis).

Suivant le soin apporté au travail, les rivets sont matés, soit directement avec la bouterolle, soit le

plus souvent pour les rivets de 12 millimètres et au-dessus, avec un matoir approprié.

- Se rappeler qu'il vaut toujours mieux être obligé de couper un léger surcroît de métal avec la bou-

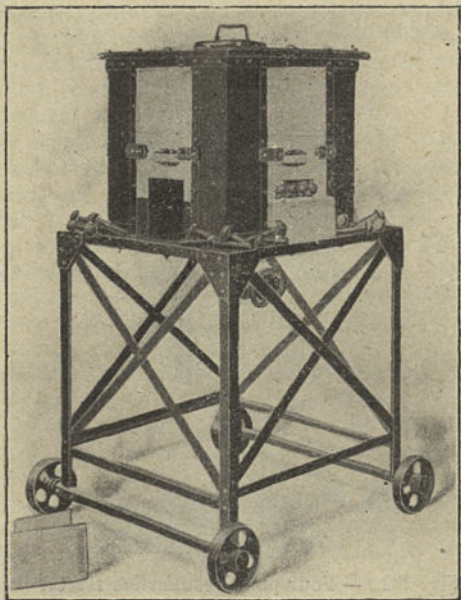


Fig. 232 bis. — Four mobile pour chauffer les rivets.

terolle ou le matoir, plutôt que d'avoir des rivets dont la tête façonnée ne porte pas entièrement sur la partie rivée.

Un rivetage bien fait doit présenter une ou



plusieurs lignes de rivets, régulièrement espacés, et une croisure sans enfoncements.

Malgré qu'il soit possible de les écraser à froid, nous conseillons de mettre les rivets à chaud à partir de 8 millimètres. Pour les rivets de 12 millimètres et au-dessus, la mise en place à chaud est indispensable, si l'on veut obtenir un travail sérieux.

Ne jamais recuire une pièce dans les parties rivées ; si les conditions d'un travail très particulier obligeaient à le faire, il faudrait resserrer tous les rivets après refroidissement.

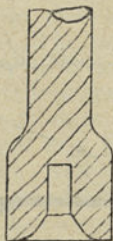


Fig. 233. — Chasse pour rivets abreuvés.

Les rivures des jonctions faites dans les pièces en cuivre sont généralement *abreuvés*. On se sert d'un chasse-rivet, à profil spécial, ayant pour but de faire ressortir extérieurement l'empreinte de la tête du rivet (fig. 283).

Ce genre de rivetage présente deux avantages principaux : 1° la rigidité du cuivre étant faible, la rivure abreuvée intéresse une surface de métal plus grande, la jonction offre une solidité et une rigidité suffisante ; 2° aucune aspérité n'existant à l'intérieur des récipients, cette disposition permet un nettoyage rapide et aisé.

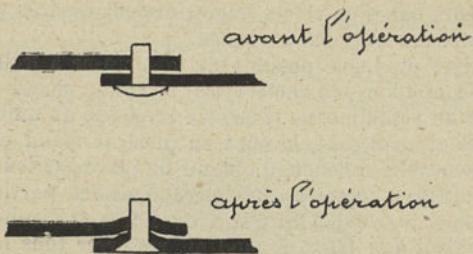


Fig. 284. — Avant l'opération; après l'opération.

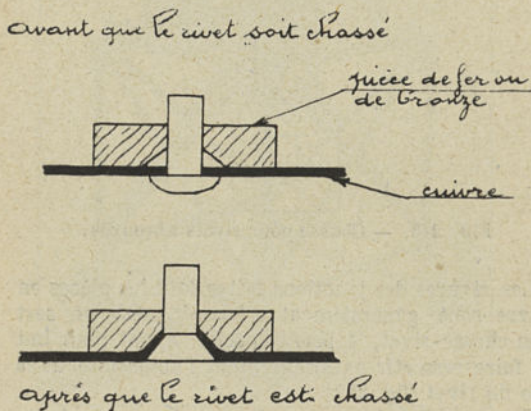


Fig. 285. — Avant que le rivet soit chassé; après que le rivet est chassé.

Pour pratiquer ce rivetage, on placera les pièces sur des tas ou barres, ou on tiendra l'abatage avec des tas offrant une surface polie, de forme conve-

rable, pour assurer un portage satisfaisant autour de chaque rivet (fig. 284). Le plus souvent, les bouterolles servant à former les rivets abreuvés, ont un profil moins accentué que les outils employés pour les rivets ordinaires ; on désigne fréquemment ce bouterollage sous le nom de *goutte de suif*.

Lorsqu'on rive une pièce ou un accessoire en fer ou en bronze sur un récipient en cuivre, il est d'usage, ne pouvant abreuver le rivet, de fraiser les trous d'assemblage, sur les pièces rapportées, du côté qui s'applique sur le récipient de telle sorte qu'en chassant le rivet à l'aide d'un chasse-rivets ordinaire, la tête du rivet et le métal intéressé prennent l'empreinte de la fraisure (fig. 285).

Beaucoup de dispositifs sont employés dans les ateliers pour assurer la bonne tenue du rivet pendant l'opération du rivetage. Nous ne pouvons les décrire ici, ils varient avec le genre de travaux et d'un atelier à l'autre. Ils procèdent tous de deux conditions principales, rapidité et simplification du travail. Ces agencements sont dus, pour la plupart, à l'ingéniosité des ouvriers recherchant la rapidité dans la bonne exécution des travaux qui leur sont confiés.

---

## CHAPITRE XVI

### ÉTAMAGE AU PAIN

---

Nous ne décrirons que la façon de procéder courante, en ne parlant pas des méthodes spéciales qui sont employées en vue de l'utilisation de brevets ; pour cette fabrication, point n'est besoin d'être chaudronnier.

Nous n'envisageons que le procédé à la portée de tous les ouvriers et qui, du reste, est employé couramment dans tous les ateliers.

Si l'on veut obtenir un étamage ordinaire, on se bornera à plonger la pièce décapée et enduite d'esprit de sel décomposé, dans un bain d'étain fondu, après l'avoir saupoudrée de sel ammoniac broyé, puis on la secouera et on la laissera refroidir. Avant cela, on aura enlevé l'étain en excès dans les parties les plus basses à l'aide de chiffons ou de charpie (étoupe). C'est la méthode courante.

Lorsqu'on veut étamer des pièces en série, celles-ci sont dérochées et décapées au préalable. S'il y a une grande quantité d'objets et qu'on en traite beaucoup à la fois, pour éviter leur oxydation, on doit les mettre à tremper dans de l'eau contenant de la chaux ; dans ce cas, il est nécessaire d'avoir un bain de graisse chaude (suif ou huile) dans lequel on fera disparaître, par évaporation, l'eau adhérent aux objets avant de les plonger dans le bain de métal fondu. Nous disons métal fondu, car l'opération devra se faire en deux fois. On disposera de deux chaudières contenant l'une de l'étain ordinaire, voire même impur (10 p. 100 de plomb) l'autre contenant

de l'étain fin. Ces deux récipients contenant, au-dessus de l'étain, une couche de graisse préservant de l'oxydation le métal en fusion.

Toute pièce à étamer est sortie de l'eau chaulée, passée dans le bain de graisse chaude, puis plongée dans la cuve à étain impur.

Après l'en avoir retirée, on la brosse et on l'essuie à la main ou à la machine, de façon à enlever le plus possible ce premier étamage. La pièce est ensuite plongée dans la deuxième cuve où elle s'en-duit d'étain fin. On la retire du bain et on la secoue brusquement pour essorer le plus possible l'étain en excès. Au besoin, on essuie celui-ci à l'aide d'étoupes ou de brosses.

Certaines usines emploient un bain d'huile spéciale (généralement de l'huile de palme) chauffé à 250 degrés qui, lorsqu'on y plonge une pièce sortant de la chaudière à étain pur, débarrasse automatiquement celle-ci de l'étain en excès. Dans ce cas, il est nécessaire d'enlever la graisse qui reste sur les pièces, en les frottant avec de la terre à foulon.

Le rétamage est l'étamage à neuf d'une pièce déjà étamée dont l'étain est parti ou usé par places. Il faut griller la pièce pour oxyder et essuyer l'étain qui y adhère encore; puis la dérocher et décaper. On l'étamera ensuite comme si elle était neuve.

Se rappeler qu'il faut éviter de plonger dans l'étain en fusion toute pièce froide ou mouillée d'eau; des projections de métal se produisent inévitablement et peuvent entraîner des accidents graves (brûlure des yeux). Les tenailles seront toujours réchauffées et tenues nettes d'oxydes dans leurs mors.

**Quelques mots sur le zinguage.** — L'étain n'est pas le seul métal qui puisse garantir le fer de l'oxydation. Le zinc peut jouer le même rôle dans la *galvanisation du fer*, nom scientifique qui, par ana-

logie, serait plus simplement remplacé par celui de zinguage du fer.

La galvanisation ordinaire consiste à recouvrir le fer de zinc en le plongeant, après décapage et à sec, dans un bain de zinc en fusion. [C'est un zinguage analogue à l'étamage au bain.

La galvanisation proprement dite, consiste à recouvrir électriquement de zinc, une pièce métallique ; ce procédé n'est employé que dans des cas spéciaux (pièces de machines, grillages légers, etc.).

Mais, tandis que le fer mal étamé est rendu plus oxydable par le contact de l'étain que s'il est entièrement nu, de telle sorte qu'après un étamage imparfait les parties à découvert s'oxydent et se détruisent rapidement, dans le fer zingué, au contraire, le fer est protégé par le zinc, non seulement partout où ce métal le recouvre, mais dans toutes les parties qui, par suite de défauts dans l'exécution, ont pu rester à nu.

---

## CHAPITRE XVII

### TUYAUTAGES

---

Pour conduire d'un point à un autre un gaz, un liquide, de menues particules solides, on se sert de conduits appelés tuyaux.

Les tuyaux ont une section généralement et normalement circulaire. Au point de vue construction et résistance aux efforts, la forme circulaire doit être de préférence adoptée. En effet, le tuyau à section circulaire possède la forme d'équilibre dans laquelle les efforts se répartissent le mieux. Les tuyaux naturels, tiges des végétaux, viscères des êtres animés, ont une section circulaire. Un récipient à parois souples (une manche en toile par exemple) prendra de lui-même une section circulaire lorsqu'on l'emplira.

Nous voyons donc, par ces quelques exemples que, naturellement, on sera amené à concevoir un conduit à section circulaire.

Au point de vue fabrication, on ne peut trouver plus simple que de rouler un tuyau pour les pièces à jonction ; nous ne parlons pas des tuyaux de fabrique qui constituent une sorte de matière première mise en œuvre par le chaudronnier (tuyaux soudés et tuyaux étirés sans soudure).

Un tuyautage peut être établi pour contenir des corps solides, liquides ou gazeux ; à chacun de ces corps correspondent des précautions particulières. On peut donc avoir à exécuter des tuyautages en fer, en acier, en cuivre, en laiton, en plomb, en zinc, etc., y compris les métaux précieux.

Pour le choix des tuyautages, il y a lieu de tenir compte des phénomènes qui s'y produisent.

**Chaleur, dilatation.** — Les tuyautages peuvent être soumis à la chaleur, à la pression, ou subir en même temps l'effet de ces deux phénomènes.

Sous l'effet de la chaleur, les métaux s'allongent dans toutes leurs dimensions, ils se dilatent. Les

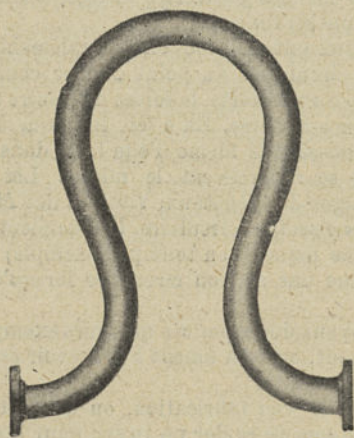


Fig. 286. — Boucle dite cor de chasse.

tuyautages soumis à la chaleur se dilatent donc. Leur augmentation de diamètre peut, à la rigueur, être considérée comme négligeable, mais souvent leur augmentation de longueur prend une valeur appréciable. Si le tuyau est libre de croître en dimension, il n'y a rien à craindre à ce sujet, mais si la dimension longueur est maintenue invariable, le tuyau fait



un effort très grand pour vaincre l'obstacle qui l'arrête, il se déforme, s'écroute et, comme tout écrouissage, amène fatalement rupture, le tuyautage perd de sa sécurité.

Il faut, quand on établit un tuyautage, s'assurer que la dilatation pourra se faire normalement, sans effets pernicieux, en se rappelant que la résistance moléculaire diminue avec l'élévation de la température.

Pour cela, on aura soin de ménager des coudes, des cintres, mieux, si le tuyautage est long on fera, dans un de ses points, une boucle appelée cor de chasse, dont l'élasticité absorbera, en flexion, les effets d'allongement dus à la dilatation (fig. 286). Il peut se faire que pour des raisons d'encombrement, cette disposition soit inapplicable, alors on aura recours à une autre installation, le joint glissant. Ne pouvant sans dommage empêcher la dilatation de se faire, on la laisse opérer, on la favorise même, en sectionnant le tuyau sur une partie droite et en raccordant les deux bouts par un manchon muni d'un presse-étoupe et de sécurités empêchant le tuyautage de se déboîter.

Ces appareils ne sont usités que dans les tuyautages soumis à la pression et à la chaleur.

**Pression.** — On dit qu'un récipient contient un corps sous pression, lorsque celui-ci, fluide ou liquide, tend à s'échapper de l'enceinte où il est enfermé ; il exerce donc sur les parois du récipient des efforts constants, uniformes par unité de surface pour un même milieu, faisant abstraction du poids du corps.

La pression dans un tuyautage peut être exercée soit par des liquides, soit par des gaz ; ces liquides et ces gaz peuvent, du reste, être à des températures quelconques.

La pression se mesure généralement en kilogrammes par centimètre carré de surface. Elle se désigne

aussi en atmosphères ou en centimètres de mercure.

On dit qu'il y a du vide dans un récipient, lorsque la pression qui s'y exerce est inférieure à la pression atmosphérique. On compte généralement la pression à partir de la pression atmosphérique. La valeur de cette pression, au-dessus du vide absolu, est en moyenne de 1 kg. 033 par centimètre carré, ce qui équivaut à 0 m. 76 de mercure.

Les pressions dans les tuyautages peuvent atteindre des valeurs très élevées ; l'effort interne dû aux fluides qu'ils contiennent, peut dépasser la résistance du métal. Le tuyautage éclate.

Un tuyautage devra donc être établi de façon que le métal puisse résister, avec sécurité, aux efforts qu'il a à subir.

Nous n'entrerons pas dans le détail du calcul des tuyautages sous pression ; disons seulement que l'épaisseur est proportionnelle à la pression et au diamètre du tube (1), que le débit d'un tuyau dépend non seulement de sa section, mais de sa forme, que, toutes choses égales d'ailleurs, le débit diminue avec la longueur et les coudes imposés au trajet. Nous renvoyons pour le calcul aux ouvrages de mécanique.

---

(1) L'épaisseur  $E$ , la pression  $P$ , le diamètre  $D$ , la résistance interne du métal  $R$ , sont liés par la formule  $R = \frac{P \times D}{200 E}$ , d'où  $E = \frac{P \times D}{200 R}$ . Si, pour une pression approximative, on fait  $R = 5$  kilogrammes par millimètre carré, nous aurons :  $E = \frac{P \times D}{4\ 000}$  ; ce qui permet de déduire la formule pratique  $E$  en millimètres égale  $P$  en kilogrammes par centimètre carré multiplié par  $D$  en mètres :  $E = P \times D$ . On obtiendra une valeur à laquelle on en ajoute une autre fixe pour l'usure. Dans les cas ordinaires, cette valeur est de 1 mm. 5 et la formule pratique devient :  $E = P \times D + 1,5$ .

et résistance des matériaux où l'on trouvera des formules et des tables appropriées.

Les efforts siégeant dans un tuyau font travailler le métal. Un métal qui travaille s'écrouit ; il est donc nécessaire, si l'on veut donner une longue durée au tuyautage, de le recuire avant la pose. On sera sûr que le métal absorbera, avant toute défection moléculaire, le maximum de travail qu'il peut supporter. Signalons qu'il n'y a pas lieu de remplacer un tuyau qui éclate systématiquement au même endroit, sans causes normales définies, par un tuyau de même forme mais plus épais ; l'avarièse reproduirait encore. Il faut changer la forme de la courbure du tuyau.

**Coups de bélier.** — Dans les tuyautages, il peut se produire un phénomène qui ne tient ni à la pression, ni à la dilatation ; nous voulons parler du coup de bélier qui s'observe principalement dans les conduites d'eau et de vapeur.

Lorsqu'un tuyautage est long et contourné, le courant de liquide qui tend à s'y produire n'atteint pas immédiatement sa valeur maximum. Le liquide a à vaincre la résistance due à la forme, à la nature, à l'état de propreté des tuyaux. Peu à peu le régime s'établit, devient maximum et se maintient à cette valeur. A ce moment, si l'on ferme brusquement l'orifice débitant, la masse de liquide en mouvement tend à continuer son chemin et vient, avec une force fonction de son poids et de sa vitesse, frapper l'obturateur. Celui-ci étant fermé, il y a une brusque élévation de pression dans le tuyautage qui, ajoutée à la pression normale, peut se traduire par des ruptures de jonctions, de tuyaux même.

Pour éviter ce danger, on ménage, dans le tuyautage, des cloches ou des récipients imparfaitement remplis de liquide ; l'air restant dans ces cloches faisant matelas, ressort, amortit le choc.

En établissant un tuyautage, on réduit les chances de coups de bélier en le faisant le plus court possible, avec des cintres à grand rayon, en ayant soin d'éviter les coudes brusques et les étranglements. On prévoit l'installation de façon à ce qu'elle soit susceptible de donner un débit légèrement plus grand que les distributeurs, robinets ou vannes qui y sont fixés.

Pour les tuyautages de vapeur, il est d'usage et très recommandable de placer, à certains endroits, des soupapes de sûreté à ressorts, capables de laisser échapper, en cas de surpression produite par une cause accidentelle, une quantité de vapeur suffisante pour empêcher les éclatements de tuyau.

**Tuyautages sans pression** (liquides, fumée, gaz). — Nous ne parlons pas de l'établissement des canalisations de gaz d'éclairage pour lesquelles la chaudronnerie n'a pas à intervenir. Nous entendons, sous ce titre, les tuyautages contenant des fluides ou des liquides à la pression atmosphérique ou à une tension voisine de cette valeur.

Il n'y a pas lieu de s'inquiéter de la résistance, car le matériel est établi en tenant seulement compte du facteur durée; on donne aux tuyaux une épaisseur nécessaire pour n'avoir rien à craindre de l'usure normale due à l'oxydation ou au frottement.

Nous rencontrons dans cette catégorie les tuyaux rivés et soudés, pour lesquels la seule précaution à prendre est l'étanchéité.

Les tuyaux agrafés ou rivés sont employés pour les gaz et les fumées (tuyaux de ventilation, de dégagement de gaz, d'appareils de chauffage). Il est néanmoins nécessaire de faire une différence entre les tuyaux pour gaz et les tuyaux pour liquides. Les tuyaux pour gaz et fumées sans pression, agrafés ou rivés, seront jonctionnés bout à bout par des emboi-

tages dont le serrage maintient les bouts en prise. Pour les petits tuyaux de fumée, le chaudronnier fabrique des coudes agrafés à angle vif ; nous reconnaissons que les coudes plissés du commerce sont meilleur marché et préférables, au point de vue de la résistance au passage des fumées ou des gaz.

Les tuyaux pour liquides (soudés, rivés, ou rivés et soudés) seront obligatoirement joints par des pinces, collerettes rapportées, rivées, soudées ou brasées, servant à joindre par boulonnage les extrémités des tuyaux. L'étanchéité entre les plans de jonction est obtenue par l'insertion entre eux de plaques de cuir, de caoutchouc, de toile enduite de matière plastique, de plomb, etc. Ces matières, étai t comprimées par les collerettes à une pression supérieure à celle exercée par le liquide, ne permettent pas le passage de celui-ci.

Un tuyautage de fumée ou de gaz devra toujours être établi en évitant les coudes brusques. Pour la fumée, il faudra tenir compte du tirage, dépression naturelle attirant les gaz de bas en haut quand ceux-ci sont canalisés dans des conduits. Les changements de direction seront obtenus à l'aide de coudes, agrafés ou rivés, emboîtés comme les tuyaux.

**Tuyautages sous pression** (liquides, gaz, vapeur d'eau). — Les tuyautages d'eau sous pression des canalisations de distribution d'eau des villes, sont, en général, des tuyaux en fonte ou en plomb. Leur usinage et leur mise en place ne sont pas des travaux de chaudronnerie. La fabrication des tuyaux et des coudes en fonte est du travail de fonderie, leur montage est du travail de fontainerie. Les tuyautages en plomb sont mis en place par les plombiers. Le chaudronnier n'exécute donc ces travaux qu'incidemment.

Dans les installations industrielles, chaudières et appareils nécessitant des circuits d'eau sous pression,

chaude ou froide, les tuyautages sont rarement en fonte ou en plomb. Les épaisseurs nécessaires et les trajets imposés s'y opposent. On exécute alors ces tuyautages en tubes étirés sans soudure, en cuivre ou en acier. Nous pouvons même ajouter, que lorsqu'il s'agit de tuyautages contenant des liquides ou des gaz sous pression, les précautions sont les mêmes. Un tuyautage d'eau sous pression doit être fait avec autant de soin qu'un tuyautage de vapeur.

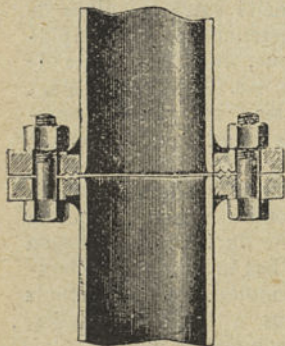


Fig. 287.  
Brides planes brasées.

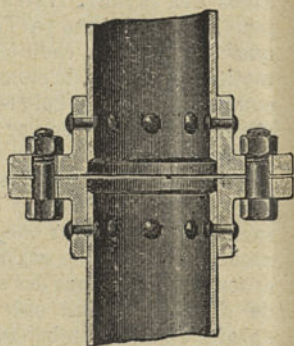


Fig. 288.  
Brides rivées.

Les assemblages sont réalisés par des brides fixées par brasage, soudage ou rivetage, pincage entre collets, quelquefois par vissage; ce dernier mode de jonction étant réservé aux tuyaux en fer ou acier épais. Dans ces cas spéciaux (gaz, eau, vapeur), il n'y a aucun travail de chaudronnerie à exécuter, le montage est plutôt du travail de spécialiste tubiste. (appareils de chauffage).

Les pinces ou brides ont pour but de placer un

joint annulaire au raccordement des tuyaux. Ces pièces, fixées à l'extrémité des tuyaux, transmettent au joint l'effort de serrage des boulons qui les assemblent, réalisant ainsi la jonction mécanique.

Les brides ont des formes diverses, le plus souvent elles sont circulaires, cependant, on rencontre fréquemment des brides ovales, triangulaires, carrées, rectangulaires, dont les angles sont arrondis.

Les brides peuvent être en bronze, en fer, en acier,

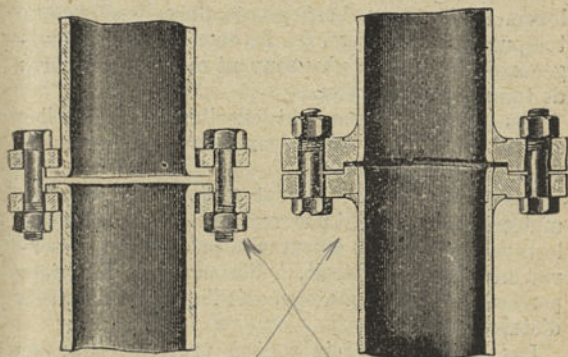


Fig. 289.

Brides brasées à emboîtement.

Fig. 290.

Brides mobiles.

en acier estampé, en acier moulé, quelquefois même en fonte.

On peut classer les brides en trois catégories :  
 1° brides planes brasées (fig. 287) (bronze ou acier);  
 2° brides à collet ou à bord rabattu fixées par rivetage (fig. 288) (bronze ou acier);  
 3° brides planes, ni rivées, ni brasées, pinçant dans un logement circulaire un bord rabattu à l'extrémité du tuyau (fig. 289) (fer, acier moulé, fonte malléable).

Les brides de la première catégorie portent des rayures concentriques maintenant la matière constituant le joint.

Les brides de la deuxième catégorie portent des rainures identiques, mais aussi, quelquefois, un emboîtement annulaire assurant le centrage et recevant le joint (fig. 290). Cette disposition, vu la diminution de portage qu'elle réalise, est employée pour les joints sérieux (tuyautages de vapeur).

Les brides de la troisième catégorie, en plus du logement réservé aux bords pincés, présentent presque toujours un emboîtement. On les fixe parfois en dudgeonnant le tube, le plus souvent on les laisse libres de tourner sur le tuyau.

Les brides brasées sont excellentes, mais elles exigent un travail soigné. On doit être sûr que le métal n'a pas été brûlé.

Les brides rivées doivent obligatoirement être matées si elles ne sont pas soudées. Dans tous les cas, le tuyau ne doit pas affleurer la bride, il faut réserver un espace en retrait, à l'intérieur de la bride, permettant soit un matage, soit l'apport d'un glacis d'étain.

Les soudures d'étain sont à proscrire pour les tuyaux de vapeur, elles peuvent être employées pour les tuyautages d'eau ou de vapeur à basse pression, à condition d'être faites très sérieusement.

Les joints métalliques ajustés sont employés avec les brides de la troisième catégorie.

### **Mandrinage et dudgeonnage.**

Mandriner le bout d'un tube, c'est y enfoncer, au marteau, une broche de forme voulue, un mandrin généralement conique. L'introduction de l'outil a pour conséquence un allongement cylindrique par étirage de la partie travaillée.



Le bout de tuyau mandriné présente, à la suite de l'opération, une augmentation de diamètre sur une certaine longueur.

Le bout des tuyaux d'un certain diamètre (au-dessus de 40 millimètres environ) est gonflé au marteau, sans mandrin. Avoir soin de choisir une bigorne ayant un diamètre beaucoup plus petit que le tuyau, solidement fixée, de telle sorte que les coups de marteau portent rigoureusement. Les bigornes d'enclume sont très bonnes pour ce genre de travail. Commencer l'opération à la limite de l'emboîtement, éviter de trop frapper sur le bord qui allonge beaucoup plus rapidement, se servir au début d'un marteau à restreindre ou à vaisselle ; lorsque le diamètre désiré est près d'être atteint, terminer avec un marteau à garnir pour enlever les marques.

Il va sans dire qu'un mandrinage ou un gonflement peuvent nécessiter des recuits.

Les petits tuyaux, sans soudure, sont avantageusement mandrinés à chaud.

Les applications du mandrinage sont multiples : emboîtement de tuyaux avant soudage, fixation provisoire ou définitive des brides, évasements locaux divers. Il est bien entendu qu'un mandrinage n'est pas obligatoirement circulaire et cylindro-conique.

Le dudgeonnage produit, d'une façon plus régulière, les mêmes effets que le mandrinage. On se sert d'outils appelés soit dudgeon, soit caraman. Ces outils sont formés d'un mandrin cylindrique portant, dans des fenêtres latérales, un certain nombre de galets (3 ou 4) inclinés par rapport à l'axe du manchon. Ce manchon est creux et on y introduit une soie conique appelée broche qui appuie sur les galets. L'appareil étant introduit dans le tuyau, la broche enfoncée jusqu'à blocage des galets contre les parois du tube, si l'on tourne la soie à l'aide d'un tourne-à-gauche,

l'outil se met en marche en tournant; la progression des galets lamine énergiquement le métal, augmentant ainsi le diamètre du tuyau.

Le dudgeon sert pour la mise en place des tubes de chaudière et la fixation des brides sur les tuyaux.

Un instrument, analogue au dudgeon et au caraman, porte des galets évaseurs permettant de terminer le dudgeonnage par un rabat oblique ou même un sertissage à plat (fig. 291).

Ne jamais frapper sur un mandrin à galets (dudgeon ou caraman), cet appareil doit s'engager de lui-même lorsqu'on appuie sur le tourne-à-gauche entraînant la soie.

Ne jamais graisser les galets.



Fig. 291. — Dudgeon avec galets évaseurs.

Il n'est pas recommandable, pour la durée de l'outil, de dudgeonner à chaud.

### Renseignements concernant l'exécution d'un tuyautage.

Le tracé d'un tuyautage doit être aussi simple que possible, en évitant les coudes, puisqu'on disposera, en des points déterminés, les organes nécessaires pour absorber, s'il y a lieu, les effets de dilatation.

Nous ne parlerons pas des tuyautages de petite dimension qui se cintent sur place, mais des tuyaux qu'on est obligé d'exécuter à l'atelier. Il importe de définir leur forme; pour cela, on détermine les aboutissements du tuyau à exécuter et les centres des

sections extrêmes. A l'aide d'une tige de fer de 8 à 10 millimètres de diamètre, on matérialise l'axe du tuyau. C'est cet axe qui servira à l'atelier pour cintrer la pièce ; c'est le gabarit.

Les tuyaux, préalablement recuits, bouchés par un bout à l'aide d'un tampon de bois fortement chassé, seront placés debout dans un puits. On les remplira de brai fondu. En refroidissant, le brai a beaucoup de retrait, il se produit un vide central assez long qu'il est indispensable de combler par de nouveaux apports. Laisser refroidir complètement, ce qui nécessite environ douze heures pour les tuyaux de diamètre moyen (100 millimètres environ) avant de les cintrer.

Le brai fondu étant très inflammable, les récipients dans lesquels on le fait fondre doivent être construits de telle sorte que les flammes du foyer ne puissent lécher la matière en fusion.

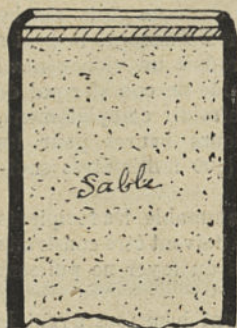
S'assurer que les tuyaux sont bien secs avant le remplissage, ceci pour éviter des bouillonnements pouvant amener, soit des projections dangereuses de brai fondu, soit des vides à l'intérieur du tuyau, soit un manque d'adhérence du brai sur le métal ; ces deux derniers défauts ayant l'inconvénient d'empêcher un cintrage normal.

Si le sable est employé pour le remplissage des tuyaux, il faut qu'il soit très sec ; nous recommandons même de le couler à chaud. Le tassement du sable doit être fait très soigneusement en frappant à l'aide d'un marteau d'un bout à l'autre du tuyau.

L'avantage essentiel du sable, étant de permettre de chauffer les tuyaux au rouge pour les cintrer, s'oppose à l'emploi de tampons de bois pour le bouchage, lorsque le tuyau est court ou que les courbes sont dans les bouts. Si le tuyau est de petit diamètre, on consentira une légère chute en aplatissant le bout ;

s'il est de grand diamètre, on le fermera à l'aide d'un disque de tôle assujéti par une légère restreinte du bout ou un pinçage sur chanfreins rabattus (fig. 292).

Il va sans dire qu'une fois le tuyau rempli, il faut fermer l'extrémité libre.



Crochetage par  
restreinte.



Crochetage par  
chanfrein rabattu.

Fig. 292.

**Cintrage.** — Cintrer un tuyau, c'est donner à son axe la forme indiquée par un gabarit.

Il y a deux façons de cintrer un tuyau suivant qu'il est de petit ou de gros diamètre.

S'il est de petit diamètre, on le maintiendra par un bout entre deux broches, des coins, etc., et, prenant point d'appui sur la gorge d'un champignon approprié, on pèsera sur l'autre bout à la main, à l'aide de barres, de lunettes, etc.

Si le tuyau est d'un diamètre tel qu'on ne puisse le cintrer à la main, on se servira d'une presse à bras, d'une presse hydraulique, ou d'un plateau spéciale.

L'une ou l'autre des presses procèdent de la même idée. Toute machine à cintrer se compose d'un bâti solide sur lequel on peut placer des coussinets ou des butoirs; qui recevront le tuyau. A l'opposé de ces butoirs se meut une tête mobile, suivant une direction généralement perpendiculaire à la ligne des butoirs; cette tête est mise en mouvement, soit à bras à l'aide d'une vis, soit hydrauliquement, soit mécaniquement. Le mode de déplacement adopté dépendant de la puissance à déployer par conséquent du diamètre et de l'épaisseur des tuyaux à cintrer (fig. 293 et 294).

Le cintrage au plateau est identique au cintrage à la main. Le plateau étant percé de trous

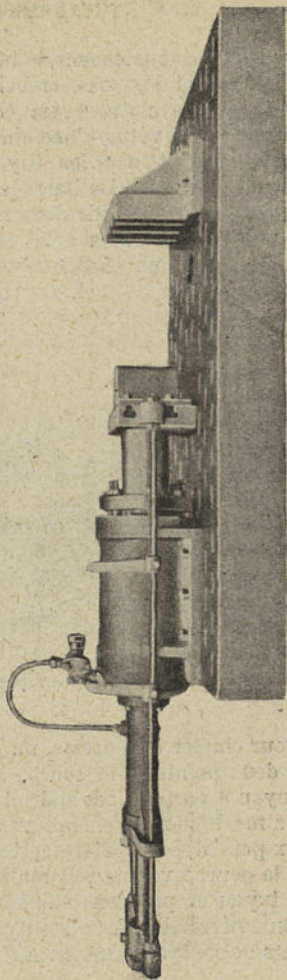


Fig. 293. — Presse hydraulique à cintrer les tuyaux.

disposés dans tous les sens, le tuyau est maintenu par des broches et des coins en bois. La broche formant appui pour le cintrage est choisie d'un diamètre approprié et revêtue d'une chemise en cuivre ou en plomb, suivant que les tuyaux sont en fer, en acier ou en cuivre. La barre appuyant le tuyau à l'endroit voulu, à l'aide d'un montage constitué par une bague ovale et un coin, est tirée par un palan ou poussée par un vérin à vis.

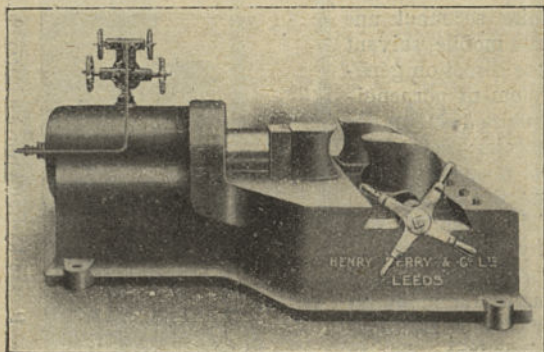


Fig. 294. — Presse hydraulique à cintrer les tuyaux.

Pour cintrer à la presse, on détermine par pratique deux points de la courbe à obtenir et on place le tuyau à porter à ces endroits, puis, la tête mobile de la machine mise en mouvement appuie entre les deux points. On répétera cette opération jusqu'à ce que la courbe voulue soit réalisée par déplacements du tuyau et pressions successives. Il va sans dire qu'on évitera d'écraser le tuyau en disposant, aux points de contact, des coussinets de dimension.

Si le cintre à obtenir a un rayon plus faible que trois fois le diamètre du tuyau, il y a intérêt à faire l'opération en deux fois, en ayant soin de vider le tuyau, si la matière de remplissage est le brai, de le recuire, puis de le remplir à nouveau; le recuire seulement si le tuyau est rempli de sable.

Les tuyaux soudés, brasés, rivés, ne peuvent se cintrer convenablement que si on prend la précaution de placer la jonction suivant une ligne neutre ou, tout au moins, suivant une ligne n'allongeant pas. Même en observant cette prescription les tuyaux soudés ou brasés s'ouvrent souvent à la jonction.

On obtient de bons résultats, pour le cintrage à chaud, des tubes d'acier remplis de sable, en refroidissant avec de l'eau l'extérieur de la partie à cintrer; l'intérieur travaille alors par refoulement et le métal n'est pas allongé dans la partie extérieure du coude.

Pour cintrer correctement, il faut prendre un point de repère dès le début de l'opération et le conserver jusqu'à la fin. Il est mauvais de ne pas suivre le gabarit progressivement, ce qui revient à dire qu'il ne faut pas commencer ou accentuer une courbe, si le tuyau n'est pas au gabarit dans les parties précédemment travaillées. Faute d'observer cette remarque, on est conduit à des retouches continuelles qui augmentent la durée du travail et fatiguent inutilement le métal, tout en donnant des résultats passables, souvent même médiocres.

Pour les fabrications en série (serpentins, tubes de chaudières, etc.) on se sert de montages spéciaux (fig. 295).

Le cintrage étant terminé, à l'aide d'une batte à planer ou de marteaux appropriés au travail, on enlèvera les bosses et les plis. Il faut veiller à con-

duire l'opération de telle sorte que le planage terminé, le tuyau ait partout la même section.

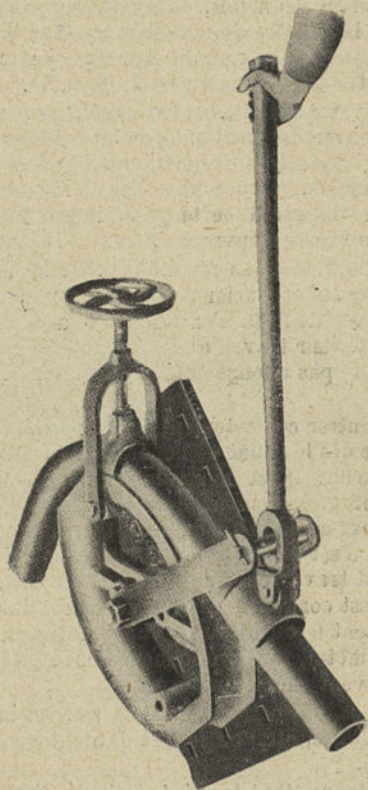


Fig. 295. — Type de montage pour cintrer sur forme.

Quand le tuyau est cintré et plané, il faut le vider, avoir soin de le déboucher complètement s'il est



rempli de brai. Chauffer le tuyau progressivement en commençant par un bout; ne jamais chauffer au début de l'opération, ailleurs qu'à une extrémité; car, alors, le brai fondu ne pouvant s'écouler se dilate, déforme le tuyau; émet des vapeurs sous pression capables de provoquer un éclatement et des projections très violentes, à une assez grande distance, d'une masse de brai solide formant bouchon accompagnée de brai fondu; il est bien rare que cette imprudence ne cause pas de brûlures à l'ouvrier coupable de cette maladresse, ou à d'autres personnes se trouvant à proximité.

Si le brai prend feu, se garder de jeter de l'eau dessus. Éteindre en recouvrant la marmite ou le récipient d'une couverture appropriée; au besoin, jeter du sable ou du gravier.

Une fois vidé, le tuyau doit être recuit en entier. Porté sur place, il sera présenté dans la position qu'il doit occuper et on déterminera les coupes à faire aux extrémités. Exécuter ce travail, de préférence avec une scie, afin de ne pas abîmer le tuyau. On placera alors les brides ou raccords dont on repérera la position en présentant le tuyau une deuxième fois.

Les brides ou raccords fixés suivant la méthode adoptée, le tuyau sera mis en place et serré, en interposant entre les brides, de faux joints, des cales de l'épaisseur du joint, pour lui donner exactement sa forme et amener, en tenant compte de la malléabilité du métal, les brides à la position qu'elles doivent occuper.

Si l'erreur commise dans l'ajustage et la fixation des brides a nécessité un grand travail moléculaire, il faut recuire à nouveau le tuyau et l'essayer s'il y a lieu, avant sa mise en place définitive.

### Joint divers

**Joint ajusté.** — Jusqu'ici, nous avons toujours prévu des joints dont l'étanchéité était obtenue par une matière plastique pressée entre deux brides.

Il existe un autre genre de joints, c'est le joint à couteau ou joint ajusté.

L'effort dont on dispose pour serrer le joint étant limité, il y a lieu de le répartir sur une surface minimum, si l'on veut que la pression sur le portage soit maximum. On fait ce joint au moyen d'un anneau plan, dressé, sur lequel vient porter l'arête vive d'un anneau à section triangulaire faisant partie de l'autre pièce. Le raccord devient une pièce d'ajustage et il se fait sans aucune interposition, métal sur métal.

Une variante de ce joint est le joint biconique; les brides sont ajustées et, dans leur intervalle, on insère un anneau biconique, à section triangulaire isocèle, dont la base est parallèle à l'axe du tuyau. Cette pièce est en bronze tendre, en cuivre, quelquefois même en acier; les cans des pinces s'incrémentent dedans, le serrage assure le joint.

Les joints ajustés ont l'avantage d'être démontables.

On peut joindre deux tuyaux bout à bout autrement qu'à l'aide de brides, bagues ou raccords vissés; au moyen de raccords pratiqués directement sur les tuyaux; nous citerons les joints accostés, soudés, brasés, vissés, rivés, boulonnés,

**Le joint accosté** consiste en un emboîtement de deux bouts de tuyau dont l'un rentre dans l'autre, l'extrémité de l'un d'eux étant agrandie pour permettre cet emboîtement.

Dans les tuyautages ne nécessitant aucune étanchéité, ce joint est assuré par le frottement.

Suivant le degré de perfection du travail et de sa destination, on peut souder à l'étain les deux bouts après les avoir étamés. Si l'on désire une plus grande sécurité ou s'il s'agit de vapeur, on brasera la jonction. Cette jonction permanente s'opère de la façon suivante. Un des tuyaux est gonflé pour permettre l'emboîtement qui doit avoir une longueur voisine du diamètre pour les tuyaux moyens, pour les petits tuyaux, il y a intérêt à augmenter cette longueur.

Le tuyau recevant l'emboîtement est légèrement évasé en cône, c'est dans cette partie qu'on fondra la brasure.

Cette opération ne peut s'effectuer que dans des conditions spéciales; car il ne peut être question de brasier bout à bout deux tubes cintrés de 5 mètres, ce qui donnerait une pièce encombrante, difficile à manier et à mettre en place dans la généralité des cas. Si les tuyaux sont longs et droits, on est conduit à brasier à plat, ce qui exige quelque attention.

Pour les tuyaux épais de petit diamètre, sauf ceux en cuivre, l'emboîtement sera taraudé pour s'effectuer par vissage; l'étanchéité étant obtenue au moyen d'une matière plastique siccatrice (céruse, peinture, mastics spéciaux) parfois même on se contente de la rouille.

Lorsque les tuyaux sont de grand diamètre, on assure la fixité de l'emboîtement par un rivetage et l'étanchéité par un matage.

Si on désire pouvoir faire des démontages après la mise en service des appareils, il faut boulonner la jonction. Dans ce cas, on doit faire un matage des cans et interposer des joints plastiques sous la tête des boulons.

**Joint glissant.** — Nous avons parlé du joint

glissant et du presse étoupe, mais nous ne les avons pas décrits.

Le joint glissant (fig. 296) se compose de deux manchons rentrant l'un dans l'autre; ils sont maintenus par des boulons qui permettent leur déplacement dans un sens, mais les empêchent de se déboîter.

Le manchon femelle est alésé par le bout libre, sur une certaine longueur, de façon à réserver autour du manchon mâle un espace annulaire. Dans cet espace libre, en place des tresses, ou des garnitures spéciales, par bagues dont les coupes sont

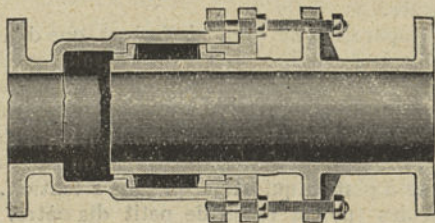


Fig. 296. — Joint glissant.

décroisées. Ces tresses sont pressées par un anneau, appelé « grain », poussé par le chapeau dont la pression assure l'étanchéité.

Les tresses faites à la main sont en coton, en fil d'amiante ou en chanvre; on les enduit de suif, de graisse spéciale, de plombagine, etc. Il existe dans le commerce des garnitures tressées à la machine répondant à tous les besoins, à toutes les pressions; tresses en coton, en amiante garnie de caoutchouc, tresses métalliques garnies de mastics, tresses contenant du plomb, etc.

Chacun de ces types répond à un besoin spécial.

Le presse-étoupes est un organe dont l'application s'impose chaque fois qu'il est nécessaire de faire un joint sur une pièce mobile.

Pour bien monter un presse-étoupe, il faut que la garniture soit de point, qu'on ait soin de descendre les anneaux de tresse parallèlement à l'axe, que les croisures ne soient pas dans le prolongement les unes des autres; de préférence les décaler alternativement d'au moins un quart de tour. Quand un presse-étoupe est garni et serré, le chapeau ne doit pas être à bout de course, il doit lui rester, pour l'usure des tresses, un serrage suffisant.

#### **Matières employées pour faire les joints.**

On emploie divers matériaux pour faire les joints, leur choix dépend de l'utilisation et de la nature du tuyautage.

Pour les tuyaux de fumée on fait, quelquefois, un simple lutage avec de la glaise.

Les joints des tuyautages de ventilation se font en carton ordinaire ou d'amiante.

Pour l'eau froide, on se servira de rondelles de cuir, de caoutchouc, de toile enduite de graisse à la plombagine, de tresses de chanvre ou de coton.

Les rondelles constituant les joints doivent être découpées de manière que la section de passage dans le tuyau ne soit pas étranglée au joint; il faut donc que le diamètre du trou central du joint soit égal à celui du diamètre intérieur du tuyau.

Pour l'eau froide ou chaude sous pression, on se sert de joints en plomb garnis de minium ou d'autres mastics. La rondelle de plomb est enduite des deux côtés d'une couche de mastic dont une partie sera expulsée au serrage. Il faut donc mettre le moins possible de mastic. On obtient un joint soigné en interposant, dans le mastic, un fil de chanvre ou

d'amiante faisant le tour des boulons et des orifices; cette précaution permet de retenir une plus grande partie de mastic et arme celui-ci après dessiccation.

Pour la vapeur, on emploie quelquefois le joint au plomb, mais il est préférable de se servir des joints spéciaux.

Nous avons parlé des joints à couteau et biconiques: une variante consiste à serrer entre les brides un ou deux anneaux brasés, en fil de cuivre recuit (3 à 4 millimètres de diamètre) dont l'écrasement assure une étanchéité parfaite. Ce joint est démontable lorsqu'on opère avec précaution; les anneaux sont remis en place après avoir été recuits.

L'emploi du mastic au minium étant dangereux et prohibé, on se sert beaucoup de mastics spéciaux, de toiles spéciales, de joints industriels qui, généralement, donnent satisfaction. Ces produits comprennent une matière plastique enrobée dans une toile végétale ou d'amiante, maintenue souvent par des toiles métalliques. Il existe aussi des joints métallo-plastiques, toiles garnies de mastics enfermées dans une mince enveloppe de cuivre ou de métal à base de plomb.

**Serrage des joints.** — Un joint, fait correctement, doit être maintenu par des boulons de point et de longueur minimum. Il ne doit pas dépasser, après serrage, de partie filetée au delà de l'écrou ou du contre-écrou s'il en existe un. Cette recommandation a pour but d'éviter bien des fatigues et des pertes de temps, lorsqu'on démonte un joint dans un endroit humide et peu accessible.

Pour serrer un joint, il faut mettre tous les boulons et leurs écrous en place, à la main, avant d'en serrer un seul à la clef.

On serrera les écrous de la même quantité en ayant soin d'adopter un sens de marche. La bonne

méthode consiste à serrer un boulon, le boulon diamétralement opposé, puis, les boulons placés suivant un diamètre perpendiculaire et ainsi de suite. Pour finir, lorsque le joint est accosté, régulariser le serrage en donnant un coup de clef sur tous les écrous pour se rendre compte qu'ils sont tous serrés avec la même force.

Il est inutile, et il est même dangereux de serrer les écrous d'un joint au delà de l'effort qu'on peut exercer à bras avec une clef de longueur normale, appropriée au diamètre du boulon.

Il est mauvais de frapper sur les clefs pour serrer davantage.

Cette méthode n'assure en rien l'efficacité du joint. Elle a l'inconvénient de donner au boulon une tension moléculaire qu'on ne peut apprécier. L'effet de la pression tendant généralement à décoller le joint, l'effort qui en résulte s'ajoute à la tension due au serrage et peut causer des allongements permanents, dont la conséquence sera des fuites au joint ou des ruptures de fût de boulon, ce qui est plus dangereux encore.

### Conseils pratiques.

Le praticien appelé à exécuter une tuyauterie de vapeur, d'eau ou de gaz sous pression, sera guidé par des plans.

Il agira par comparaison s'il a à reproduire des installations déjà faites (additions, réparations) en appliquant les principes élémentaires d'un travail sérieux.

Il y a cependant une catégorie de tuyautages pour laquelle nous devons faire quelques remarques ; nous voulons parler des tuyautages d'aspiration et de refoulement de liquides, qu'à notre avis, tout bon ouvrier doit savoir établir sans guide.

Il se servira des recommandations suivantes :

1° Le tuyautage d'aspiration d'un appareil doit avoir une section au moins  $\frac{1}{10}$  plus forte que celle du tuyautage de refoulement.

2° Un tuyau d'aspiration doit être obligatoirement muni d'une crépine à l'entrée du liquide.

Une crépine est un manchon, perforé en passoire, empêchant les corps solides de pénétrer dans le conduit. Toute crépine doit présenter une section de passage (somme des surfaces des trous) au moins égale au triple de la section du tuyau.

3° S'il faut faire un assèchement complet du récipient à vider, on ménagera un puisard dans la partie la plus basse. Ce réservoir contiendra la crépine.

4° Le tuyau doit aboutir de telle façon qu'il laisse, entre le fond du récipient ou du puisard et sa section terminale, une hauteur minimum égale au quart de son diamètre. Ceci pour ménager une égalité de section de passage au liquide (1).

5° Se rappeler que pour éviter les pertes de charge, les coups de bélier, les désamorçages, etc., la section totale des branchements doit être inférieure à celle du tuyautage principal. (La section totale d'aspiration doit toujours être plus grande que la section totale de refoulement.)

Nota : En plus de la crépine, il est bon de découper l'extrémité du tuyau en forme de dents de scie, pour arrêter les corps étrangers. Dans ce cas, on comptera la hauteur  $\frac{D}{4}$  à partir de l'extrémité des

(1) En effet, la section offerte au passage du liquide est la surface du cylindre ayant  $D$  pour diamètre et une hauteur  $\frac{D}{4}$ . Cette surface sera :  $\pi D \times \frac{D}{4} = \frac{\pi D^2}{4}$  équivalente à celle de la section du tuyau.



dents qui ne doivent pas dépasser 0<sup>m</sup>,03 de hauteur.

Il faut éviter de mettre sur un même tuyautage des métaux de nature différente, s'ils ne sont pas entièrement et constamment dans l'air.

Lorsque deux métaux sont en présence, sous l'action d'un liquide contenant des acides ou des sels, il se produit des effets galvaniques favorisant l'oxydation et amenant la destruction rapide d'un des métaux.

Si la construction ou l'utilisation des appareils oblige à mettre en présence des métaux différents, ne pouvant empêcher les effets galvaniques, on les favorise au contraire en les dirigeant sur un métal dont la destruction est consentie pour protéger l'ensemble. C'est ainsi que dans une chaudière ayant des accessoires en cuivre, en bronze, en acier, pour éviter les érosions de l'acier produites par les métaux cuivreux, on place à l'intérieur des plaques de zinc sur lesquelles se concentre la plus grande partie des effets destructeurs.

---

## CHAPITRE XVIII

### GROSSE CHAUDRONNERIE

---

Par grosse chaudronnerie, il faut entendre l'ensemble des travaux ne pouvant s'exécuter uniquement à main d'homme; ce sont ceux qui, par leurs dimensions ou par l'épaisseur des matériaux mis en œuvre, nécessitent l'emploi de machines à grande puissance.

En général, les travaux de grosse chaudronnerie ne comportent pas de pièces chaudronnées dans le sens strict du mot.

Les ouvrages sont étudiés de façon à être réalisés avec le minimum de mise en œuvre. On évite avec soin, pour les travaux courants, les bords tombés et les parties restreintes, si courantes en chaudronnerie ordinaire.

La grosse chaudronnerie est la réalisation à grande échelle des pièces développables; dans ce but chaque ouvrage est, s'il le faut, divisé en plusieurs pièces distinctes.

Pour supprimer les bords tombés, les jonctions et les assemblages, susceptibles de réclamer un travail de chaudronnerie, on utilise les profilés (cornières, fers en U, en H, à T, etc).

Le façonnage de ces profilés ne rentre pas absolument dans la chaudronnerie; c'est du travail de forgeron spécialisé dans les travaux dits en fer creux (forgerons en cornière). En effet, les coupes et les raccordements, nécessaires pour façonner les profilés, réclament des soudures à chaude portée ou à la

plaque à souder qui ne sont pratiquées couramment que par les forgerons.

Les tôles sont employées planes ou après un roulage simple; les parties travaillées nécessitant une déformation par emboutissage ou gauchissements sont façonnées à la machine, quelquefois au marteau dans des cas spéciaux.

La grosse chaudronnerie emploie indifféremment comme matériaux le fer, l'acier, le cuivre, le laiton même.

Quels que soient ces matériaux, la façon de travailler sera la même, en tenant compte, cependant, comme pour la chaudronnerie à la main, des propriétés particulières à chaque métal.

**Réservoirs et caisses.** — Ces récipients ont toujours une forme géométrique simple, cylindrique, cylindro-conique, parallélépipédique, cubique (fig. 297).

Pour des raisons de prix et de fabrication, toutes les fois qu'il sera possible, on doit choisir de préférence des réservoirs et caisses à section circulaire. Ceux-ci réalisent en effet les formes simples d'équilibre et d'encombrement minimum pour un volume donné. Une caisse cylindrique, d'épaisseur déterminée, supportera sans déformation des pressions bien plus fortes qu'une caisse cubique de même contenance et de même épaisseur. On n'aura pas besoin de mettre à l'intérieur les tirants et les entretoises nécessaires pour armaturer les faces planes; de plus, la fabrication est simplifiée par la suppression des assemblages aux angles et la diminution des longueurs de coutures.

Autant que possible, on emploiera des profilés pour les assemblages, dans le but de supprimer le travail de façonnage des pièces à raccorder lorsque l'épaisseur des tôles ne permet pas économiquement le

pliage en ligne droite ; profilés et tôles pouvant être considérés comme des matières premières.

Dans les ateliers de grosse chaudronnerie, le tracé

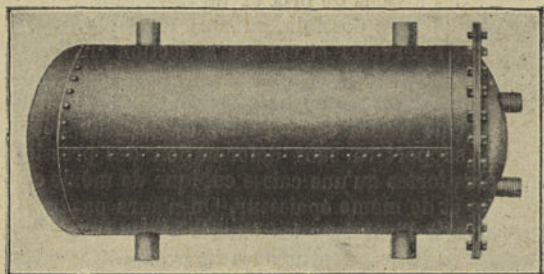
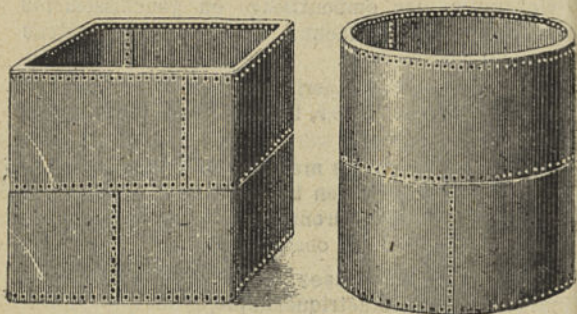


Fig. 297.

des pièces est confié à des spécialistes qui déterminent les coupes, les trous et les ouvertures. Les coutures étant déterminées, on procède au traçage des lignes de rivets au moyen de réglettes divisées, dites

règles à trous, ou au moyen de montages spéciaux appelés métiers; ces métiers varient notablement du reste d'un atelier à un autre.

Dans toute plaque devant subir une déformation, il faut se garder de percer les ouvertures qu'elle doit recevoir. Ces trous nuisent à l'exécution du travail et se déforment. On peut les indiquer par un pointage limitant le tracé, ou amorcer l'ouverture par une ligne de petits trous rapprochés, placés suivant le contour de l'orifice. La tôle comprise entre ces trous ne sera enlevée qu'après mise en forme de la pièce.

Chaque fois qu'une jonction met trois épaisseurs en présence, il faut amincir une des tôles, pour amener graduellement l'épaisseur de la croisure à la valeur qu'elle doit avoir, pour assurer une surface de jonction continue. Pour cela, on étire le coin voulu sur une hauteur appropriée, afin de donner au joint une plus grande surface. C'est ce qui s'appelle battre une pince.

Les réservoirs et les caisses devant contenir des liquides sous pression sont rivés à plusieurs rangs rapprochés, l'étanchéité étant assurée par un matage.

Lorsqu'il n'y a aucun effort appréciable à maintenir, l'étanchéité seule nécessiterait dans ces réservoirs une couture aussi sérieuse que s'il y avait de la pression. On évite les frais qu'entraînerait cette obligation, en rivant à une seule ligne de rivets, mais en interposant dans le joint du papier, du carton, de la toile, enduits de peinture ou de matières spéciales.

Consulter le chapitre rivetage qui s'applique indifféremment à la grosse, à la moyenne et à la petite chaudronnerie.

### **Appareils de chauffage et de distillation.**

Comme appareils de chauffage, nous citerons les fours, fourneaux, calorifères, étuves, cubilots.

Le chaudronnier n'intervient généralement dans ces constructions que pour fabriquer la carapace solide ou l'armature de l'ensemble.

Les fours, les fourneaux, les calorifères, les étuves, sont formés de faces planes, assemblées par rivetage et boulonnage, au moyen de cornières. Ces appareils contiennent un revêtement en briques ayant pour but d'accumuler la chaleur; cette particularité permet de négliger l'étanchéité de l'ensemble métallique, le briquetage assurant la continuité de l'enceinte. Il faut toujours prévoir au moins une face montée sur boulons et placer ceux-ci extérieurement, à seule fin de permettre le démontage et le remplacement du revêtement; une enveloppe en tôle usant un grand nombre de briquetages.

Les fours de fonderie et les cubilots, appelés à contenir du métal en fusion qui exerce une pression appréciable sur les parois, sont, par leur nature, obligatoirement à section circulaire. Comme les fours et les étuves, ils sont garnis de revêtements réfractaires intérieurs; ils doivent donc être prévus de telle façon qu'on puisse accéder à l'intérieur pour démolir et refaire ces revêtements.

Les appareils de distillation comportent, en plus d'un foyer ou d'un chauffage à la vapeur, des récipients contenant les liquides à distiller. Le chauffage permet de séparer les produits volatils qui sont conduits dans un réfrigérant où ils se condensent.

Il existe différents types d'appareils à chauffage par la vapeur, certains sont construits spécialement pour la distillation des lies ou des corps pâteux. Nous donnons ci-dessous quelques indications concernant les appareils à feu nu, désignés sous le nom d'alambics.

Le réservoir servant à chauffer les corps est, géné-

ralement, un vaisseau en cuivre de grande dimension (cucurbite) assemblé par rivetage et fermé par un couvercle démontable de forme particulière (chapiteau) sur lequel s'ajuste un tuyautage amenant la vapeur aux rectificateurs (récipients contenant des chicanes ou des disques perforés) et au serpentin plongé dans un réfrigérant (réservoir parcouru par un courant d'eau froide et contenant un détendeur ayant la forme d'une lentille sur lequel est fixé le serpentin).

La cucurbite, le chapiteau, les rectificateurs, le détendeur, le réservoir du réfrigérant, le fourneau, ne sont que des travaux courants de chaudronnerie. Les serpentins et les conduits sont de la tuyauterie ordinaire, pour laquelle le seul souci est une étanchéité à basse pression et faible température.

Les cuves d'alambic nécessitant une propreté méticuleuse, l'emploi des rivets abreuvés s'impose pour la construction de ces appareils. On supprime ainsi toutes les saillies, points d'agglomération de corps qui, en fermentant, ont une influence nuisible.

Les alambics récents sont montés avec des joints à emboîtement garnis de tresses textiles. Les démontages rapides étant assurés par des boulons à chape serrés par des écrous à oreilles et des raccords vissés. Dans beaucoup de modèles, les joints sont faits par un simple lutage à la farine délayée, dont le durcissement assure le joint.

Dans la grosse chaudronnerie du cuivre et de la tôle, nous devons faire rentrer les bassines, cuves et récipients utilisés en sucrerie, confiserie, teinturerie, etc.

### Chaudières.

Une chaudière est un appareil destiné à produire de la vapeur d'eau sous pression. Elle comprend

deux parties distinctes : un foyer et un réservoir d'eau et de vapeur. Ce réservoir sera étanche puisqu'il est conçu pour contenir un fluide sous pression.

Pour obtenir un appareil évaporatoire économique, on a été conduit à rechercher les meilleures dispositions permettant d'utiliser le combustible, c'est-à-dire à donner au parcours des gaz chauds provenant de la combustion, un tracé déterminé, de façon à les évacuer dans la cheminée à la plus basse température possible. Dans le même ordre d'idées, on a facilité, à l'intérieur de la chaudière, la formation des courants dus à l'échauffement et à la vaporisation, allant, dans certains types, jusqu'à séparer la chaudière en deux zones à températures différentes.

Suivant l'économie réclamée et la perfection du type de chaudière, le circuit des gaz de combustion et le circuit des courants de circulation d'eau sont plus ou moins développés, mais toutes les chaudières possèdent ces deux circuits.

Nous distinguerons d'abord trois classes principales de chaudières :

- 1° *Les chaudières utilisées à terre;*
- 2° *Les chaudières mobiles (locomotives, locomobiles, etc.);*
- 3° *Les chaudières marines.*

Ces trois classes se pénètrent et se marient à tel point qu'un type de chaudière, la chaudière locomotive par exemple, peut être employée indifféremment, à terre comme chaudière fixe, pour la traction des trains et à bord des navires. Ce qui diffère alors, c'est l'installation de l'appareil, son revêtement. Une chaudière à terre sera recouverte et enfermée dans une plus grande quantité de matière réfractaire, donc accumulatrice de chaleur, que toute



autre chaudière du même type, employée ailleurs où des raisons de dimensions et de poids s'y opposent formellement.

La diversité des types de chaudières permet un grand nombre de classifications. Nous trouverons : les chaudières à foyer intérieur et les chaudières à foyer extérieur; les chaudières sans tubes ou à bouilleurs et les chaudières tubulaires, ces dernières pouvant encore être, à leur tour, distinguées en chaudières à tubes de fumée et en chaudières à tubes d'eau.

L'importance prise par les chaudières a sollicité si vivement les ingénieurs, que nous pouvons dire qu'il y a une diversité très grande de dispositions de chaudières, le nombre de perfectionnements réalisés étant immense, tous ayant pour but l'augmentation de l'économie du combustible.

Pour le chaudronnier qui fabrique les chaudières, il n'y a à notre avis, que deux types :

1° *Chaudières à joints permanents ;*

2° *Chaudières à joints démontables.*

Nous entendons par joints permanents, les rivetages, les mandrinages.

Nous comprenons par joints démontables, les joints sur piétements, par bagues vissées, par raccord, par tampons et par étriers.

Rangées dans cet ordre, nous trouvons dans le premier type : les chaudières à bouilleurs, à carnaux, à tubes de fumée et à tubes d'eau dudgeonnés; (chaudières cylindriques, verticales, à retour de flamme, amirauté, Balbock et Wilcox, du Temple, Normand, etc.).

Dans le deuxième type, nous trouverons les chaudières à circulation accélérée, chaudières à tubes field, leurs dérivées, les chaudières Niclausse, les chaudières à serpents, Belleville, Renard, Serpollet, etc.

Le second type, en dehors de la fabrication des bouilleurs, des collecteurs, des dômes de vapeur, laisse peu de travail au chaudronnier, la chaudière est un ensemble de pièces ajustées dont le principe élimine le travail au marteau. Les chaudières à joints démontables comportent plutôt des travaux d'ajustage et d'usinage mécanique, où le chaudronnier n'intervient plus que comme monteur et pour placer les tôleries extérieures et les tuyautages. Les chaudières à joints démontables sont des fabrications spécialisées n'entrant pas dans les notions générales.

La construction des chaudières ne demande que du soin, les procédés de fabrication étant ceux employés en chaudronnerie courante. Il y a seulement quelques points à préciser pour éviter des méthodes qui seraient des erreurs pour des chaudières quoique s'appliquant aux travaux courants.

1° Toute mise en forme, par restrainte ou emboutissage d'une pièce, nécessite le recuit total de la pièce après travail ;

2° Les trous des rivets percés dans les tôles, doivent toujours être pratiqués à l'aide de forets et jamais de poinçons ; le poinçonnage écrouissant et déformant les tôles. Les trous doivent être alésés soigneusement au point, avant mise en place des rivets ;

3° Les tubes dudgeonnés ne seront pas recuits, même s'ils sont soumis au cintrage ; on recuira seulement les bouts, qui seront ensuite nettoyés à la lime avant de les dudgeonner. Le recuit déformant les tuyaux et le cintrage des tubes de chaudière étant prévu pour ne pas fatiguer le métal. On ne doit pas mettre en place, pour le dudgeonner, tout tube dont la longueur ne permet pas de conserver aux extrémités, en dehors des plaques, une longueur

libre d'au moins 1 centimètre ; cette partie libre, évasée au moyen d'un dudgeon spécial, constitue un rivetage à l'extrémité du tube qui empêche celui-ci de se déboîter.

Les particularités de travail variant, d'un atelier à un autre, pour la construction des chaudières, tout bon ouvrier doit pouvoir les adopter presque immédiatement car elles ne changent en rien les principes de travail normal. Chaque chantier maintient, par tradition et par expérience, des procédés spéciaux qui ne sont que des additions à la méthode générale de travail : décapage des bouts de tuyau avant dudgeonnage, introduction d'un fil de cuivre entre les tubes et les plaques de tête ; bagues à l'intérieur des tuyaux ; tubes tirants vissés ou boulonnées, etc.

### La tôle, la cornière et les profilés.

Les tôles employées en grosse chaudronnerie ont rarement une épaisseur inférieure à 4 millimètres ; elles nécessitent donc des outils puissants pour être coupées, cintrées ou embouties.

C'est dans ces travaux que la qualité des tôles prend une importance capitale ; à chaque genre de travail correspond une qualité déterminée d'acier.

Pour les travaux de chaudières, le métal à employer sera de l'acier extra doux ; les tôles proviendront d'aciers Martin à l'exclusion des aciers au convertisseur qui peuvent d'ailleurs être employés pour d'autres travaux.

On fabrique maintenant des tôles de toutes épaisseurs et de toutes dimensions. L'augmentation des dimensions des produits de laminoirs réalise, outre une plus grande sécurité, une économie de main-d'œuvre considérable en diminuant les travaux d'assemblage.

Les cornières et les profilés servent d'armature et de liaison aux travaux de chaudronnerie.

Leurs formes évidées ont plusieurs raisons : 1° faciliter les assemblages ; 2° donner à ces pièces le maximum de résistance pour le minimum de poids.

Comme pour les tôles, il y a des profilés de toutes nuances d'acier ; pour chaque travail, il faut employer l'acier qui convient.

### *Les soudures*

**Soudures à chaude portée et à la plaque à souder.** — Nous ne parlerons plus des brasures et des soudures d'étain qui ont été déjà décrites.

Il ne nous reste à parler que des soudures spéciales au fer et à l'acier doux, des soudures dites autogènes et des soudures électriques.

La soudure du fer, appelée communément soudure à chaude portée, utilise la propriété de ce métal de se souder à lui-même par martelage, lorsque les pièces à réunir sont portées au blanc soudant.

En chaudronnerie, cette soudure ne se pratique couramment que pour les jonctions de faible étendue.

Pour souder, on bat préalablement les pinces, puis on met la pièce au feu jusqu'à ce que la partie à souder soit arrivée au blanc soudant, à ce moment le fer a la propriété de devenir pâteux et mou, quoique la température de fusion soit loin d'être atteinte. Enlever la pièce du feu et, par un martelage rapide et vigoureux, pétrir la matière en réalisant ainsi l'union intime des deux parties à réunir.

Cette soudure nécessite un personnel exercé, car il faut que la température voulue soit atteinte pour donner de bons résultats ; pas assez chaud ou trop chaud donnent également de mauvaises soudures. Sous peine d'aigrir le métal, il faut que la flamme ue

l'oxyde pas, soit réductrice, mais malgré les précautions prises, l'oxydation a toujours lieu, aussi se sert-on, comme dans le brasage, de décapants absorbant l'oxyde, ou de couvertes, dont le but est de soustraire à l'action du feu les lèvres des soudures. Le décapant est le borax, les couvertes sont le sable fusible, la poudre de verre, etc.

Une application industrielle de cette technique du soudeur est la création de plaques à souder, qui sont maintenant d'un emploi universel.

La soudure étant préparée normalement, on insère entre les pinces un morceau de plaque à souder. Ces plaques sont composées de toile métallique enduite d'un fondant qui contient principalement du borax. On chauffe au blanc, puis on martèle ensemble plaque et pièce; le fondant est éliminé par les chocs et la toile est englobée dans l'enchevêtrement moléculaire des matériaux; celle-ci étant un fer spécial, étudié pour la soudure, constitue une amorce et un intermédiaire parfait faisant souder plus vite et donnant une grande solidité, tout en diminuant beaucoup les difficultés d'exécution.

**Soudures autogènes.** — Les soudures à chaude portée et à la plaque ne peuvent s'employer que pour des pièces maniables. Il ne peut être question de faire des feux de forge, ou d'utiliser des chalumeaux ordinaires, pour souder sur place les grosses pièces.

Cette difficulté a été tournée par la création des chalumeaux à grande puissance permettant la soudure autogène.

Par définition, une soudure autogène devrait réunir deux pièces métalliques, sans emploi de métal d'apport.

Les deux régions à unir étant rapprochées suffisamment sont, sur une faible étendue, portées très rapidement à haute température; la fusion locale qui

en résulte opère le mélange intime des métaux des deux bords qui, après refroidissement, restent soudés.

Pour cette opération, on se sert de chalumeaux spéciaux différant les uns des autres suivant que le combustible employé est l'acétylène, l'hydrogène, le gaz de ville; le comburant étant naturellement l'oxygène.

Un poste de soudure autogène se compose donc d'un chalumeau (fig. 298), de ses conduits flexibles le réunissant à une source de gaz combustible et à une source d'oxygène. Ces gaz, sauf le gaz de ville et l'acétylène, ce dernier étant fréquemment produit sur place par les générateurs spéciaux, sont comprimés à haute pression dans des bouteilles métalliques. Pour les postes transportables, l'acétylène est également comprimé dans des bouteilles identiques à celles contenant l'oxygène (fig. 299 et 300).

Pour utiliser les gaz comprimés, les récipients portent des détendeurs, organes permettant de débiter du gaz à une pression suffisante pour que le courant du mélange comburant et combustible, ait une vitesse telle que la flamme ne puisse remonter vers la source fournissant le gaz.

Les trois genres de chalumeaux à souder diffèrent également par les résultats qu'on peut en obtenir, la nature du gaz brûlé permettant de développer des chaleurs différentes.

Le mélange gazeux, acétylène-oxygène (oxyacétylénique) donne la plus haute température, ensuite vient le mélange hydrogène-oxygène (oxyhydrique) et enfin, bien loin derrière eux comme puissance, le mélange gaz de ville, oxygène.

Les chalumeaux à gaz de ville sont surtout employés pour les travaux en chambre; les deux autres sont d'un emploi général dans l'industrie.

Tous les métaux usuels se soudent à l'autogène

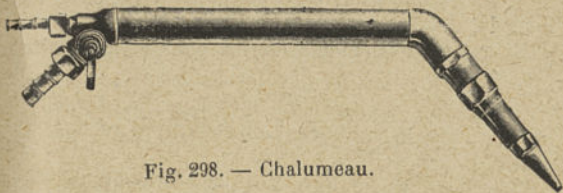


Fig. 298. — Chalumeau.

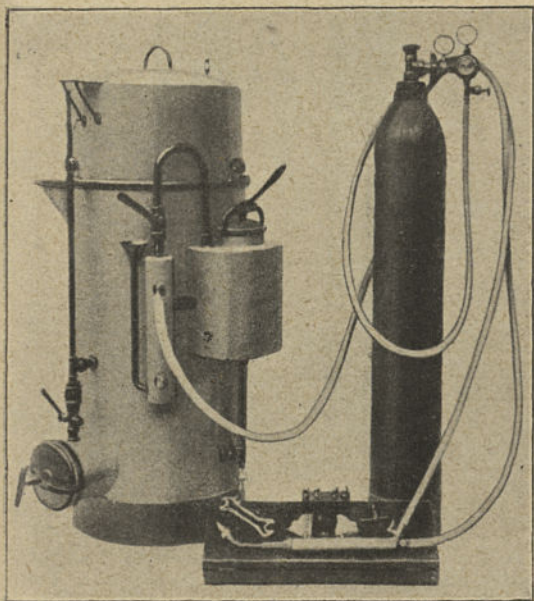


Fig. 299. — Poste de soudure à l'acétylène avec générateur.

avec métal d'apport, certains nécessitent, en outre, l'emploi de poudres ou produits spéciaux.

Il faut naturellement que les chalumeaux soient

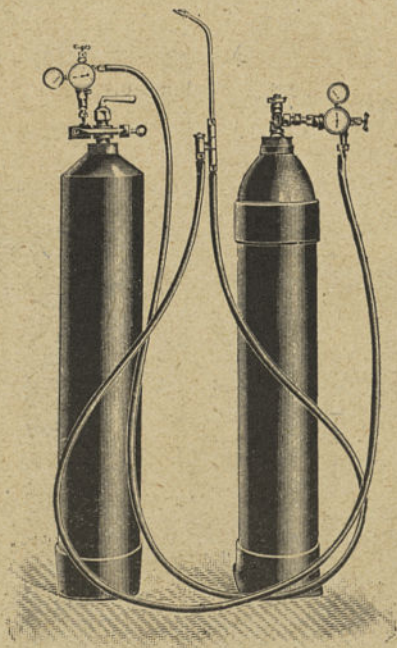


Fig. 300. — Poste de soudure oxyhydrique.

adaptés à la nature du métal à souder, à la température correspondant au point de fusion et aussi à l'épaisseur métallique à travailler. Les chalumeaux sont de dimensions variables et peuvent recevoir



des buses limitant le débit qui, d'ailleurs, est réglé par la manœuvre des soupapes ou des robinets fixés sur les chalumeaux.

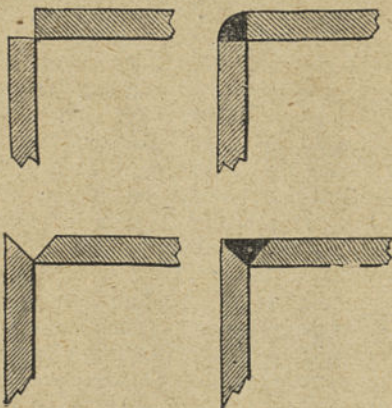


Fig. 301.

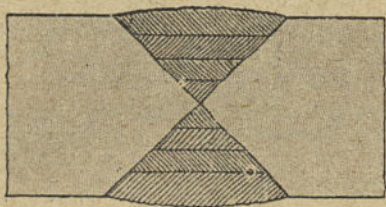


Fig. 302.

Pour les faibles épaisseurs, les lèvres de soudures sont rapprochées, la jonction est faite, en additionnant au métal fondu sur les bords de la soudure,

une certaine quantité d'un autre métal provenant d'une baguette de soudure spéciale.

Pour les moyennes épaisseurs, on procédera de la même manière, après avoir pratiqué, sur une des faces des pièces à souder, de forts chanfreins dans lesquels on fondra la soudure (fig. 301).

Pour les fortes épaisseurs, il est nécessaire de pratiquer ces chanfreins des deux côtés et de souder sur chaque face (fig. 302).

Il faut employer les mélanges gazeux donnant la chaleur voulue avec le minimum d'oxydation, par conséquent, il faut veiller au réglage du débit d'oxygène. Se rappeler que la zone la plus chaude de la flamme d'un chalumeau bien réglé se trouve à faible distance de la buse.

En chaudronnerie, la soudure autogène trouve son emploi dans les travaux d'assemblage de tuyautages, on soude les tuyaux, les brides, les raccords, les tubulures; elle est employée aussi pour la fabrication des réservoirs et récipients et pour les réparations. Jusqu'ici on n'emploie pas la soudure autogène dans la construction des chaudières et appareils contenant des vapeurs à haute pression, on s'en sert cependant pour les réparer.

### Découpage au chalumeau.

Une application du chalumeau qui rend de grands services est son utilisation pour les découpages.

Les chalumeaux à découper diffèrent des chalumeaux à souder (fig. 303). On applique avec ces appareils, la décomposition rapide des métaux par l'oxygène.

Le chalumeau à couper sert d'abord pour chauffer la pièce à la température d'oxydation puis, celle-ci atteinte, l'envoi d'un jet supplémentaire

d'oxygène détruit le métal en le brûlant, le coupant ainsi sur tout le trajet touché par l'oxygène.

Les chalumeaux découpeurs utilisent l'hydrogène ou l'acétylène comme combustible. Toutes choses égales d'ailleurs, l'acétylène chauffe plus rapidement que l'hydrogène, aussi, dans la pratique, rencontre-t-on beaucoup d'appareils découpeurs à l'acétylène.

**La soudure électrique.** — Il faut de suite considérer deux genres de soudure électrique : la soudure par l'arc voltaïque, la soudure par court-circuit.

La soudure par l'arc nécessite des installations coûteuses et ne s'est pas encore généralisée.



Fig. 303. — Chalumeau à couper.

Un des pôles d'une source de courant continu à faible voltage est joint à la pièce à souder; l'autre pôle, par l'intermédiaire de résistances et de relais, aboutit à une baguette de métal d'apport. Le contact de la baguette, sur les lèvres de la soudure, permet de déterminer l'amorçage d'un arc, dont la haute température chauffe la pièce et fond la baguette, réalisant ainsi une soudure d'aspect analogue à celui de la soudure autogène.

Remarquer que l'oxydation est minimum, car il n'y a à craindre que celle provenant de l'atmosphère ambiante.

Lasoudure par court-circuit a reçu de nombreuses applications. Elle utilise du courant alternatif qui,

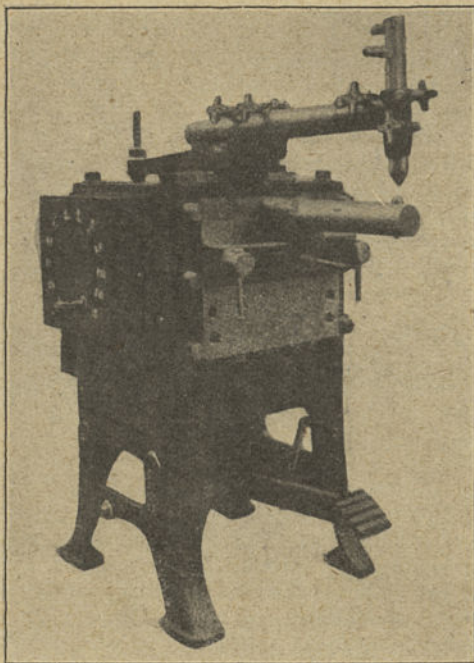


Fig. 304. — Machine à souder électrique par court-circuit pour souder par points.

par l'emploi d'un transformateur, est abaissé à très faible voltage sous une très forte intensité.

Les appareils de soudure par court-circuit sont

assez coûteux et d'une application limitée. Ils ont un rendement numérique très élevé, ce qui fait qu'ils sont tout indiqués pour les fabrications en série, ayant, en plus, l'avantage d'être automatiques et de pouvoir être confiés à de petites mains ou à des manœuvres (fig. 304).

Ces appareils utilisent pour fondre les surfaces en contact la chaleur développée par le passage d'un courant à forte intensité entre deux points rapprochés. Deux tôles étant superposées, on les pince entre les becs (électrodes) de l'appareil; le contact entre tôles et becs sera certainement meilleur qu'entre les deux tôles. Si l'on fait passer par les becs un courant à forte intensité, le court-circuit partiel aura lieu à l'endroit relativement résistant, c'est-à-dire entre les deux tôles qui fondront et seront ainsi soudées. L'appareil est muni de disjoncteurs à maxima tels, que si l'on veut prolonger la durée du passage du courant, l'intensité augmentant démesurément, le circuit est coupé et l'appareil est arrêté, le courant ne passant plus.

La soudure par court-circuit est appliquée à grande échelle, dans la fixation par points des accessoires des ustensiles de ménage.

### Outillage.

Dans les ateliers de grosse chaudronnerie, l'outillage à main est limité aux outils courants, mètres, pointeaux, pointes à tracer, compas, cordeaux, marteaux à garnir, burins, bédanes, limes demi-rondes à gros grain, etc.

Cet outillage constitue ce que l'on désigne couramment sous le nom d'outils individuels. Chaque ouvrier dispose d'un lot composé généralement comme la nomenclature ci-dessus.

L'outillage d'atelier, en plus des outils de traçage

déjà décrits, comprend une série de marteaux dont les formes se rapprochent de celles des marteaux à main, mais de dimensions et de poids plus considé-



Fig. 305. — Marteau à planer.

rables. Ces marteaux sont presque tous emmanchés pour frapper à deux mains. Les figures 305, 306 et



Fig. 306. — Gros marteau à ferreter et à river.

307 montrent quelques types les plus couramment employés.



Fig. 307. — Marteau à river.

Les boules, tas, bigornes, barres, sont également de dimensions appropriées.

Le poids et l'encombrement des pièces travaillées font que presque toutes les phases d'une fabri-

cation sont exécutées avec le concours des machines. On peut dire d'ailleurs que, d'une façon générale, tous les outils de petite et moyenne chaudronnerie se retrouvent en grosse chaudronnerie avec des poids et dimensions en rapport.

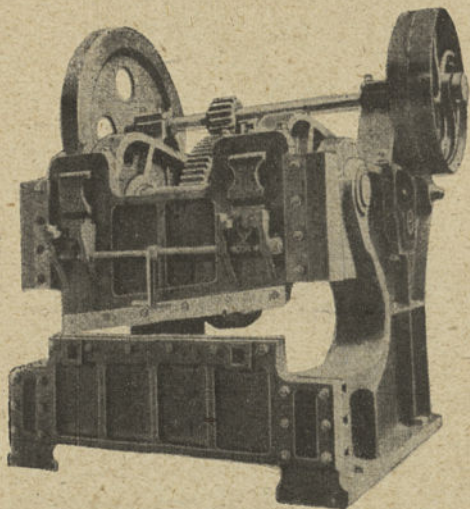


Fig. 303. — Cisaille.

L'outillage mécanique d'un atelier non spécialisé comporte (1) :

(1) Le principe des diverses machines-outils ayant déjà été exposé, nous n'y reviendrons pas, nous bornant à une simple énumération pour celles qui ont été décrites.

Pour les travaux de séparation : les cisailles (fig. 308), les poinçonneuses (fig. 309), les scies.

Pour la rectification des pièces coupées : les meules d'émeri, les raboteuses-chanfreineuses.

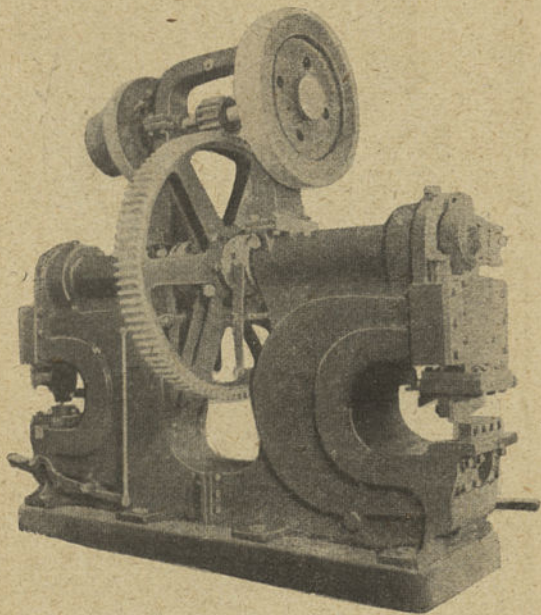


Fig. 309. — Cisaille poinçonneuse.

Pour la mise en forme : les machines à dresser, machines à rouler (fig. 310), machines à rabattre (fig. 311), les presses hydrauliques, les vérins hydrauliques, les vérins mécaniques.



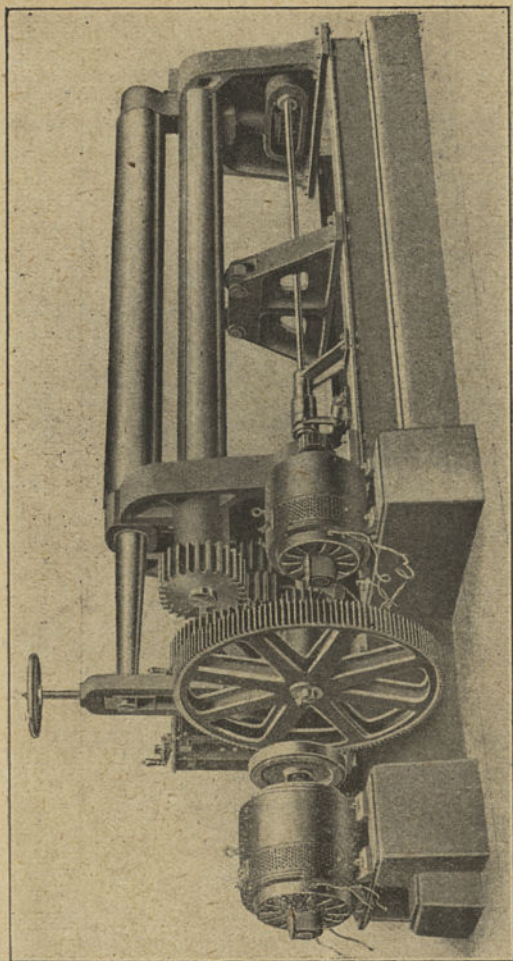


Fig. 310. — Machine à rouler.

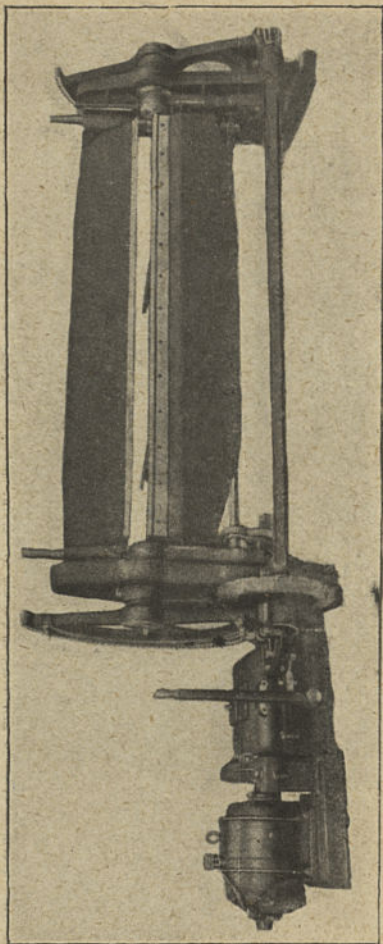


Fig. 311. — Machine à rabattre.

Pour les travaux de perçage : les poinçonneuses, les forages (fig. 312), les perceuses portatives à air comprimé (fig. 313), les perceuses portatives électriques (fig. 314).

Pour les montages : les marteaux pneumatiques à river, à buriner et à mater, les machines à river.

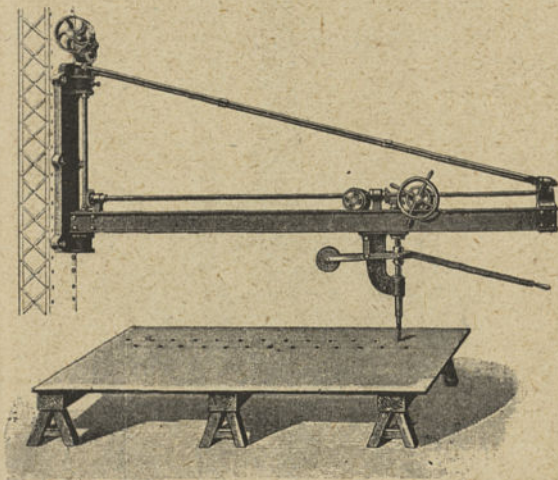


Fig. 312. — Machine à percer radiale.

### L'atelier.

Les bâtiments construits en vue d'y installer un atelier de grosse chaudronnerie doivent être vastes, hauts, bien éclairés.

Les machines-outils seront placées de façon à réduire au minimum les manipulations et en laissant, autour de chacune d'elles, la place suffisante pour

permettre de manœuvrer les pièces sans gêner l'utilisation des machines voisines (fig. 315).

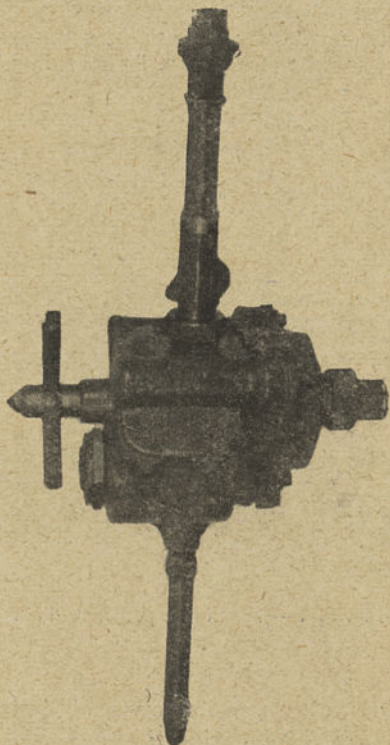


Fig. 313. — Perceuse portable à air comprimé.

Un ou plusieurs ponts roulants et des grues mobiles serviront au transport rapide des pièces lourdes.

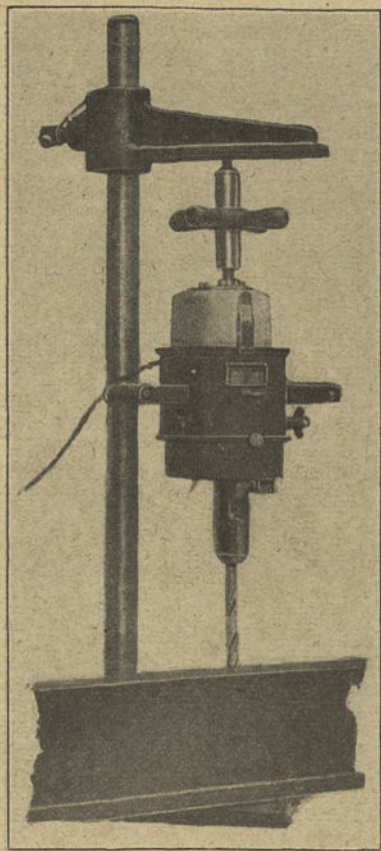


Fig. 314. — Perceuse portable électrique montée sur Z mobile.

Des voies Decauville, aboutissant à une voie centrale d'écartement normal, desserviront les diffé-

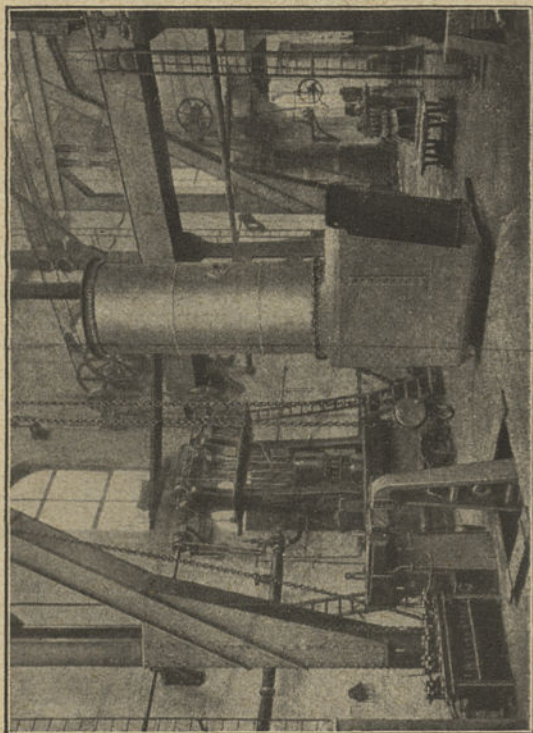


Fig. 315. — Intérieur d'un atelier de grosse chaudronnerie.

rentes machines, les fours, le plateau. Un espace libre sera réservé pour les montages.

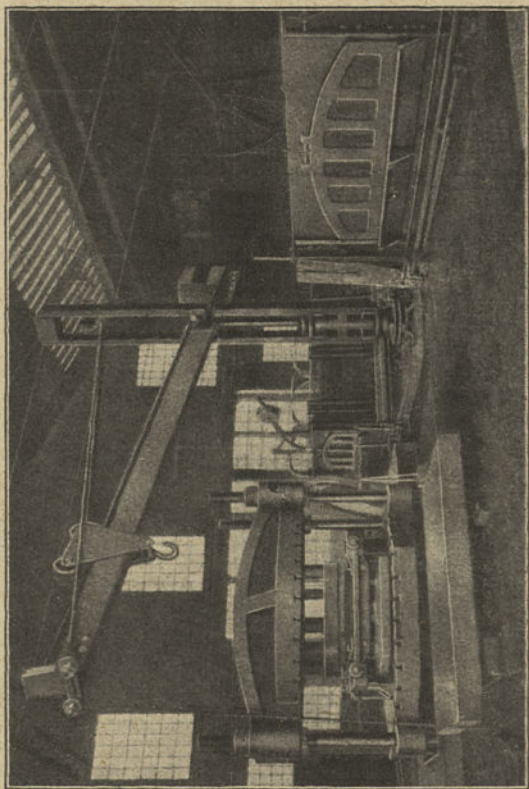


Fig. 316. — Disposition d'une presse hydraulique et des fours la desservant.

Les fours, les foyers, le plateau, les presses, seront placés dans une partie de l'atelier réservé au façonnage ; les appareils de levage et de transport néces-

saies pour desservir cette partie de l'atelier, seront avantageusement disposés de telle sorte qu'ils ne soient jamais une cause de gêne ou d'encombrement (fig. 316).

On évitera avec soin les courants d'air et l'accumulation des poussières.

**Les fours.** — Les fours à recuire sont fixes, l'armature est faite de profilés et de tirants soutenant la maçonnerie, l'intérieur est garni de briques réfractaires. Dans les ateliers importants, ces fours ont des dimensions allant jusqu'à 10 mètres de long sur 2 ou 3 mètres de large. Certaines fabrications nécessitent des fours de dimensions plus grandes encore.

Le chauffage des fours se fait généralement au coke ou au gaz. Les fours chauffés au coke possèdent des portes de foyer disposées de telle sorte qu'il soit possible de répartir le combustible sur les grilles. L'action du feu est indirecte, puisque seuls, les flammes et les gaz peuvent atteindre les pièces. Les grands fours ont plusieurs foyers.

Il est avantageux, dans les ateliers possédant plusieurs fours, de les chauffer au gaz. Dans ce genre d'installations, le combustible est distillé dans un appareil appelé gazogène; les gaz produits sont canalisés et utilisés pour le chauffage des fours où ils se brûlent complètement.

**Le gazogène.** — Le gazogène n'est, somme toute, qu'un appareil distillatoire des houilles. C'est une enveloppe métallique, à double paroi, garnie intérieurement de briques réfractaires et, extérieurement, d'un revêtement calorifuge. La partie inférieure est terminée par une grille, généralement verticale, de dimensions restreintes. La double paroi est divisée en carnaux qui aboutissent aux buses d'évacuation des gaz. Le gazogène est fermé de toute



part et n'a d'ouverture permanente qu'à la grille et à la tubulure de prise de gaz. On le charge à la partie supérieure, au moyen d'un sas, évitant toute introduction d'air dans les gaz distillés, afin d'empêcher des inflammations intempestives. Pour permettre les décrassages et l'enlèvement des cendres, une grille mobile est insérée dans le foyer pour soutenir le charbon.

On place à l'intérieur du gazogène une certaine quantité de charbon dont on consent la combustion d'une partie pour enlever au reste les gaz combustibles qu'il contient. C'est donc un fourneau, ayant une grille très petite, qui est chargé d'une grande quantité de charbon. Pour rendre l'appareil économique, on récupère le plus possible de chaleur, en faisant circuler les gaz sortant du charbon dans les carnaux entourant le gazogène. Les appareils perfectionnés comportent, dans le voisinage du foyer, une chaudière contenant de l'eau, qui fournit de la vapeur dont une partie se mélange aux gaz dans le conduit d'évacuation, l'autre partie est injectée dans le combustible en ignition.

On récupère ainsi de la chaleur, sans préjudice de celle qui est fournie par la réaction chimique provenant de la présence de vapeur d'eau dans des gaz carbonés, à haute température, cette vapeur d'eau enrichissant le gaz d'une quantité notable d'hydrogène.

Les appareils simplifiés comportent, dans le voisinage de la grille, un bassin rempli d'eau ayant le même but que la chaudière.

Les gaz sont aspirés dans les fours, soit par un tirage naturel, soit par un tirage artificiel; pour les brûler, il faut leur fournir la quantité d'air qui leur a manqué pour s'enflammer dans le gazogène. Il est nécessaire et économique de fournir de la chaleur à

cet air, pour cela, on l'amène dans des conduits réchauffés par les gaz de la cheminée et par les parois du four.

L'oxydation des métaux est minime quand on les chauffe dans un four bien réglé; en effet, la quantité d'air introduite correspondant à la quantité de gaz, l'oxygène manque pour attaquer les métaux.

**Les foyers.** — Les feux de forge ou foyers sont les mêmes qu'en chaudronnerie courante, ils sont toujours ventilés par une soufflerie mécanique et desservis par de petites grues.

Les combustibles les plus employés sont le charbon de forge et le coke, assez souvent on mélange ces deux produits. Le bois est employé pour chauffer sur une grande étendue et, surtout, pour maintenir la chaleur des pièces en dehors du foyer.

**Le plateau.** — Le plateau est constitué par un certain nombre de plaques d'acier ou de fonte très épaisse (100 à 200 millimètres) disposées côte à côte sur des chantiers; ces plaques sont percées, les trous servent à fixer les métiers, les chiens, les valets, les manilles, les gabarits de façonnage, etc. C'est sur le plateau que sont travaillées, à chaud le plus souvent, les tôles nécessitant un façonnage au marteau.

Le travail au plateau est pénible et réclame une certaine spécialisation des ouvriers qui en sont chargés.

### La mise en forme.

Des procédés modernes augmentent la rapidité d'exécution et en diminuent la difficulté, nous citerons, par exemple, l'emploi du chalumeau à haute température (oxyhydriques, oxyacétyléniques, mazout) qui permettent des chauffages locaux, quelquefois suffisants par eux-mêmes, pour produire les défor-

mations désirées, en utilisant les retraits, les effets locaux de dilatation et même les efforts moléculaires internes.

Nous ne pouvons nous étendre sur les procédés de

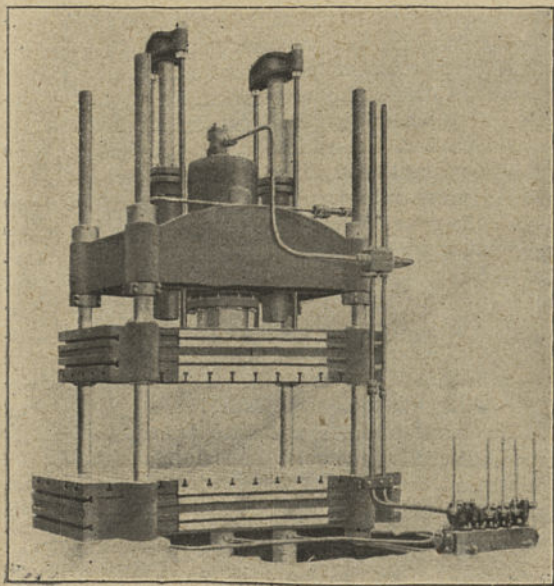


Fig. 311. — Presse hydraulique.

façonnage au plateau, les méthodes sont relativement les mêmes que celles que nous avons décrites, avec cette différence, que les métaux ouvrés étant beaucoup plus résistants, à cause des épaisseurs ou des dimensions, les efforts qu'il faut appliquer sont

beaucoup plus considérables; on se sert alors, le cas échéant, de vérins hydrauliques ou mécaniques. D'autre part, certaines réactions inévitables dans le travail des métaux minces, sont nulles ou à peu près pour ceux qui nous occupent actuellement.

Les presses seront de préférence mues hydrauliquement et choisies parmi les modèles dont la partie mobile se déplace verticalement de haut en bas.

Les presses mécaniques ayant une course définie ne sont recommandables que pour les travaux d'emboutissage, chaque presse étant étudiée et construite pour un effort déterminé et ne pouvant recevoir qu'un nombre limité de poinçons et matrices.

Les presses hydrauliques d'utilisation générale (fig. 317) peuvent être arrêtées dans leur course au moment opportun, la force que l'on peut exercer est réglable, dans les limites de la puissance des presses bien entendu; le bâti permet l'installation de montages et de calages sur lesquels les tôles sont placées, un blocage, approprié au travail, reçoit l'effort de la partie mobile. Nous parlons ici des presses destinées au façonnage non spécialisé.

Nous insistons sur la nécessité de mettre les pièces rigoureusement au gabarit. La rigidité des matériaux interdisant toute tentative de forçage et de déformation capables de compenser une exécution imparfaite.

**Tracé des pièces avant et après la mise en forme.** — Le tracé des feuilles de métal, avant leur mise en forme, se fait par les procédés géométriques déjà décrits pour la moyenne et petite chaudronnerie, en tenant compte que l'accroissement de l'épaisseur des tôles oblige absolument, pour le calcul des développements, à faire entrer ces épaisseurs dans les nombres qui expriment les cotes.

Les pièces façonnées sont tracées sur le plateau

à l'aide de règles, de cordons, de bandes flexibles; les repères de traçage étant soigneusement déterminés à l'aide des gabarits ou des plans.

### Montage, Rivetage, Matage.

**Montage.** — Le montage d'un ouvrage en plusieurs pièces se fait en deux opérations distinctes : 1<sup>o</sup> un montage à blanc ; 2<sup>o</sup> un montage définitif.

Le montage à blanc n'est que l'essayage des pièces usinées, il permet, à l'aide de quelques points d'attache choisis, d'apercevoir les défauts d'exécution, d'y remédier, puis de tracer la position exacte des accessoires.

Le montage à blanc se fait entièrement au moyen de boulons, de presses, de serre-joints.

Le montage définitif, qui peut d'ailleurs faire suite immédiatement au montage à blanc, a pour but de réunir définitivement les parties de l'ouvrage assemblées provisoirement. C'est alors qu'on procède aux rivetages ou aux soudures prévues.

**Rivetage.** — Si la pose des rivets ne comporte que du travail au marteau, se reporter au chapitre rivetage.

C'est principalement en grosse chaudronnerie que le rivetage est obligatoirement exécuté par deux ou plusieurs ouvriers, les uns écrasant le rivet, les autres, placés de l'autre côté de la paroi, maintenant la tête à l'aide d'un tas, « tiennent l'abatage ». Ces rivets sont presque toujours mis à chaud.

Le rivetage au marteau nécessite un personnel exercé, ce travail est lent et coûteux. On remplace les marteaux à bras par les outils pneumatiques appelés pistolets ou marteaux automatiques; ces appareils utilisent la force vive de masses mues par l'air comprimé (fig. 318).

Les ateliers importants, pourvus d'un outillage

moderne, sont équipés avec des machines à river mécaniques, à vapeur, pneumatiques ou hydrauliques (fig. 319 et 320).

En principe, les machines hydrauliques se composent de deux bras portant : l'un une matrice recevant la tête du rivet, l'autre une bouterolle qui écrase celui-ci. Ces bras sont montés en ciseaux et, de l'autre côté de l'articulation qui les joint, agit un piston se déplaçant dans un cylindre. Le piston est porté par un des bras, le cylindre par l'autre; l'introduction de l'eau sous pression dans le cylindre

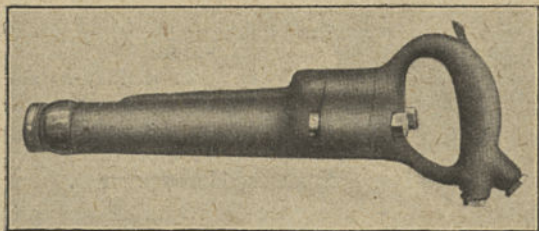


Fig. 318. — Marteau automatique à air comprimé.

déplace le piston et rapproche la bouterolle et la matrice avec une force considérable. Si l'on introduit la pièce à river entre les bras, le rivet placé sur la matrice sera écrasé immédiatement.

Dans certains types modernes, les bras forment un bâti rigide. L'un d'eux porte un cylindre dont le piston fait mouvoir la bouterolle; l'autre reçoit la matrice (fig. 320).

Le réglage de la machine permettant d'obtenir une course rigoureusement déterminée, le rivetage sera régulier et uniformément serré. Malheureusement, ces outils ne peuvent être employés partout, les

formes des pièces s'y opposent parfois ; on est obligé de compléter leur travail par le rivetage aux marteaux, automatiques ou à main.

Dans les travaux sérieux, tous les rivets mis en place doivent être sondés, c'est-à-dire frappés d'un coup sec avec un marteau léger. S'il n'y a pas de bruit dans le local où on opère, le son rendu par le

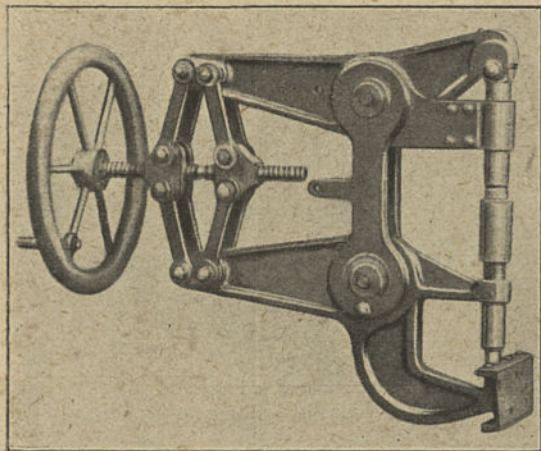


Fig. 319. — Riveuse mécanique.

rivet, à la suite du choc, permet à une creille exercée de découvrir les rivets mal serrés. Le vacarme permanent, régnant inévitablement dans les ateliers de chaudronnerie, oblige les vérificateurs à substituer le toucher à l'ouïe ; pour cela, ils placent un doigt de façon à toucher à la fois la tôle et le bord de la tête du rivet. Les rivets insuffisamment serrés

vibrent sous l'effet du choc de sondage, ils peuvent alors être repérés.

Suivant leur diamètre et l'importance du manque de serrage, les rivets sont matés, resserrés ou remplacés.

**Matage.** — Mater, c'est refouler les lèvres des métaux assemblées de façon que le pinçage du métal refoulé assure le joint suivant une ligne.

Le matage doit être fait très soigneusement, de

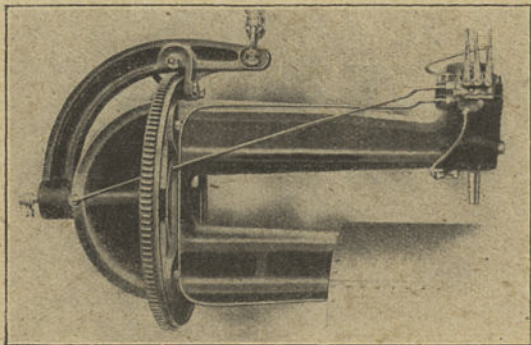


Fig. 320. — Riveuse hydraulique à grande portée.

préférence à l'extérieur des pièces. On se sert, pour exécuter ce travail, d'outils spéciaux, en acier trempé, appelés matoirs; ils diffèrent les uns des autres suivant le genre de matage à obtenir : matage sur cans, matage sur plan.

Le matage sur cans se fait avec un outil, analogue au burin, dont le tranchant est remplacé par un biseau légèrement courbe, incliné de 85 degrés environ; certains matoirs ne présentent pas d'arêtes vives, l'angle du biseau étant arrondi (voir fig. 206 à 209).



Le matage sur p'an s'exécute avec un outil portant une cannelure dont les bords présentent un angle d'attaque d'environ 59 degrés.

Pour mater les joints des tôles, on pratique préalablement un chanfrein sur les cans. Cette opération n'est vraiment efficace que lorsque les tôles ont une épaisseur suffisante pour permettre de resserrer énergiquement le métal.

Les têtes des rivets sont matées sur leur pourtour, soit directement avec la bouterolle au moment du rivetage, soit à l'aide de matoirs spéciaux.

### **Essai d'une installation.**

Nous entendons par essai d'une installation, la vérification que toutes les coutures, que tous les rivetages, ont été correctement exécutés, que tous les joints sont convenablement serrés.

Si l'installation fonctionne sans pression, un remplissage à l'eau sera suffisant pour déceler les défauts. Les fuites seront notées et repérées dans toute leur étendue; on aidera à leur apparition en frappant légèrement sur tous les assemblages.

Après vidange, les joints boulonnés seront resserrés ou refaits suivant l'importance des fuites. Il faut serrer à nouveau, mater ou remplacer les rivets mauvais, et prendre toutes les dispositions nécessaires, matages, serrages, etc., pour assurer l'étanchéité des coutures.

Il ne faut jamais mater quand les récipients sont pleins d'eau, à plus forte raison sous pression.

Si l'installation fonctionne sous pression, on l'essayera, à l'eau, sous une pression dépendant de l'utilisation des appareils. Cette pression est généralement égale (au maximum) au double de la pression de régime, lorsqu'il s'agit d'organes appelés à recevoir de la vapeur.

Une coutume, jugée suffisante par les règlements d'administration publique, permet d'essayer les appareils supportant l'effet de la vapeur à une pression supérieure de 6 kilogrammes à la pression de régime.

Il n'y a pas lieu de chercher à étancher une jonction ou un assemblage ne laissant filtrer que quelques gouttes d'eau (à la pression maximum d'essai à froid) ; l'oxydation inévitable s'opposera, dans un temps très court, à tout passage de liquide.

Pour procéder à ces essais, on se sert de deux appareils indispensables dans un atelier de chaudronnerie :

1° *Une pompe à essais ;*

2° *Un manomètre.*

**La pompe à essais.** — La pompe à essais (fig. 321) est montée sur une caisse métallique qui sert de réservoir à eau et dans laquelle plonge le tuyau d'aspiration de la pompe.

L'appareil est mû à la main par un levier dont le mouvement se communique à un piston plongeur. Les pompes comportent le minimum de clapets et de joints ; un clapet sur l'aspiration, un clapet sur le refoulement, un joint de presse-étoupe sur le piston.

Dans les pompes pour hautes pressions, le piston est divisé en deux parties concentriques, commandées par le même levier. On commence la mise sous pression avec l'ensemble des deux pistons et on finit avec le petit, qui permet d'atteindre des pressions très élevées sans avoir à déployer de trop gros efforts.

Le refoulement de la pompe est réuni aux appareils à essayer par un tuyautage de fortune. S'il y a lieu, les orifices existant sur les appareils à essayer, seront obstrués par des joints pleins ou de simples chevilles en bois. Au point le plus haut de l'instal-

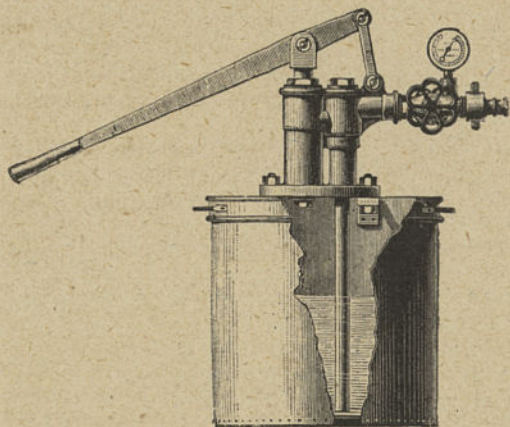


Fig. 321. — Pompe à essais.

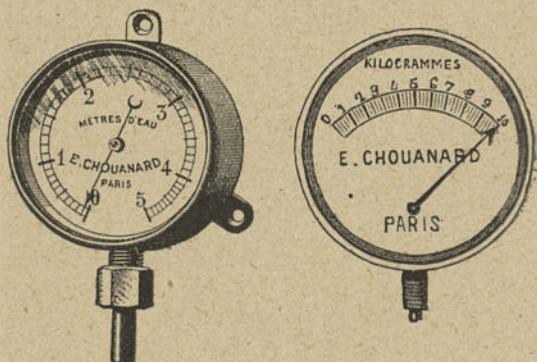


Fig. 322. — Manomètres.

lation, on aura soin de disposer un robinet de dégagement d'air pour utiliser, uniquement, l'effet de l'incompressibilité de l'eau et éviter les dangers de l'air comprimé.

**Le manomètre.** — Sur le trajet du tuyautage dont nous venons de parler, sur la pompe même, ou sur les appareils à essayer, on intercalera un manomètre.

Le manomètre (fig. 322) est un appareil de mesure des pressions, basé sur le redressement d'un tube courbe, à section elliptique, lorsqu'il est soumis à la pression intérieure. Le mouvement de l'extrémité du tube est enregistré, par l'intermédiaire de roues dentées, par une aiguille se déplaçant sur un cadran.

Le manomètre est un instrument précis et sensible, il craint les chocs; il est gradué par comparaison.

*Remarque :* Tout manomètre, monté sur une canalisation de vapeur, doit être installé de telle façon que son tuyautage soit empli d'eau condensée et que la vapeur n'aille pas à l'intérieur du manomètre. Dans ce but, les manomètres doivent être montés sur des tuyaux ayant un point bas affectant la forme d'une spirale, ou d'un U.

---

## CHAPITRE XIX

### CHAUDRONNERIE MÉCANIQUE

---

Nous ne dirons que quelques mots sur la chaudronnerie mécanique ; dans cette fabrication, l'ouvrier chaudronnier n'intervient pas, c'est un travail de spécialiste.

La chaudronnerie mécanique a détrôné la chaudronnerie à la main pour la fabrication des objets d'usage domestique de faible épaisseur. La production énorme des appareils automatiques a diminué le prix de revient, dans des proportions telles, que le façonnage à la main ne pourrait être rémunérateur.

La chaudronnerie mécanique, utilise pour le façonnage, des presses, mécaniques ou hydrauliques, et des tours spéciaux appelés tours à repousser.

Comme dans la chaudronnerie à la main, les pièces sont tirées d'un flan plan, dont la dimension et la forme sont obtenues très souvent par expérience, mais le point de départ de détermination du flan est toujours l'équivalence de surface utilisée en chaudronnerie pure.

Les presses à estamper se divisent en deux types distincts :

- 1° Les presses emboutissant un flan découpé ;
- 2° Les presses découpant le flan et l'emboutissant ensuite.

Les pièces sont, suivant les cas, faites en une seule ou plusieurs opérations.

Des machines spéciales agrafent et sertissent les pièces, embouties ou non au préalable.

Suivant l'importance et la puissance des presses, cette fabrication va des fonds de chaudières (tôles dépassant parfois 30 millimètres d'épaisseur) aux objets les plus minces et les plus légers (clinquants de 2/10 ou 3/10).

C'est ainsi que dans l'emboutissage des métaux minces, on trouve les ustensiles de ménage, les pièces de lampisterie, les boîtes de conserves, l'appareillage électrique, les jouets, etc.

L'emboutissage donne généralement des pièces non unies; l'allongement du métal produit des stries dirigées suivant la marche du poinçon; on les supprime en portant les pièces, après recuit au four, sur des tours à lisser qui, le plus souvent, sont outillés pour faire les bordés, replis, etc., que comportent les pièces.

Toutes les pièces de chaudronnerie du commerce sont maintenant produites par les machines.

Ces fabrications nécessitent des montages dont la disposition varie avec le genre des machines.

Nous ne pourrions donc entrer davantage dans les détails de fabrication, pour éviter d'en omettre, et des meilleurs (fig. 323).

Le repoussage au tour ressemble au travail à la main.

Un flan, légèrement embouti au maillet, est monté sur un tour portant un mandrin de la forme intérieure de l'objet à fabriquer.

Le flan tourne concentriquement avec le mandrin.

A l'aide d'un outil en spatule appelé repoussoir, manié comme un levier, l'ouvrier si le travail est fait à la main, prend point d'appui d'une part, sur un support fixé au bâti de la machine, d'autre part sur le métal du flan. L'effort qu'il exerce ainsi produit une série de stries rapprochées qui restreignent le métal, car elles procèdent exactement comme les

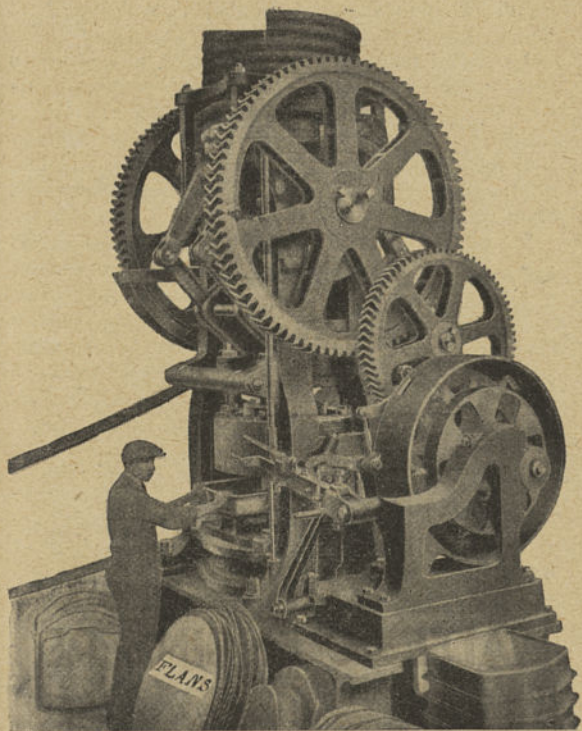


Fig. 323. — Type de machine à estamper. Cette machine estampe, en une seule opération de douze secondes, une enveloppe de radiateur.

séries de coups de marteau en spirale donnés par l'ouvrier qui restreint.

Cette opération peut se faire avec l'outil à repous-

ser monté sur un chariot mobile, l'ouvrier n'ayant alors qu'un travail de conduite.

Le métal travaillé de cette façon nécessite des recuits, dont le nombre se détermine expérimentalement, avant de mettre en route une fabrication en série.

Il est d'usage de diviser une fabrication en lots qui passent successivement sur le tour; le recuit étant confié à des équipes spéciales.

Le tour à repousser permet, avec des outils appropriés, de border, rentrer, couper les pièces, et même d'en assembler plusieurs par agrafage.

Le travail de repoussage et d'emboutissage a l'inconvénient d'aigrir le métal. Pour des raisons de prix de revient, on pousse très loin le travail moléculaire diminuant ainsi le nombre d'opérations, mais la texture du métal s'en ressent.

### **Le polissage. Le rayonnement.**

La plupart des ustensiles fabriqués en chaudronnerie sont finis par un polissage, plus ou moins parfait, suivant le degré de perfection réclamé par ces objets.

Il ne faudrait pas croire que le poli a seulement pour but de leur assurer un aspect meilleur; d'autres considérations entrent en jeu:

1° L'opération du polissage oblige à finir complètement les pièces;

2° Le polissage faisant disparaître toutes les rugosités permet plus facilement de maintenir l'appareil en état de propreté;

3° Enfin, si le récipient contient des corps chauds, liquides ou gazeux, le polissage diminue la perte de chaleur par rayonnement.

En effet, c'est un fait d'expérience et qui peut s'expliquer, qu'un corps poli dégage moins de



chaleur qu'un corps rugueux ou mat, mais inversement, ce corps absorbera la chaleur plus difficilement c'est ce qui explique le soin avec lequel on polit les bouilloires servant à contenir des liquides chauds et pourquoi ces liquides conservent si longtemps leur chaleur.

Une application du faible rayonnement des corps polis est l'usage des revêtements en laiton poli mis sur les appareils à vapeur. Ces enveloppes reçoivent bien la chaleur, mais elles n'en laissent passer qu'environ les  $\frac{2}{5}$ , leur rayonnement étant très faible.

Les enveloppes calorifuges sont des travaux qui comportent des planages et des polissages soignés ; l'ouvrier sachant quel est leur but doit y apporter beaucoup de soin afin d'augmenter l'efficacité de son travail.

Le polissage des objets se fait, après décapage, soit à l'aide de meules en laine, en drap, en feutre, tournant à grande vitesse, soit à la main en frottant énergiquement les pièces à polir à l'aide de bouchons de linges enduits d'émeri, de boue de meules en grès, de poudres spéciales, etc.



Fig. 324.  
Brunissoirs.

Pour les objets soignés, le polissage est complété par le brunissage qui consiste à frotter les objets avec un outil en acier trempé, poli, ayant la forme d'une spatule (fig. 324). On fait sortir, on accentue le brunissage en frottant les pièces avec une peau de chamois enduite de rouge anglais ou de blanc d'Espagne. Les pièces brunies sont généralement recouvertes avec des vernis spéciaux, transparents, ayant pour but de soustraire les parties polies aux effets d'oxydation.

---

## CHAPITRE XX

### CHAUDRONNERIE DÉCORATIVE ET CHAUDRONNERIE D'ART

---

Il ne faudrait pas confondre chaudronnerie d'art avec chaudronnerie décorative.

La chaudronnerie décorative est produite industriellement. Les modèles, étant donné les méthodes de production intensive des outillages mécaniques, se trouvent répandus à un grand nombre d'exemplaires.

Ces objets brillants et d'un aspect agréable constituent une décoration d'intérieur au même titre, à notre avis, que les papiers peints, les petits meubles, les chenets de fonte, etc.; ce sont des objets décoratifs et non des objets d'art, comme l'emphase des réclames tend à le faire croire.

Un objet d'art se reconnaît à sa forme originale, son dessin pur, son assimilation à un style, à l'effort personnel de son auteur, à sa rareté enfin. Les cuivreries artistiques courantes, ont des formes banales, leur palbe a trop souvent été adapté à la possibilité d'une fabrication mécanique en série, il n'est pas possible de leur assigner un style ou de les assimiler à une époque; enfin, ils sont répandus dans le commerce de la même manière que les ustensiles de ménage. Les bienfaits des progrès de la fabrication mécanique, qui ont permis la diffusion des pièces de chaudronnerie, agissent aussi en décoration, mais ils ont banalisé la cuivrerie décorative. Plus encore, la concurrence et le désir de fabriquer à bon marché, ont poussé certains fabricants à mettre dans le com-

merce des objets truqués, dont la fabrication ne réalise que l'aspect, sans aucune solidité, et qui ne s'appellent encore chaudronnerie que parce qu'ils sont en métal cuivreux, ou passant pour tel, aux yeux de l'acheteur.

Nous pourrions citer des exemples de vases en tôle cuivrée; d'appendices en plâtre recouverts d'une mince pellicule de cuivre; de fonds en fonte cuivrés, assemblés par un boulon sur des pièces en zinc peint.

L'ouvrier qui veut essayer de produire un objet d'art, un vase décoratif par exemple, doit se garder rigoureusement de copier cette quincaillerie.

Tout objet d'art, pour n'être pas banal, doit, par lui-même, constituer une pièce maîtresse du métier. Il faut qu'il soit difficile à réussir, que sa fabrication soit exempte de truquages, de roueries de métier. Le travail sera honnête et consciencieux.

Autant que possible, on se rapprochera des méthodes de travail des anciens chaudronniers qui, ne possédant ni chalumeaux puissants, ni souffleries à longue haleine, réduisaient au minimum le nombre des assemblages.

En un mot, on s'efforcera de faire naître sa conception, en la réalisant d'une seule feuille de métal.

Un objet d'art doit être durable, l'épaisseur du métal mis en œuvre lui permettra de résister au temps; celui qui produit ces objets doit toujours se rappeler qu'il ne travaille pas pour satisfaire un goût passager, mais que si son œuvre est réussie plusieurs générations auront plaisir à en jouir. Quant à la forme qu'il doit avoir, il est bien difficile de créer des courbes; des artisans chaudronniers les ont recherchées depuis la plus haute antiquité, et il serait puéril, à un homme seul, de vouloir de lui-même parcourir tous les chemins battus par l'évolution artistique. Tout ce qui peut se faire de beau, a

déjà été fait et, même à notre insu, toute production artistique se rattache à une époque, à un style, à une forme déjà créée.

Nous conseillons donc aux jeunes qui veulent faire de la chaudronnerie d'art, de s'inspirer des formes antiques ou anciennes, de visiter les musées; la pureté de la ligne et l'élégance de forme des objets exposés leur donneront plus d'enseignements que tout ce qu'ils pourraient combiner.

Rappelons aussi que la beauté d'un objet n'est pas dans l'accumulation des ornements qu'il reçoit. La superposition des décorations est l'indice de la pauvreté d'imagination et du manque absolu de l'idée artistique.

Tout ouvrage, quel que soit son finissage définitif, sera plané; le poli brillant ou le planage à facettes, ne sont pas les seules manières de finir les pièces de chaudronnerie qui peuvent être ornées de différentes façons suivant leur forme, leur style, leur destination. Nous citerons le bronzage et la patine, la gravure et le repoussage, les enduits et les émaux, les applications, les nielles, les incrustations.

### Bronzage.

Pour bronzer le fer ou l'acier au brun, on peut employer une des trois solutions suivantes :

- a. Chlorure d'antimoine et huile d'olive;
- b. Solution faible de sulfate de cuivre dans de l'acide chlorhydrique;
- c. Solution faible de sulfate de cuivre dans de l'acide sulfurique.

Ces diverses solutions sont appliquées au pinceau sur les pièces réchauffées à 100 degrés. A la suite de chaque application de liquide, il faut nettoyer la pièce avec une brosse métallique, puis la rincer à l'eau claire. Le nombre des opérations dépend de la teinte

à obtenir qui peut varier du brun clair jusqu'au noir.

Pour bronzer les métaux cuivreux, un grand nombre de procédés sont employés; ils dépendent de la teinte à obtenir, de la qualité du métal, de la fabrication des pièces, et aussi, de la température de l'endroit où on opère.

**Couleurs brunes.** — *a.* Si l'objet peut être porté au feu, on obtient un brun plus ou moins accentué, en le badigeonnant avec une bouillie d'un peroxyde de fer (colcotar) délayé dans de l'eau; puis en le chauffant au rouge dans un four. Laisser refroidir, brosser, passer à l'huile, assécher à chaud et cirer.

*b.* Dissoudre dans 1 litre de vinaigre de vin : 20 grammes de sel ammoniac et 5 grammes de sel d'oseille. Enduire avec une brosse douce, laisser oxyder, brosser, cirer ou vernir.

*c.* Dissoudre dans 4 litres d'eau bouillante, 20 grammes de vert-de-gris et 10 grammes de sel ammoniac; laisser bouillir jusqu'à réduction à  $\frac{3}{4}$  de litre. A ce moment, ajouter 275 grammes de vinaigre de vin et laisser bouillir cinq minutes, il y a précipitation. Filtrer, recueillir les cristaux, les faire fondre par lavage dans 3 litres et demi d'eau bouillante. Cette dissolution s'emploie bouillante, dans un récipient en cuivre, où on plonge les pièces que l'on fait ensuite sécher à l'étuve. Brosser les pièces, cirer ou vernir.

Les propriétés de cette dissolution s'atténuent avec le nombre des opérations.

**Couleurs vertes.** — *a.* Bronzage à deux liqueurs : Enduire la pièce, avec la liqueur n° 1, à l'aide d'un pinceau ou d'une brosse douce, laisser sécher à l'air. Quelques heures après, passer de la même

manière la liqueur n° 2. Après séchage de la liqueur n° 2, brosser avant de recommencer l'opération. La teinte que l'on désire obtenir peut nécessiter jusqu'à une semaine de travail.

La liqueur n° 1 est faite en dissolvant, dans 1 litre d'eau bouillante, 20 grammes de nitrate de cuivre et 10 grammes de sel de cuisine.

On prépare la liqueur n° 2, en faisant dissoudre dans 1 litre de vinaigre de vin, 250 grammes de sel ammoniac et 125 grammes de sel d'oseille.

*b.* Mélanger dans 1 litre d'eau bouillante, 80 grammes de sel ammoniac puis 240 grammes de tartre et ensuite 450 grammes de sel de cuisine, après refroidissement ajouter 80 grammes de chlorure de cuivre.

Employer cette liqueur à froid en l'étendant avec un pinceau ou une brosse douce; faire sécher, brosser cirer ou vernir.

**Couleurs noires.** — *f.* Dissoudre du foie de soufre dans de l'eau, jusqu'à saturation. Employer cette mixture à froid comme les autres liqueurs.

On peut obtenir un bronzage brun, avec reflets verdâtres, en badigeonnant les pièces en laiton, chauffées légèrement, avec de la teinture d'iode pharmaceutique.

### Gravure.

Suivant la méthode adoptée pour exécuter les ornements, la gravure est dite en creux ou en relief.

Dans les deux cas, il faut posséder un talent de dessinateur et de graveur pour aborder ce genre de décoration.

La gravure est faite soit au burin, soit à l'acide, ou, le plus souvent, ébauchée à l'acide et finie au burin.

### Le repoussage.

Comme la gravure, le repoussage peut être divisé en deux genres : le repoussage en creux, le repoussage en relief.

Contrairement à la gravure, le repoussage ne nécessite pas d'enlèvements de métal.

#### **Les enduits, les émaux, les applications, les incrustations, les nielles.**

Les ornements gravés ou repoussés peuvent être rehaussés par l'application d'enduits ou d'émaux de couleur.

Les enduits sont généralement des cires colorées appliquées à chaud.

Les émaux, constitués par des matières vitrifiées au four, nécessitent des installations spéciales et une technique particulière.

Les applications consistent à placer sur un objet des ornements en métal autre que celui de l'objet. Ces ornements doivent être sobres, de bon goût et ne pas interrompre la ligne.

Les incrustations s'obtiennent en pratiquant des lignes de gravures profondes, dans lesquelles on insère un fil de cuivre, d'argent ou d'or, puis on martèle la pièce de façon à écraser ensemble le fil et le trait de gravure.

Les nielles diffèrent des incrustations en ce que l'alliage décoratif, inséré dans les traits de gravure, est fondu au four. Cet alliage est noir bleuâtre. Les nielles ne se pratiquent guère que sur l'argent.

Il ne nous est pas possible d'entrer, sur ces sujets, dans de plus grands développements. Nous conseillons de se reporter aux ouvrages spéciaux traitant ces parties.

Les prix relativement peu élevés des cuivrieres



décoratives, le nombre restreint des véritables connaisseurs en chaudronnerie d'art, et, disons-le franchement, la rareté des bons chaudronniers ayant, en plus de la possession approfondie de leur métier, les connaissances et les notions artistiques faisant d'eux des ouvriers d'art, font que rarement un chaudronnier est appelé à exécuter un objet d'art.

Nous n'irons pas jusqu'à engager l'ouvrier à refuser d'exécuter des travaux décoratifs de haute fantaisie, n'ayant aucune forme gracieuse et ne prétendant à l'élégance que par la barbarie et la raideur de leurs contours ; là n'est pas notre pensée, il faut vivre du produit de son travail.

Si l'ouvrier a le sens artistique, il saura amener son client à avoir une plus juste conception d'un objet d'art. Il saura lui faire préférer l'élégance d'une bûire ou d'une aiguière, à la lourdeur de ces vases obtenus en superposant, par agrafages, une écuelle, une boîte à lait, une passoire, enjolivés de deux anses en oreilles découpées dans du laitton mince, décorés de dessins voyants.

Remarquons que le client qui s'adresse à un ouvrier chaudronnier n'est généralement pas poussé par l'idée passagère de sacrifier à la mode du moment ; donc, celui qui aime son métier pourra, s'il est persuasif, fabriquer de belles pièces, d'un travail robuste, simple, mais élégant.

L'art vrai ne réclame pas d'artifices.

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

PRÉFACE.....	5
BUT DE L'OUVRAGE.....	7
CHAPITRE PREMIER. — Divers genres de chaudi- ronnerie.....	9
CHAPITRE II. — Notions de géométrie et de calcul .....	11
Généralités, 11. — Les lignes, 11. — Les surfaces, 11. — Tracés et constructions géométriques, 36. — Les solides, 51. — Les instruments de mesure. Les outils du tra- ceur, leur usage, 66. — Développement des surfaces des corps, 80.	
Aide-mémoire pour déterminer les surfaces et les volumes.....	87
Quelques formules et propriétés des surfaces, 87. Raccordements et pénétrations des soli- des.....	93
CHAPITRE III. — Métaux employés en chaudi- ronnerie.....	105
Alliages, 108. — Généralités sur la nature et le travail des métaux employés en chaudi- ronnerie, 109. — L'écouissage, 109. — Le recuit, 109.	
CHAPITRE IV. — Les soudures.....	133
Soudures dites à l'étain, 133. — Bra- sures, 134.	
CHAPITRE V. — Les acides.....	136
Acide sulfurique, 137. — Acide chlorhy- drique, 138. — Acide azotique 138. — Me- sure de la teneur des acides, 139.	

TABLE DES MATIÈRES.	411
CHAPITRE VI. — <b>Désoxydants</b> .....	140
CHAPITRE VII. — <b>Combustibles</b> .....	143
La combustion, le chauffage, 147.	
CHAPITRE VIII. — <b>Chaudronnerie proprement dite</b> .....	149
CHAPITRE IX. — <b>L'outillage</b> .....	154
Marteaux, 154. — Maillets, 164. — Outils de façonnage, 166. — Outils de coupe, 174. — Outils de séparation, 200. — Outillage général, 203. — Outillage mécanique, 215. — Accidents aux machines, 236.	
CHAPITRE X. — <b>Les foyers</b> .....	238
CHAPITRE XI. — <b>Dressage des tôles</b> .....	247
CHAPITRE XII. — <b>Objets non développables. — Pièces de révolution</b> ,.....	251
Pièces de coquille.....	255
CHAPITRE XIII. — <b>Mise en forme</b> .....	271
Emboutissage et restreinte, 271. — Tracé des pièces formées, 282.	
CHAPITRE XIV. — <b>Solides développables</b> .....	285
CHAPITRE XV. — <b>Modes de jonction et d'assemblage</b> .....	289
Soudure, brasage, agrafage, rivetage, boulonnage, 289. — Jonctions et assemblages convenant à divers métaux, 290. — Soudures, 291. — Brasage, 291. — Rivetage, 292. — Boulonnage, 299. — Indications relatives à l'exécution des jonctions et des assemblage, 302.	
CHAPITRE XVI. — <b>Étamage au bain</b> .....	324

CHAPITRE XVII. — Tuyautages.....	327
Mandrinage et dudgeonnage, 336. — Renseignements concernant l'exécution d'un tuyautage, 338. — Joints divers, 346. — Matières employées pour faire les joints, 349. — Conseils pratiques, 351.	
CHAPITRE XVIII. — Grosse chaudronnerie.....	354
Appareils de chauffage et de distillation, 357. — Chaudières, 360. — La tôle, la cornière et les profilés, 363.	
Les soudures.....	364
Découpage au chalumeau, 370. — Outillage, 373. — L'atelier, 379. — La mise en forme, 386. — Montage, rivetage, matage, 389. — Essai d'une installation, 393.	
CHAPITRE XIX. — Chaudronnerie mécanique..	396
Le polissage. Le rayonnement, 400.	
CHAPITRE XX. — Chaudronnerie décorative et chaudronnerie d'art.....	403
Bronzage, 405. — Gravure, 407. — Repoussage, 408. — Les enduits, les émaux, les applications, les incrustations, les nielles.....	
	408

# Encyclopédie Industrielle

Collection de volumes in-18 de 400 à 500 pages, illustrés

1<sup>re</sup> série à 10 fr. le volume broché :

- |  |   |
|--|---|
| <p>Auscher et Quillard. <i>Céramique</i>, 2 vol.</p> <p>Bailly. <i>L'Industrie du Blanchissage</i>.</p> <p>Barral. <i>Analyse chimique qualitative</i>.</p> <p>— <i>Analyse chimique quantitative</i>, 2 vol.</p> <p>— <i>Analyse chimique biologique</i>, 2 vol.</p> <p>Biège. <i>Industrie du gaz</i>.</p> <p>Bouant. <i>Le tabac</i>.</p> <p>Boutroux. <i>Le Pain et la Panification</i>.</p> <p>Brochet. <i>La Galvanoplastie</i>.</p> <p>Chercheffshy. <i>Analyse des corps gras</i>, 2 vol.</p> <p>Coffignal. <i>Verres et émaux</i>.</p> <p>Convert. <i>L'Industrie agricole</i>.</p> <p>Coreil. <i>L'Eau potable</i>.</p> <p>Ducharme et Vialettes. <i>Manuel de l'Orfèvre</i>.</p> <p>Dupont. <i>L'Industrie des Matières colorantes</i>.</p> <p>Fabrègue. <i>Chauffage central</i>.</p> <p>Gautier. <i>Sophistication et analyse des vins</i>.</p> <p>Girard. <i>Cours de Marchandises</i>.</p> <p>Gondy. <i>Horlogerie</i>.</p> <p>Guichard. <i>L'Eau dans l'Industrie</i>.</p> <p>Guichard. <i>La Distillerie</i>, 3 vol.</p> <p>Guillet. <i>L'Electrochimie et l'Electrometallurgie</i>.</p> <p>Haller. <i>L'Industrie chimique</i>.</p> <p>Halphen. <i>La Soude</i>.</p> | <p>Halphen et Arnould. <i>Essais commerciaux</i>, 2 vol.</p> <p>Joulin. <i>L'Industrie des Tissus</i>.</p> <p>Keghel (de). <i>Conservation des bois</i>.</p> <p>Lallié. <i>Le Froid industriel</i>.</p> <p>Knab. <i>Les Minéraux utiles</i>.</p> <p>Launay (A. de). <i>L'Argent</i>.</p> <p>Leduc. <i>Chaux et Ciments</i>.</p> <p>Lefèvre. <i>L'Acétylène</i>.</p> <p>Lejeal. <i>L'Aluminium</i>.</p> <p>Leroux et Revel. <i>La traction mécanique</i>.</p> <p>Montpellier. <i>Les Accumulateurs</i>.</p> <p>Pêcheux. <i>Précis de Métallurgie</i>.</p> <p>— <i>Manipulations et mesures électriques industrielles</i>.</p> <p>Pontiers. <i>La Menuiserie</i>.</p> <p>Puget. <i>Cuir et Peaux</i>.</p> <p>Puget. <i>Savons et Bougies</i>.</p> <p>Puget. <i>Fabrication du papier</i>.</p> <p>Riche et Forest. <i>L'Art de l'Essayer</i>.</p> <p>Scheller. <i>Les Chemins de fer</i>.</p> <p>Sidersky. <i>Usages industriels de l'alcool</i>.</p> <p>Sidersky. <i>Sucrerie</i>.</p> <p>Trillat. <i>L'Industrie en Allemagne</i>.</p> <p>Trillat. <i>Les Produits chimiques</i>.</p> <p>Vignon. <i>La Soie</i>.</p> <p>Vivier. <i>Essais des Matières agricoles</i>.</p> <p>Weil. <i>L'Or</i>.</p> <p>Weiss. <i>Le Cuivre</i>.</p> <p>Witz. <i>La Machine à vapeur</i>.</p> |
|--|---|

2<sup>e</sup> série à 15 fr. le volume broché :

- |  |  |
|--|--|
| <p>Barni, Montpellier et Marec. <i>Le Monteur électricien</i>.</p> <p>Delsalme et Pierron. <i>Couleurs et Vernis</i>.</p> <p>Jumelle. <i>Huiles végétales</i>.</p> | <p>Letombe et Lacoïn. <i>Moteurs</i>.</p> <p>Pêcheux. <i>Physique et Electricité industrielles</i>.</p> <p>Piesse. <i>Chimie des Parfums</i>.</p> <p>Witz. <i>Les Gazogènes</i>.</p> |
|--|--|

# Bibliothèque des Connaissances Utiles

à 7 fr. 50 le volume broché et 10 fr. le volume cartonné

Collection de 100 volumes in-16 illustrés, d'environ 400 pages

- Arnou. Manuel de l'épicier.  
— Manuel du confiseur.  
Arnould. La Basse-Cour.  
— Le Rucher.  
— Constructions rurales.  
Auscher. Art de découvrir les sources.  
Aygaliers. Olivier et huile d'olive.  
Barré. Manuel du génie sanitaire, 2 vol.  
Baudouin. Les eaux-de-vie.  
Beauvisage. Les matières grasses.  
Bel. Les maladies de la vigne.  
Bellair. Les arbres fruitiers.  
Berger. Les plantes potagères.  
Blanchon. Canards, oies, cygnes.  
— L'art de détruire les animaux nuisibles.  
— L'industrie des fleurs artificielles.  
Bois. Le petit jardin.  
— Les plantes d'appartement.  
— Les orchidées.  
Bourrier. Les industries des abattoirs.  
Brévans. La fabrication des liqueurs.  
— Les conserves alimentaires.  
— Les légumes et les fruits.  
— Le pain et la viande.  
Brunel. Agenda du photographe.  
Brunet. Aide-Mémoire de l'Agriculteur.  
Capus. Guide du naturaliste.  
Champetier. Les maladies du cheval.  
Clerc. Aide-Mém. de photographie.  
Coupin (H.). L'aquarium d'eau douce.  
— L'amateur de coléoptères.  
— L'amateur de papillons.  
Cuyer. Le dessin et la peinture.  
Dallet. Les merveilles du Ciel.  
Denaille. La culture fourragère.  
Dujardin. L'essai commercial des vins.  
Dumont. L'alimentation du bétail.  
Dupont. L'âge du cheval.  
Durand. Manuel de viticulture.  
Dussuc. Les ennemis de la vigne.  
Fitz-James. La pratique de la viticulture.  
Fontan. La santé des animaux.  
Gallier. Acheteur de chevaux.  
— Le cheval anglo-normand.  
Gobin. Pisciculture en eaux douces.  
— Pisciculture en eaux salées.  
Gourret. Les pêcheries de la Méditerranée.  
Graffigny. Les ballons dirigeables.  
— Les industries d'amateurs.  
Granger. Les fleurs du Midi.  
Guénaux. L'élevage du cheval.  
Gunther. Méd. vétér. homœop.  
Guyot. Les animaux de la ferme.  
Hall. Le sol en agriculture.  
Héraud. Les secrets de la science.  
— Les secrets de l'alimentation.  
— Les secrets de l'écon. domestique.  
— Jeux et récréations scientifiques, 2 vol.  
Hisard. Formulaire de photographie.  
Jonenne et Perreau. Pêche en mer.  
Lacroix-Danliard. La plume d'oiseaux.  
— Le poil des animaux et fourrures.  
Larbalétrier. L'alcool.  
Larue. Matériel agricole.  
Lefèvre. Le chauffage.  
Le Hello. Examen du cheval.  
Locard. Manuel d'ostréiculture.  
— La pêche et les poissons d'eau douce.  
Londe. Aide-Mémoire de photographie  
Marec. Electricité à la maison.  
Méglin. Nos chiens.  
Montillot. L'amateur d'insectes.  
— Les insectes nuisibles.  
Montserat et Brisac. Le gaz.  
Moreau. Les oiseaux de volière.  
Pertus. Le chien.  
Petit. Engrais en horticulture.  
Piesse. Histoire des parfums.  
Poncins (de). Motoculture pratique.  
Relier. Guide de l'éleveur du cheval.  
Riche. Monnaies, médailles, bijoux.  
Rolet. L'industrie laitière.  
Rudolph. Manuel du jardinier.  
Saint-Loup. Les oiseaux de parcs.  
Sauvaigo. Cultures du Midi.  
Thierry. Les vaches laitières.  
— L'industrie floriculture.

Ajouter 10 0/0 pour frais d'envoi.

Librairie J.-B. BAILLIÈRE & FILS, 19, rue Hautefeuille, Paris

---

## Dictionnaire de l'Industrie

*Mat. ères premières. Machines et Appareils. Méthodes de Fabrication.  
Procédés Mécaniques. Opérations Chimiques. Produits manufacturés*

Par JULIEN LEFÈVRE

Agrégé des Sciences Physiques  
Professeur au Lycée et à l'École des Sciences de Nantes.

1889, 1 vol. gr. in-8 de 924 pages à 2 colonnes, avec 817 fig.  
Broché ..... 30 fr.  
Relié ..... 45 fr.

---

## Dictionnaire d'Électricité

*comprenant les Applications aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie*

Par JULIEN LEFÈVRE

Introduction par M. POUTY

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

2<sup>e</sup> édition, 1896, 1 vol. gr. in-8 de 1160 pages à 2 colonnes,  
avec 1 285 figures ; broché ..... 30 fr.  
Relié ..... 45 fr.

---

## Le Monteur Électricien

Par BARNI et MONTPELLIER

5<sup>e</sup> édition, par E. MAREC

Ancien Chef de Travaux à l'École Supérieure d'Électricité de Paris.

1920, 1 vol. in-16 de 576 pages avec 350 figures ... 15 fr

---

## L'Électricité à la Maison

Par E. MAREC

Ingénieur Electricien  
Directeur de Station Centrale d'Électricité.

1918, 1 vol. in-8 de 352 pages avec 323 figures... 7 fr. 50

---

Ajouter 10 p. 100 pour port et frais d'emballage.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# ENCYCLOPÉDIE

## Technologique et Commerciale

PAR

**E. D'HUBERT**  
 Professeur  
 à l'École supérieure  
 de Commerce de Paris.

**H. PÉCHEUX**  
 Sous-Directeur  
 de l'École d'Arts et Métiers  
 de Lille.

**A.-L. GIRARD**  
 Directeur  
 de l'École de Commerce  
 de Narbonne.

*Collection nouvelle en 24 vol. in-16 de 100 p. avec fig., cart., à 2 fr. 50.*

### I. — LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ET D'ORNEMENTATION.

- |   |          |
|---|----------|
| 1. — Le bois et le liège.....                               | 2 fr. 50 |
| 2. — Les pierres, les marbres, les ardoises, le plâtre..... | 2 fr. 50 |
| 3. — Les chaux et ciments, les produits céramiques.....     | 2 fr. 50 |
| 4. — Les verres et cristaux, le diamant et les gemmes.....  | 2 fr. 50 |

### II. — LA MÉTALLURGIE.

- |   |          |
|---|----------|
| 5. — Les minerais, les métaux, les alliages.....                            | 2 fr. 50 |
| 6. — Les fers, fontes et aciers.....  | 2 fr. 50 |
| 7. — Les métaux usuels (cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium)..... | 2 fr. 50 |
| 8. — Les métaux précieux (mercure, argent, or, platine)...                  | 2 fr. 50 |

### III. — LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE.

- |   |          |
|---|----------|
| 9. — Les matières premières (eau, glace, air liquide, combustibles).....  | 2 fr. 50 |
| 10. — Les matières éclairantes (pétrole, gaz d'éclairage, acétylène)..... | 2 fr. 50 |
| 11. — Le chlorure de sodium, le sel, les potasses, les sodes.             | 2 fr. 50 |
| 12. — Les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique.....                 | 2 fr. 50 |

### IV. — LES PRODUITS CHIMIQUES.

- |  |          |
|--|----------|
| 13. — L'oxygène, l'ozone, l'ammoniaque, les vitriols, les aluns.                                     | 2 fr. 50 |
| 14. — Le salpêtre, les explosifs, les phosphates et les engrais, le phosphore et les allumettes..... | 2 fr. 50 |
| 15. — Les couleurs, les matières colorantes, la teinturerie...                                       | 2 fr. 50 |
| 16. — Les parfums, les médicaments, les produits photographiques.....                                | 2 fr. 50 |

### V. — LES PRODUITS INDUSTRIELS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX.

- |   |          |
|---|----------|
| 17. — Les corps gras, savons et bougies.....                                | 2 fr. 50 |
| 18. — Le cuir, les os, l'ivoire, l'écaille, les perles.....                 | 2 fr. 50 |
| 19. — Les textiles, les tissus, le papier.....                              | 2 fr. 50 |
| 20. — Le caoutchouc, la gutta, le celluloid, les résines et les vernis..... | 2 fr. 50 |

### VI. — LES PRODUITS ALIMENTAIRES.

- |   |          |
|---|----------|
| 21. — Les aliments animaux (viande, œufs, lait, fromages)..   | 2 fr. 50 |
| 22. — Les aliments végétaux (herbages, fruits, féculs, pain). | 2 fr. 50 |
| 23. — Les boissons (bières, vins, liqueurs)..                 | 2 fr. 50 |
| 24. — Les sucres, le cacao, le café, le thé.....              | 2 fr. 50 |



# Bibliothèque Professionnelle

Publiée sous la direction de M. RENÉ DHOMMÉE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

---

120 volumes in-18 rais. (10,5 × 16,5) de 300 à 400 pages  
avec nombreux dessins.

Chaque volume se vend séparément de 6 à 12 francs cartonné.



Donner à chacun (apprenti, ouvrier, contremaître, employé) le moyen commode, sûr, d'acquérir les *connaissances pratiques*, les *tours de main* qui rendront son travail plus intéressant et plus rémunérateur, cela avec d'abondantes illustrations, sous une forme claire, en peu de mots, grâce à l'enseignement des *spécialistes* les plus autorisés, tel est le but de la *Bibliothèque professionnelle*.

Conçus dans un esprit essentiellement *pratique* (étude des matériaux, des produits et de l'outillage; explication raisonnée des procédés de travail les *meilleurs* et les plus *modernes*), pouvant facilement être mis à la poche, d'un prix très modéré, les *Manuels* de la Bibliothèque professionnelle constitueront le guide indispensable de tout travailleur intelligent et avisé. C'est dire qu'ils seront, aussitôt parus, dans toutes les mains.

---

Librairie J.-B. BAILLIÈRE et FILS

PARIS — 19, rue Hautefeuille — PARIS

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# Bibliothèque Professionnelle

Publiée sous la direction de M. RENÉ DHOMMÉE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

150 volumes in-18 rais. (10,5 × 16,5) de 300 à 400 pages  
avec nombreux dessins.

Chaque volume se vend séparément de 6 à 12 francs, cartonné.  
(Ajouter 10% pour frais d'envoi.)

Tous les ouvriers intelligents, à quelque métier qu'ils appartiennent, peuvent constater chaque jour qu'il leur manque le premier et le plus indispensable des outils, celui qui apprend à manier tous les autres, le seul qui ne soit pas un serviteur inerte, mais au contraire et tout ensemble un maître accompli, un guide éprouvé, un conseiller fidèle et désintéressé. Cet outil, c'est le *livre*. Vous le chercherez en vain, à l'heure actuelle, chez le maréchal-ferrant, chez le maçon ou le menuisier du village. A la ville même, chez la plupart des petits patrons ou des contre-maîtres, il est rare, sinon introuvable.

Cette lourde faute n'est nullement imputable à nos travailleurs, car ils aimeraient à lire et à relire des livres faits pour eux, à leur mesure, et écrits dans leur langue. On n'y a pas songé; non pas évidemment que nous manquions de grands savants ni d'éminents professeurs, mais leurs gros livres sont inabordables et inintelligibles pour les travailleurs manuels. L'ouvrier, l'employé le mieux doué n'est condamné que trop souvent à devenir un manœuvre routinier ou un rouage inconscient: on le confine dans un travail jalousement spécialisé, on lui interdit toute initiative, on tue en lui le goût du travail bien compris, bien vu d'ensemble, et du même coup on tarit pour lui toute source de profit légitime et rémunérateur.

Il n'y a que deux remèdes, et l'on a trop tardé à les employer: c'est le *cours professionnel*, et c'est le *livre professionnel*. D'ailleurs, ils se confondent et se complètent, car le cours est en

somme un livre récitée et expliqué à haute voix par un maître, et le livre est un cours écrit.

L'enseignement professionnel est en voie d'organisation ; mais son installation demandera beaucoup de temps et d'argent. C'est seulement une infime minorité parmi nos travailleurs qui pourra en bénéficier dans les grandes villes. Ses bienfaits ne pourront pas, d'ici longtemps, parvenir jusqu'au grand peuple des ouvriers déjà vieillissants dans le métier et disséminés de tous côtés au fond de nos provinces.

Pour eux, il n'y a qu'un recours : le *livre*, le livre bien fait, qu'on a toujours sous la main, qui est toujours prêt à répondre, qui a prévu toutes les difficultés et sait les résoudre, d'une façon claire, le livre abondamment illustré qui montre le maniement de chaque outil, expose les tours de main, le livre qui joint à un savoir solide le savoir-faire qui est tout aussi indispensable.

C'est le *livre* que la Bibliothèque professionnelle offre à tous les travailleurs.

Chacun des 120 volumes qui composent cette Encyclopédie du travail national a été écrit par un spécialiste. Mais ce spécialiste ne s'est pas borné à travailler dans son cabinet et sur les livres : il s'honore d'avoir pratiqué lui-même et pendant de longues années le travail qu'il enseigne maintenant à ses jeunes camarades. Les ingénieurs, les chefs d'atelier, les professeurs qui ont mis dans ces petits livres le meilleur de leur expérience ont manié les outils dont ils parlent ; ils ont eux-mêmes frappé sur l'enclume, charpenté ou menuisé le bois, ajusté des pièces ou conduit des machines. Quels que soient leurs titres, le nom qui leur convient le mieux, c'est encore celui de « maître-ouvrier ».

Avec eux, grâce à eux, et comme eux, tout ouvrier, tout employé peut devenir, lui aussi, un *maître* dans sa partie. La plus belle récompense des auteurs de la Bibliothèque professionnelle sera justement d'avoir ouvert les portes de la maîtrise à tous ceux qui voudront s'en rendre dignes.

RENÉ DHOMMÉE,  
*Inspecteur général de l'Enseignement  
technique.*

# Bibliothèque Professionnelle

Publié sous la direction de M. RENÉ DHOMMÉE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

*Avec la collaboration des spécialistes les plus compétents :*

MM. MAURER, CURCHON, prof. à l'Éc. d'élec. et de méc. ind. de Paris. — LAGARDELLE et VINCENT, chef des travaux aux Éc. prat. de Châlons et d'Agen. — GODREAU, GASCHET et BIGERELLE, dir. des Écoles prof. de Chartres, de Marmande et d'Auxerre. — VAUCLIN et LONG, dir. des frigos du Havre. — HAMM et GUILVERT, dir. et prof. aux Éc. décorat. de la Gironde et de Melun. — LEROUX et DUCHESNE, dir. de l'Éc. de vannerie de Fayl-Billot. — FERRAND, de la dir. de l'Urbaine-Seine. — ANGÉ, prof. Éc. sup. de Comm. de Paris. — ROBLIN, prof. à l'Éc. prof. du papier, etc., etc.

Chaque volume se vend séparément de 6 à 12 francs, cartonné.

(Ajouter 10 % pour frais d'envoi.)

## I. — MANUELS DE L'ALIMENTATION

Boulangerie, pâtisserie, biscuiterie.  
Boucherie.  
Charcuterie, équarrissage.  
Brasserie.  
Confiserie, chocolaterie.  
Cuisine.  
Épicerie.

Industrie et comptabilité hôtelière.  
Crèmerie (Lait, beurrs, fromages).  
Meunerie.  
Conserves de viandes, salaisons.  
Conserves de fruits et de légumes.  
Sucrierie. Distillerie, liqueurs.  
Vins, cidres, poirés, eaux gazeuses.

## II. — MANUELS DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Architecture.  
Charpente en bois.  
Charpente en fer.  
Ciment, ciment armé.  
Fumisterie, chauffage, ventilation.  
Maçonnerie, ravalement.  
Menuiserie, parquetage, treillage.  
Métrage et vérification, arpentage.  
Modelage, plafond, stuc.

Pavage, carrelage, mosaïque.  
Peinture en bâtiment, vitrerie, pap. peints.  
Travaux publics (2 vol.).  
Peinture en décors, filage, lettres.  
Plomberie, installations hygiéniques, zinguerie, couverture.  
Serrurerie, fer forgé.  
Taille des pierres, marbrerie.  
Cantonnier.

## III. — MANUELS DES INDUSTRIES TEXTILES, DU VÊTEMENT ET DE LA MODE

Bonneterie.  
Broderie mécanique, tulle, dentelle mec.  
Dessin pour tissus, lecture, pig. du dessin.  
Corderie, filat à la main, filat mécanique.  
Filature. Tissage.  
Passementerie, lacet, rubanerie.  
Blanchissage, repassage.  
Chânerie en feutre, paille, sois. Modes.  
Chemiserie, lingerie.

Coiffure.  
Coupe, confection pour hommes.  
Couture.  
Coupe, confection pour femmes.  
Dentelle et broderie à la main.  
Fleurs et plumes.  
Mercerie.  
Pelloterie, ourrures.

## IV. — MANUELS DES INDUSTRIES D'ART

Disjouterie, foaillerie, orfèrie.  
Boutonnerie, peignes.  
Fronces d'ari.  
Lignes d'ornement, composition décoratives.  
L'avis industriel.  
L'édredon du

Pyrogravure, enluminure. Peinture au pochoir, Cuiers et étain repoussés.  
Gravure, ciselure, décor. des métaux.  
Lutherie, pianos, orgues, accord.  
Lunetterie, instruments d'optique.

# BIBLIOTHEQUE PROFESSIONNELLE

## V. — MANUELS DES INDUSTRIES DU PAPIER ET DU LIVRE

<p><i>Cartonnage.</i> <i>Commis papetier.</i> <i>Imprimerie, typographie, clichage.</i> <i>Lithographie.</i></p>	<p><i>Gravure, héliogravure, photogravure.</i> <i>Photographie.</i> <i>Reliure.</i> <i>Industrie du papier.</i></p>
--	---

## VI. — MANUELS DES INDUSTRIES DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT

<p><i>Abatage des bois, sciage, cubage, sabots.</i> <i>Balais, brosses, soufflets, cannes, emball.</i> <i>Carrosserie, charron, peint. voit.</i> <i>Ebénisterie, dorure, laque, marqueterie.</i> <i>Industrie du liège.</i></p>	<p><i>Moulures. Encadrement.</i> <i>L'apissier décorateur.</i> <i>Tournage du bois, sculpture sur bois.</i> <i>Tonnellerie, boissellerie.</i> <i>Vannerie.</i></p>
---	--

## VII. — MANUELS DES INDUSTRIES CHIMIQUES, CÉRAMIQUE, etc.

<p><i>Porcelaine. Briques, tuiles, produits réfractaires. Faïences (3 vol.)</i> <i>Couleurs et vernis.</i> <i>Encres, cirages, colles.</i> <i>Droguerie, herboristerie.</i> <i>Fabrication des produits chimiques</i></p>	<p><i>Industrie du gaz, appareillage.</i> <i>Parfumerie.</i> <i>Teinturerie, apprêtage.</i> <i>Verrerie, cristal, miroit., grav. sur verre.</i> <i>Poudres et explosifs.</i></p>
---	--

## VIII. — MANUELS DES CUIRS ET PEAUX, DU CAOUTCHOUC

<p><i>Bourellerie, sellerie.</i> <i>Caoutchouc, gutta-percha, gommes factices.</i> <i>Chamoiserie, maroquinerie, gainerie.</i></p>	<p><i>Ganterie.</i> <i>Cordonnerie.</i> <i>Tannage, mégisserie, corroyage.</i></p>
--	--

## IX. — MANUELS DE MÉCANIQUE

<p><i>Ajustage (3 volumes).</i> <i>Armurerie.</i> <i>Automobiles (2 vol.) : a) Construction, différents types ; b) conduite, entretien.</i> <i>Machines (2 vol.) : a) Description ; b) Conduite, entretien et montage.</i> <i>Machines marines. Constructions navales.</i> <i>Chaudièrerie.</i></p>	<p><i>Chemins de fer (2 volumes).</i> <i>Cycles, motocyclettes.</i> <i>Constructions aéronautiques.</i> <i>Horlogerie.</i> <i>Instruments de chirurgie, orthopédie.</i> <i>Mécanicien frigoriste.</i> <i>Mécanique et tournage de précision.</i></p>
---	--

## X. — MANUELS D'ÉLECTRICITÉ

<p><i>Électrolyse, galvanoplastie, fours électriques.</i> <i>Installations électriques particulières.</i> <i>Installations électriques industrielles.</i> <i>Moteurs électriques. Traction électrique.</i></p>	<p><i>Dynamos, alternateurs. Stations centrales, transport d'énergie.</i> <i>Construction de réseaux d'énergie.</i> <i>Télégraphie, téléphonie, ord. et sans.</i> <i>Appareils de mesures électriques.</i></p>
--	--

## XI. — MANUELS DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE

<p><i>Aciéries.</i> <i>Carrières, ardoisières, papiers.</i> <i>Coutellerie, taillanderie.</i> <i>Fabrique d'aiguilles, épingles, plumes.</i> <i>Ferblanterie, lampisterie, poliers.</i> <i>Forgeron.</i> <i>Prospection.</i></p>	<p><i>Forges.</i> <i>Hauts fourneaux et fonderies.</i> <i>Maréchaliers, machines agricoles.</i> <i>Mineur.</i> <i>Modèlerie.</i> <i>Quincaillerie, clouterie, tréfilers.</i></p>
--	--

## XII. — MANUELS DES PROFESSIONS COMMERCIALES

<p><i>Assurances.</i> <i>Administration commerciale moderne</i> <i>Banque</i> <i>Comptabilité</i></p>	<p><i>Vente et représentation commerciale.</i> <i>Publicité commerciale.</i> <i>Transports (voies de terre, fer ou air).</i></p>
---	--

# MANUEL DE MENUISERIE

## Parquetage-Treillage

Par M. GODEAU, dir. des Cours prof. municip. de Chartres.

1 vol. in-18 de 300 pages, avec 368 figures. Cartonné . . . . 10 fr.

### CHAPITRE I. — Bois employés en menuiserie.

*Développement et structure des bois.* Age des bois.

*Propriétés des bois.* Hygrométrie, dessiccation, retrait, gauchissement et gerçures. Qualités et défauts, élasticité, ténacité, dureté.

*Débit des bois.* — Méthodes, débit et qualité.

*Conservation des bois.* — Epoque d'abatage.

*Classification des bois industriels :* résineux, tendres, durs, de placage.

### CHAPITRE II. — L'outillage.

*Outillage à main.* — Outils de maintien ; — à débiter ; — à corroyer ; — à profiler ; — à creuser ; — à percer ; — à mesurer et à tracer.

*Outillage mécanique.* — Scie à découper ; — à ruban, circulaire, affûtage. — Machines à raboter ; — à faire des tenons. Mortaiseuse. — Toupie. — Dangers des machines. Appareils de protection.

### CHAPITRE III. — Premières notions sur l'assemblage.

*Principales conventions du dessin de menuiserie.* — Tracés usuels.

*Choix des bois. Débit.* — Corroyage, son importance. — Assemblages. Qualités générales : Assemblage en bois de fil, de travers, de bout ou entures.

*Petits travaux simples de menuiserie.*

*Moulures.* — Tracé et raccord des moulures. Art de moulurer.

### CHAP. IV. — Menuiserie du bâtiment. — Construction, pose.

*Menuiserie pleine à bois debout :* portes, volets, claires-voies, barrières.

*Menuiserie à châssis :* huisseries, portes et lambris, croisées, volets et persiennes, etc.

*Parquetages à l'anglaise, à coupe de pierre, à bâtons rompus, à point de Hongrie, à points chevauchés, en mosaïque.* Pose des lambourdes et parquets.

*Corniches et frontons.* — Tracé et construction.

### CHAPITRE V. — Menuiserie à fausses coupes.

*Notions géométriques* indispensables pour l'exécution des épures.

*Arêtiers* sur plan carré et plan rectangulaire.

*Applications diverses :* Auges, pétrins, trémies, m rchepieds, etc.

### CHAPITRE VI. — Escaliers. — Arêtiers.

*Escaliers :* Notions géométriques. — Différentes parties. Calcul.

*Epure.* — Principaux types : Balancement. — Plafonds d'escaliers.

*Arêtiers cintrés :* Portes et persiennes cintrées en plan et élévation. — Voitures diverses.

### CHAPITRE VII. — Notions sur les styles en menuiserie.

### CHAPITRE VIII. — Construction et pose des treillages.

# MANUEL DE SCULPTURE SUR BOIS

Par H. GASCHET,

Directeur de l'École Pratique de Commerce de Marmande.

1 vol. in-18 de 208 pages, avec 275 figures; cartonné ..... 6 fr.

- I. Sculpture sur bois. — II. Les sources d'inspiration. — III. Tracés géométriques. — Tracé des moulures. — IV. Ornementation des moulures. — V. Ornementation des surfaces planes et courbes. — VI. Etude des bois. — *Bois indigènes.* — *Bois exotiques.* — VII. Outils et procédés de fixation. — VIII. Outillage de sculpteur sur bois. — IX. Procédés de sculpture sur bois. — X. Machines à sculpter. — XI. Les styles. — XII. Exercices de sculpture.

## Sculpture sur bois.

Différents genres de sculpture.

### Les sources d'inspiration.

La flore et la faune. — La flore. — La faune.

### Tracés géométriques. — Tracé des moulures.

#### Moulures.

#### Ornementation des moulures.

#### Ornementation des surfaces planes et courbes.

#### Étude des bois.

#### Classification des bois.

### BOIS INDIGÈNES.

*Première classe.* — Bois durs.

*Deuxième classe.* — Bois blancs.

*Troisième classe.* — Bois fins.

*Quatrième classe.* — Bois résineux.

### BOIS EXOTIQUES.

#### Outils servant à fixer et procédés de fixation.

#### Outillage de sculpteur sur bois.

Outils à sculpter. — Outils servant à gratter. — Outils à estamper. — Outils à frapper. — Affûtage et entretien des outils.

#### Procédés de sculpture sur bois.

Coloration des bois. — Vernissage. — Encaustique.

#### Machines à sculpter.

#### Les styles.

Époque romane. — Style gothique. — La Renaissance. — Style Louis XIII. — Style Louis XIV. — XVIII<sup>e</sup> siècle. — Style Régence ou Rocaille. — Style Louis XV ou Pompadour. — Style Louis XVI. — Style Empire. — Les styles après le premier Empire.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DE TOURNAGE SUR BOIS

Par H. GASCHET.

Directeur de l'École pratique de Commerce de Marmande.  
1 vol. in-18 de 248 pages, avec 301 figures.; cartonné... 40 fr.

## Dessins et tracés.

*Instruments de dessin. — Instruments de traçage.*

### Tracés géométriques.

*Angles. — Tracé des tangentes. — Inscription de polygones. — Ellipse, parabole, hélice.*

### Raccordements et moulures.

#### Corps ronds.

*Cylindre, cône, sphère, ovoïde, tore, ellipsoïde.*

#### Etude des bois.

*Structure, croissance, abatage, cubage, débitage, conservation séchage, défauts, classification. — Classification des bois : Chêne.*

— Châtaignier. — Frêne. — Hêtre. — Orme. — Noyer. — Acacia. — Aulne. — Bouleau. — Charme. — érable. — Maronnier. — Peuplier. — Platane. — Tilleul. — Tremble — Alisier. — Buis. — Olivier. — Cerisier. — Cormier ou sorbier. — Cornouiller. — Prunier. — Amandier. — Houx. — Poirier. — Pommier. — Bois résineux. — Acajou. — Ébène. — Gaïac. — Palissandre. — Pitchpin. — Teak. — Thuya.

#### Les outils pour le tournage du bois.

*Outils pour tours à pointes. — Outils pour le tour en l'air.*

#### Outils auxiliaires. — Assemblages courants.

*Outils à débiter. — Outils de corroyages. — Outils d'assemblage. — Outils à percer. — Outils spéciaux pour dresser, guider et monter. — Assemblages.*

#### Appareils à meuler et à affûter les outils.

#### Préparation des bois de tournage.

#### Description de quelques tours et organes de tours.

*Procédés de montage et d'entraînement. — Mandrins. — Lunettes. — Procédés d'exécution. — Polissage. — Mise en couleur. Vernissage. — Encaustiquage. — Tours spéciaux et tours automatiques. — Finition mécanique.*

*Ponceuse à courroies libres. — Ponceuse à courroie américaine « Nash ». — Machines américaines « Nash » pour poncer automatiquement les pièces moulurées.*

#### Exercices gradués de tournage.

*Exécution d'un cylindre. — Exécution d'un cylindre cannelé. — Exécution de cannelures triangulaires. — Exécution de gorges circulaires. — Exécution d'un cylindre avec tores en relief. — Exécution d'un cylindre avec tores et gorges. — Exécution d'un sabot. — Exécution de deux pieds de meuble semblables. — Exécution de quatre manches d'outils de tours à bois. — Exécution d'une paire de tourillons de scie à chantourner. — Exécution d'un jeu de quilles. — Exécution d'un pilon de cuisine. — Exécution d'un maillet. — Exécution d'un mandrin avec couvercle pour rectification des sphères. — Tournage d'une pièce désaxée. — Exécution d'un vase en trois pièces. — Exécution d'une colonne de deux colonnes supportant les étagères d'un dressoir.*



# MANUEL DU FORGERON

Par M. LAGARDELLE, chef d'at. Éc. nat. A. et M. de Châlons.

1 vol. in-18 de 420 pages avec 253 figures. Cartonné..... 10 fr.

## CHAPITRE I. — La Forge.

*But. — Forges diverses. — Bâti de forge métallique. — Différentes sortes de tuyères. — Soufflets. — Ventilateurs. — Aspirateurs de fumée. — Accessoires de la forge. Allumage, conduite et entretien du feu. — Position de la pièce à chauffer dans le feu. — Appréciation des différentes températures. — Nature et qualités des combustibles à employer à la forge. Forges portatives.*

## CHAPITRE II. — Le forgeage (généralités).

*Matières premières employées à la forge: Fer et ses dérivés. Règles de forgeage du fer et des aciers au carbone. Recuit des pièces forgées. — Trempe. — Revenu après la trempe. — Exemples de trempe. — Cémentation. — Différents genres de travaux demandés au forgeron.*

## CHAPITRE III. — L'outillage.

*Outillage mobile. — Marteaux. — Outils tranchants. — Outils de chassage; — de perçage; — de rivetage; — d'étampage; — de torsion; — de gabariage. — Outils servant au maniement des pièces. Outillage fixe. — Enclume, accessoires. Description et emploi. Outillage de vérification. — Calibres divers. — Gabarits. — Equerres. — Pied à coulisse. — Niveau. — Fil à plomb. — Marbre. — Trusquin. — Cales en V. — Exemple de montage pour vérification d'une pièce de forge.*

## CHAPITRE IV. — Principales opérations de forgeage.

*Étirage. — Chassage. — Mandrinage. — Perçage. — Coudes et épaulements. — Torsion. — Rivetage. — Emboutissage. — Soudures. — Brasage et soudures diverses. — Principes généraux sur le choix des échantillons, sur l'équivalence du poids ou volumes. — Tenue du forgeron et du frappeur.*

## CHAPITRE V. — Application des principes de forgeage.

*Assouplissement de la main. — Emploi du marteau seul. — Transformation d'une section carrée en section rectangulaire. — Emploi des marteaux pour l'ébauchage et des outils appropriés pour le finissage. Fabrication des différentes pièces: Prisme à base carrée de 25 × 25 × 200. — Cubes: Clavettes, Tournevis, Ecrus. — Boulons. — Pitons. — Rivetage, emboutissage. — Modification des formes par refroidissement, etc.*

## CHAPITRE VI. — Organisation de l'atelier.

*Etablissement du prix de revient d'une pièce de forge. Conseils sur l'organisation d'un atelier de forge. Essais à chaud et à froid sur les fers et aciers.*

# MANUEL DE SERRURERIE ET DE FER FORGÉ

Par M. MOUTARDIER

Professeur technique à l'École Diderot.

1 vol. in-18 de 350 pages avec 400 figures, cartonné.

## PREMIÈRE PARTIE. — GÉNÉRALITÉS SUR LE TRAVAIL DES METAUX

- CHAPITRE PREMIER. — **Maniement de la lime, du marteau, du burin et du bédane.** — Perçage et poinçonnage; affûtage des forets.
- CH. II. — **Dressage et dégauchissage des fers.** — Fers plats, méplats et carrés. — Feuillards et larges plats. — Fer T et cornières. — Fer I.
- CH. III. — **Exercices progressifs d'ajustage et de façonnage des fers.** — Ajustement à mi-fers. — Assemblage par tenons, goujons, rivets et prisonniers. — Taraudage, brasage.
- CH. IV. — **Assemblage des fers rainés.** — Assemblage à tenon, à enfourchement par tenon aplati à chaud, assemblage d'angle.
- CH. V. — **Assemblage des fers T.** — Croisillons divers. — Assemblage d'angles pour cadres. — Assemblage des cornières.
- CH. VI. — **Assemblage et cintrage des fers, moulures à vitrages.** — Patte en T. — Petit bois fer-moulure à vitrage. — Assemblage d'angles et raccordement d'un arc de cercle. — Raccordement de deux arcs de cercle sur une partie droite. — Ogives. — Fers à moulure et demi-moulure à vitrage.
- CH. VII. — **Exercice de montage et d'ajustage.** — Console. — Equerres simple et à chapeau. — Assemblage de balcons. — Ferrage d'un châssis en fer rainé sur cadre en cornière.

## DEUXIÈME PARTIE. — SERRURERIE

- CHAPITRE PREMIER. — **Réparation des serrures :** Becs de cane. — Serrure à bouton. — Serrure de sûreté à triage.
- CH. II. — **Pièces de petite forge.** — Taillage d'une clé à chiffre, dans un panneton plein. — Ajustage d'une clé de sûreté à six gorges. — Ajustage d'une clé à garniture.
- CH. III. — **Réparation des clés.** — Remplacements divers. — Ajustage et brasage d'un museau. — Finition d'une clé et empreintes de clés.

## TROISIÈME PARTIE. — LA FORGE

- CHAPITRE PREMIER. — **Confection de petit outillage. Soudage et étrépage des fers.** — Entretien du feu de forge. — Burins. — Bec-d'âne. — Tournevis, etc. — Exercice de forge.
- CH. II. — **Pièces de petite forge.** — Clous à crochet. — Pattes à glace. — Lances. — Palinettes.
- CH. III. — **Soudage et encollage des fers.** — Soudure à chaud. — Rond soudé en cercle, poignée torse. — Boulon à tête carrée. — Tenaille de forge.
- CH. IV. — **Assemblage et perçage à chaud.** — Trous renflés. — Traverses à trous renflés.
- CH. V. — **Construction et ferrage des grilles et portes en fer.** — Congés de grilles. — Sabots de portes. — Ferrage d'une porte en fer. — Construction des grilles.
- CH. VI. — **Forgeage des noyaux simples et à plusieurs départs.** — Volutes et serrurerie ornementale. — Noyaux simples. — Soudures à talons. — Exécution d'une esse. — Montage des panneaux. — Soudure autogène.

MANUEL  
DE LA  
COUPE DES PIERRES

Par M. MUGNIER,

Entrepreneur de Travaux Publics. Contremaitre de Stéréotomie à l'École  
Pratique de Commerce et d'Industrie de Béziers.

1 vol. de 268 pages, avec 169 figures. Cartonné.....

**Éléments de Géométrie pratique.** — Polygones réguliers. — Corps solides : Solides limités par des surfaces courbes : Rappel de géométrie dans l'espace. — Géométrie descriptive : Projections de la ligne droite. Représentation et détermination d'un plan. Rotation et rabattement. Changement des plans. Projection des solides. Projection d'une pyramide dont la base est sur le Plan horizontal. Projection d'un cône. Développement des solides. Pénétration de deux cylindres. Pénétration d'un cylindre vertical et d'un cône de révolution. — Pénétration d'une sphère et d'un cylindre.

**Propriété et classification des pierres.** — Granit. — Porphyre. — Grès. — Calcaires. — Caractères physiques et chimiques des pierres. — Qualités et défauts des pierres. — But de la coupe des pierres : Principaux termes techniques. Des épures. Confection des modèles. Tracé et coupe du plâtre. Outils du tailleur de pierres. Outils pour la pierre dure. Taille de la pierre. Taille bouchardée. Taille des moulures. Transport et bardage. Montage. Pose de la pierre.

**Murs divers.** — Plates-bandes et berceaux. — Mur droit. — Mur en talus. — Mur rampant. — Mur cylindrique ou en tour ronde. — Mur conique. — Appareil à la rencontre des murs. — Pose et ravalement des murs. — Plates-bandes : Epure. Taille des claveaux. Pose d'une plate-bande. — Appareils des berceaux : Epure. — Porte droite dans les murs divers ; Tracé de l'épure. Développement de l'intrados et des joints. Exécution d'un voussoir. Porte plein cintre dans un mur en tour ronde. Porte droite dans un mur biais. Porte en talus. Effet perspectif des voussoirs. — Berceaux en descente.

**Portes à voûtures et trompes.** — Tracé de l'épure. — Élévation de face. — Perspective des voussoirs. — Taille des voussoirs. — Arrière-voûture de Marseille. — Arrière-voûture de Montpellier. — Arrière-voûture de Saint-Antoine. — Des trompes : Trompe cylindrique. Trompe conique sur l'angle.

**Des voûtes et pénétrations.** — Voûte canonnière. — Voûtes sphériques. — Niche sphérique. — Pénétration des voûtes : Balcon à encorbellement. Voûte en arc de cloître. Voûte d'arête en tour ronde. Lunettes.

**Des escaliers.** — Tracé des escaliers. — Escalier à perron. — Escaliers suspendus. — Escaliers à noyau. — Escaliers en vis à jour avec limon. — Vis Saint-Gilles.

**Pont biais.** — Corbeille d'arche à intrados gauche du biais passé. — Appareil héliocoidal.

# MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

## STATIONS CENTRALES

Dynamos, Alternateurs, Transports d'énergie.

Par A. CURCHOD,

Professeur à l'École de mécanique et d'électricité Industrielle.

1 vol. in-18 de 328 pages avec 114 figures, cartonné... 8 fr.

### CHAPITRE I. — Électricité et magnétisme.

- A. — *Corps conducteurs et corps isolants.* — Circuit électrique.  
B. — *Grandeurs électriques et unités.* — Différence de potentiel et force électromotrice. — Quantité d'électricité et intensité du courant. — Résistance. — Puissance. — Unités.  
C. — *Magnétisme et électromagnétisme.* — Des aimants. — Champ magnétique. — Electromagnétisme. — Induction électromagnétique. — Appareils de mesures électriques.

### CHAPITRE II. — Description d'une station centrale.

#### CHAPITRE III. — Des dynamos et alternateurs.

Principe des dynamos et alternateurs. — Du champ magnétique inducteur. — Courant continu ; — alternatif. — Comparaison du courant continu et du courant alternatif.

#### CHAPITRE IV. — Construction des dynamos.

#### CHAPITRE V. — Du fonctionnement des dynamos.

Généralités — Les inducteurs. — Induit. — Collecteur et balais. Étincelles aux balais et décalage des balais. — Excitation des dynamos. — Réglage de la tension. — Amorcement ; Couplage ; Défauts de fonctionnement des dynamos.

#### CHAPITRE VI. — Construction des alternateurs.

Généralités. — Inducteur (rotor). — Induit (stator).

#### CHAPITRE VII. — Fonctionnement des alternateurs.

Vitesse. — Couplage des alternateurs. — Défauts de fonctionnements des alternateurs.

#### CHAPITRE VIII. — Accumulateurs.

Définition et fonctionnement. — Divers modes de charge d'une batterie. — Du rôle d'une batterie. — Entretien d'une batterie.

#### CHAPITRE IX. — Des transformateurs.

Transformateurs statiques, rotatifs.

#### CHAPITRE X. — Tableau de distribution.

- A. — *Appareillage.* — Appareils de commande ; de réglage ; — de protection.  
B. — *Tableaux de distribution.* — Installations à basse tension (courant continu) ; — à haute tension (courant alternatif).

#### CHAPITRE XI. — Canalisations électriques.

Transport et distribution de l'énergie. — Canalisations souterraines.

CHAPITRE XII. — Postes de transformation et sous-stations  
Conditions de l'installation doivent satisfaire les  
distributions d'énergie.

# MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

## CONSTRUCTION DES RÉSEAUX D'ÉNERGIE

Par M. DAVAL, Ingénieur E. S. E.

1 vol. in-18 de 275 pages, avec 102 figures, cartonné..... 8 fr.

### CHAPITRE I. — Différents genres de distribution.

Généralités. — Distributions directes et indirectes, haute et basse tension.

### CHAPITRE II. — Distribution directe.

Courant continu et alternatif ; — continu, réseaux à 2, 3, 5 fils.

### CHAPITRE III. — Distribution indirecte.

Courant alternatif monophasé et diphasé ; — alternatif triphasé ; — alternatif haute tension. — Postes de transformation. — Sous-stations. — Distribution série.

### CHAPITRE IV. — Règlements relatifs à la construction des réseaux d'énergie.

Règlements : 1° Lois et arrêtés. — 2° Organisation administrative des réseaux de distribution.

### CHAPITRE V. — Lignes aériennes.

Conducteurs. — Isolateurs (types courants). — Ferrures d'isolateurs. — Supports. — Poteaux métalliques. — Consoles et Potelets. — Pylônes pour lignes à haute tension ; — en béton armé. — Lignes catenaires. — Appareils de coupure des lignes à haute tension. — Essais des isolateurs.

### CHAPITRE VI. — Canalisations souterraines.

Câbles armés. — Boîtes et accessoires.

### CHAPITRE VII. — Postes de transformation et de sectionnement.

Généralités. — Appareils de coupure ; — de protection et appareils de mesure. — Transformateurs.

### CHAPITRE VIII. — Montage et entretien des lignes aériennes.

Montage des supports ; — et remplacement des isolateurs. — Embranchement d'abonnés.

### CHAPITRE IX. — Montage et entretien des canalisations souterraines.

Pose et entretien des câbles armés. — Exécution des boîtes souterraines et branchements d'abonnés.

### CHAPITRE X. — Montage et entretien des postes.

Entrées de postes. — Appareils de coupure et de contrôle. — Montage des appareils de protection. — Entretien des transformateurs.

# MANUEL DE L'ELECTRICIEN

## INSTALLATIONS PARTICULIERES

Éclairage, Chauffage, Sonneries, Tableaux indicateurs.

Par P. MAURER, prof. à l'Éc. de Méc. Industrielle.

1 vol. in-18 de 274 pages avec 147 figures, cartonné, 8 fr.

### CHAPITRE I. — Distribution de l'énergie électrique.

*Systèmes de distribution.* — Distributions directes ; — indirectes.

*Canalisations souterraines ; — aériennes.*

*Branchements.* — Branchements sur canalisations souterraines  
— aériennes ; — à haute tension ; — collectives.

### CHAPITRE II. — Généralités.

*Dérivations.* — Distributions à plusieurs fils.

*Compteurs.* — Tarification. — Types de compteurs.

*Circuits d'éclairage.* — Circuits groupés ; — dispersés. — Division des circuits sur les réseaux à fils multiples.

*Schémas d'installation de lampes à incandescence.*

*Isolement d'une installation.* — 1. L'installation est en service ; —  
2. n'est pas en service.

*Nature des lampes.* — Lampes à incandescence ; — à filament de carbone ; filament métallique ; — à atmosphère d'azote.

*Lampes à arc.* — Arc à air libre ; — en vase clos. — Régulateurs.  
— Installation et résistance de réglage.

*Lampes spéciales.* — Tube de Moore. — Lampe à vapeur de mercure ; — à tube de quartz.

*Nature et répartition des foyers lumineux.* — Influence des parois ;  
— de la couleur de la lumière ; — de l'appareillage de la lampe. — Eclairage par arc ; — intérieur.

*Conducteurs.* — Résistance mécanique. — Echauffement. — Calcul.

*Exemples d'installation.* — 1. Projet d'installation d'une fonderie ; — 2. d'un appartement. *Devis.*

### CHAPITRE III. — Exécution des installations.

*Montages en fils apparents.* — sur poulies ; — sur serre-fils ; —  
sur cloches. — Epissures. — Isolateurs d'arrêt. — Montages

*fils souples ; — sous moulures, etc.* — Pose. — Montages avec

*conducteurs sous plomb.* — Traversée des murs et des planchers.  
— Passage des plafonds. — Fixation des appareils sur les

*murs.* — Installations des interrupteurs et commutateurs, etc.

*Montages des lampes.* — Lampes fixées directement au plafond ; — suspendues fixes ; — suspendues mobiles, etc.

*Lustres.* — Lustres équipés ; — non équipés ; mixtes.

*Lampes appliquées au mur.* — Éclairage des ateliers ; — des vitrines. — Illuminations. — Enseignes lumineuses.

### CHAPITRE IV. — Chauffage électrique.

*Production de la chaleur.* — Procédés et appareils pratiques.

*Détermination de la puissance d'un radiateur.*

### CHAPITRE V. — Sonneries et tableaux indicateurs.

*Sonnerie à trembleur.* — à mouvement d'horlogerie, etc. — Schéma de montage. — Générateurs d'énergie.

# MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

## INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES

### CHOIX DU MATÉRIEL, APPAREILLAGE.

Par René CABAUD, Ingénieur E. C. L. et E. S. E.

1 vol. in-18 de 316 pages avec 129 figures; cartonné..... 10 fr.

---

**Etude générale des principaux facteurs à considérer dans le problème du choix d'une machine électrique.**

Classification des machines électriques. — Fréquence et nombre de phases des machines à courant alternatif. — Tension. — Couple, puissance, intensité et facteur de puissance. — Vitesses. — Genre de service, échauffement, mode de refroidissement, mode de protection. — Rendement, consommation à vide. — Rigidité diélectrique des isolants. — Partie mécanique.

**Détermination des caractéristiques relatives aux machines électriques et des garanties à imposer aux constructeurs.**

Dynamo à courant continu. — Moteur à courant continu. — Alternateur synchrone. — Moteur synchrone. — Moteur asynchrone. — Moteur à collecteur; choix entre les différents systèmes de moteurs à courant alternatif. — Transformateur statique. — Commutatrice. — Groupes convertisseurs; choix entre les différents systèmes de transformation d'alternatif en continu.

**Etude des caractéristiques utiles pour le choix de l'appareillage électrique.**

Données générales sur l'appareillage. — Appareils de connexion, de déconnexion et d'interruption. — Appareils de réglage. — Appareils de protection. — Appareils de mesure — Accumulateurs. — Appareillage d'éclairage. — Matériel de lignes.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

## INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES

### II

#### INSTALLATION, ENTRETIEN ET CONTROLE

Par M. René CABAUD, ingénieur E. S. E.

1 vol. in-18 de 333 pages avec 70 figures ; cartonné ..... 10 fr.

#### INSTALLATIONS

- I. — Principes généraux à observer dans l'organisation d'une installation.
- II. — Quelques exemples d'installations électriques d'usines.
- III. — Canalisations.
- IV. — Installations de tableaux de cabines, etc...

#### ENTRETIEN

- I. Nécessité et organisation d'un service d'entretien des installations électriques. — Nécessité d'un service d'entretien électrique. — Rôle du service d'entretien. — Personnel. — Outillage. — Archives et documents.
- II. Les consignes générales du service d'entretien. — Consignes journalières ; — hebdomadaires ; — mensuelles ; — annuelles. — Conclusion.
- III. Enroulements et bobinage. — Rappel de notions générales sur les enroulements des machines. — Réalisation matérielle des enroulements. — Exécution de réparations de bobinage. — Bobinages d'inducteurs à courant continu.

#### CONTROLE

- IV. Nécessité et organisation d'un service de contrôle des installations électriques.
- V. Les essais de contrôle. — Emploi des appareils de contrôle. — Recherches des défauts dans les bobinages des machines ; — des défauts dans les lignes. — Essais de consommation des moteurs ; — d'échauffement en service normal. — Etude de la consommation totale de l'usine. — Essais de groupes thermiques en service. — Vérifications de compteurs.
- VI. Etude de questions relatives à la tarification. — Tarification à forfait. — Tarif proportionnel au compteur d'énergie ; — avec prime fixe ; — à dépassement ; — avec majoration pour déphasage. — Majorations dues aux variations économiques. — Tarifs multiples. — Vente en haute et basse tension. — Tarification éclairage. — Prix de revient final de l'énergie. — Diverses questions relatives aux contrats.



MANUEL  
DE  
L'INDUSTRIE DU GAZ  
APPAREILLAGE

PAR

M. QUERET  
*Ingénieur A. et M.*

1 volume in-18 de 322 pages avec 123 figures. Cartonné. 12 fr.

---

**La fabrication du gaz.**

Les charbons. — Les chauffages des fours. — Les fours de distillation. — Le gaz à l'eau. — Le contrôle de la marche.

**Les traitements du gaz.**

Première condensation du gaz. — Extraction du gaz. — Deuxième condensation et lavage. — Épuration chimique. — Mesurage et emmagasinage du gaz. — Le départ du gaz de l'usine.

**Le réseau.**

La canalisation. — Le branchement.

**Les sous-produits et fabrications annexes.**

Le coke. — Le goudron et l'eau ammoniacale. — Le benzol.

**Les applications du gaz.**

L'éclairage au gaz. — Le chauffage au gaz. — Les moteurs à gaz.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# Manuel du Mécanicien Automobiliste

## CONSTRUCTION. — RÉPARATION.

Par M. DUBOUEF, ingénieur A. et M.

1 vol. in-18 de 317 pages avec 310 figures, cartonné... 10 fr.

### I. — Construction du châssis.

### II. — Rôle, fonctionnement et description des différents organes du châssis.

Moteur. — Calculs de la puissance du moteur. — Rôle, description et fonctionnement des divers organes du moteur. — Cylindres. — Piston, bielles, vilebrequin. — Carburateur, magnéto, bougies, etc. — Graissage. — Différentes sortes de graissages. — Refroidissement, différents modes de refroidissement. — Radiateur. — Lancement électrique, embrayage. — Différentes sortes d'embrayages. — Boîte de vitesse, cardan. — Pont arrière. — Différentiel. — Essieu arrière. — Suspension arrière. — Roues amovibles. — Essieu. — Direction. — Pneumatiques. — Freins. — Différentes sortes de freins, frein sur 4 roues. — Fixation des divers organes. — Eclairage.

### III. — Construction. Montage. Réglage.

Moteur. — Carter. — Palier. — Cylindres. — Usinage. — Différents montages. — Segments. — Bielle. — Montage des vilebrequins. — Détermination des dimensions données à un arbre vilebrequin. — Différents calculs. — Equilibrage du vilebrequin. — Montage des coussinets. — Distribution. — Arbre à cames. — Usinage des soupapes, rodage, collecteur d'admission. — Collecteur d'eau. — Volant. — Usinage des différentes pièces. — Réglage du moteur. — Vérification du volume de la chambre de compression. — Réglage de la distribution ; — à la pige. — Rodage du moteur. — Etablissement du pignon de la magnéto de l'arbre à cames. — Moteur à 4, 6 et 8 cylindres. — Pignon de commande de l'arbre à cames. — Embrayage. — Montage de l'embrayage à cône, détermination des dimensions essentielles. — Embrayage à disques. — Boîte de vitesse. — Carter. — Montage de la boîte. — Montage des essieux. — Usinage des fusées. — Direction. — Vérification. — Ressorts. — Etablissement des dimensions du ressort, tige de lames. — Construction. — Forgeage. — Chassis ; — emboutis. — Traçage des pièces, découpage des fers, poinçonnage et rodage. — Construction des engrenages à employer sur les automobiles. — Rapports entre eux. — Usinage. — Engrenages droit, conique et hélicoïdaux. — Montage des roulements à billes.

# MANUEL DE L'AUTOMOBILISTE

Types. — Conduite. — Entretien.

Par M. LECERF, ingénieur A. et M. 4 vol. in-18 de 324 p. avec 207 fig. Cart. 40 fr.

**Achat d'une voiture automobile. — Formalités administratives.**

**Descriptions générales des véhicules automobiles.**

**Quelques types de véhicules automobiles à quatre roues.**

- a. La voiture de ville. — La 10 HP Citroën — La 10 HP Renault.
- b. La voiture de tourisme. — La 16 HP S. S. Panhard. — La 30 HP 6 cylindres Rochet-Schneider.
- c. Les camions. — Camion 1 tonne Rochet-Schneider. — Camion 3 tonnes Renault. — Camion 5 tonnes Berliet.
- d. Les tracteurs. — Tracteur Renault (à chenilles). — Tracteur Kegresse. — Hinstin (dits). — Tracteur Latil (à 4 roues motrices et directrices). — *Les carburants.*

**Conduite de la voiture.**

*Manœuvre et emploi des différentes manettes. — Les démarreurs. — Appareils combinés de démarrage et d'éclairage. — Éclairage des véhicules. — Installation et commande des dynamos. — Puissance absorbée par l'éclairage. — Phares et lanternes. — Éclairage par brouillard. — Direction à gauche. — Conduite des camions. — Conduite des tracteurs. — Emploi du cabestan. — Manœuvres à exécuter. — Quelques conseils. — Propulsion des voitures automobiles.*

**Voyages en automobile.**

*Voyages en France des automobilistes étrangers. — Voyages à l'étranger des automobilistes français. — Assurances.*

**Entretien de la voiture.**

*Quelques conseils. — Outillage et accessoires utiles. — Entretien du châssis. — Graissage. — Entretien et graissage des camions. — Tracteurs. — Entretien d'une installation d'éclairage et de démarrage électrique. — Entretien de la carrosserie. — Les pneumatiques. — Bandages pleins. — Montage et démontage des pneumatiques. — Réparations des pneumatiques. — Réparations des bandages pleins. — L'automobile pratique.*

**Les pannes.**

*Recherche des pannes. — Marche à suivre. — I. Le moteur ne part pas. — II. Le moteur s'arrête. — III. Le moteur marche sans force. Remèdes aux pannes.*

**Les réglages.**

*Réglage des soupapes. — Réglage du carburateur. — Réchauffage. — La magnéto. — Ses pannes. — Entretien.*

**Pertes de puissance dans les moteurs.**

**Éclairage et démarrage électriques.**

*Éclairage électrique*

*Pannes. — Vérification. — I. Baisse générale de l'éclairage. — II. Extinction partielle des lampes. — III. Extinction totale des lampes. — Remèdes aux pannes.*

*Démarrage électrique.*

*Pannes, vérification. — I. Le moteur de démarrage ne tourne pas. — II. Le moteur de démarrage tend à tourner. — III. Le moteur de démarrage tourne. — Remèdes aux pannes.*

**Pannes irréparables sur la route.**

*Transports par chemins de fer. — Tarif commun n° 128. — Petite vitesse. — Expédition de plusieurs véhicules. — Transports en grande vitesse. — Formalités d'expédition. — Avaries. — Magasinage.*

**Réparations diverses. Appendice. — Vente de la voiture.**

# MANUEL DE CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

PAR F.-R. PETIT, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'aéronautique et de l'École pratique d'Électricité Industrielle.

1 vol. in-18 de 246 pages, avec 188 figures, cartonné.... 8 fr.

## CHAPITRE I. — Considérations générales.

Résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui s'y déplacent. — Résultats des expériences. — Résistance de l'air sur les plans inclinés. — Principe de l'aéroplane.

*Divers types d'avions.* — A. Monoplans. — B. Biplans et triplans. *Manœuvre des avions.*

## CHAPITRE II. — Matériaux employés.

*Métaux.* — a. Aciers. — Boulonnerie. — Tubes. — Fils. — Tôles.

— b. Aluminium. — c. Duralumin.

*Toiles.* — Enduits et vernis.

*Caoutchouc.*

## CHAPITRE III. — Ailes et plans.

Constitution générale d'une aile. — Longerons.

Construction des nervures ; — Nervures en bois ; — flexibles — métallique. — Montage des nervures sur les longerons. — Fixation des ailes sur les fuselages. — Plans secondaires. — Entoilage.

## CHAPITRE IV. — Fuselages.

Généralités. — Poutres de réunion. — Fuselages.

## CHAPITRE V. — Dispositifs d'atterrissage.

Généralités. — Châssis Blériot ; — Antoinette ; — R. E. P. — Nieuport ; — Bayard-Clément ; — Deperdussin.

## CHAPITRE VI. — Hélices.

Généralités. — Détermination de la surface de la pale dans l'espace. — Modelage de l'hélice. — Hélices métalliques ; — en bois ; — à charpente ; — centrifuges. — Divers types d'hélices et procédés de construction. — Hélices à pas variable.

## CHAPITRE VII. — Moteurs.

Moteurs à cylindres fixes ; — Renault à refroidissement par air ; — Hispano-Suiza à refroidissement par eau ; — Renault à refroidissement par eau ; — Salmson ; — rotatifs ; — Le Rhône.

## CHAPITRE VIII. — Dispositifs de commande.

Commandes Blériot ; — Deperdussin ; — A. O. F. ; — Bréguet, etc.

# MANUEL du MÉCANICIEN FRIGORISTE

Par L. VAUGLIN, directeur et A. LONG, chef mécanicien  
des Frigorifiques de l'Alimentation Havraise.

1 vol. in-18 de 276 pages, avec 33 figures, cartonné . . . 8 fr.

## CHAPITRE I. — Notions générales de physique.

Pesanteur. — Systèmes de mesures. — Unités électromagnétiques ; — et valeurs importantes. — Notions de mécanique. — Force. — Énergie. — Hydrostatique. — Mouvement de l'eau. — Chaleur. — Dilatation des solides ; — des liquides ; — des gaz. — Hygrométrie.

## CHAPITRE II. — Machines à froid. Classification.

Machines à absorption ou à affinité ; — à vaporisation par le vide ; — à compression. — *La machine frigorifique à compression.* — Puissance frigorifique et rendement. — Le compresseur. — Le liquéfacteur. — Le réfrigérant ou évaporateur. — Disposition générale d'une installation. — Généralités sur le montage, la marche et le réglage des machines à compression. — Essais de la machine à l'air comprimé. Chasses d'air. Nettoyage des soupapes. — Vide dans la machine. — Remplissage de la machine. — Généralités sur la mise en marche et arrêt des machines. — Encrassement et nettoyage des serpentins du condenseur (liquéfaction) ; — des serpentins du réfrigérant (évaporateur). — Obstruction des appareils. — Joints inétanches. — Serrage régulier des joints. — Appareils respiratoires ; — de mesure.

## CHAPITRE III. — Applications.

Applications des isolants ; — du froid industriel. — Fabrication de la glace. — La conservation de la viande et les frigorifiques d'abattoirs. — La conservation du poisson et les frigorifiques de pêche ; — Conservation du lait. — Fabrication du beurre. — Chaleurs spécifiques des denrées alimentaires. — Transports. Wagons et trains frigorifiques. — Conservation des œufs ; — des fruits ; — d'étoffes, tentures, fourrures. — Le froid dans les industries de fermentation. — Applications diverses ; IRIS du LIQUAD-Université-Lille 1 froid en physique.

# MANUEL DU MODELEUR

## Construction des Modèles de fonderie et dispositions de moulage

par M. VINCENT

Ingénieur des Arts et Métiers,

Chef des travaux à l'École Pratique de Commerce et d'Industrie d'Agen.

1 vol. in-18 de 334 pages avec 416 figures, cartonné..... 12 fr.

### PREMIÈRE PARTIE. — MOULAGE SUR MODÈLES

#### CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Généralités.

#### CHAPITRE II. — Méthodes employées pour faciliter le dégagement du modèle.

#### CHAPITRE III. — Bois à employer en modèlerie.

Qualité des bois. — Principales essences.

#### CHAPITRE IV. — Les outils du modelleur.

Outils communs au modelleur et au menuisier. — Outils du modelleur. — Machines-outils. — Machines à débiter. — Machines à corroyer. — Machines à façonner. — Tours. — Machines d'entretien. — Disposition d'un atelier de modelleur.

#### CHAPITRE V. — Généralités sur la construction des modèles. Assemblage employé en modèlerie.

#### CHAPITRE VI. — Noyaux et portées.

Portée pour noyau droit de forme simple : — 1° Noyau placé horizontalement dans le moule; — 2° Noyau placé verticalement dans le moule; — Portées pour pièces métalliques à noyer dans la fonte.

#### CHAPITRE VII. — Détails de construction des modèles simples. Modèles de pièces cylindriques. — Pièces coudées. — Engrenages cylindriques à denture venant de fonderie. — Engrenages. — Engrenages coniques. — Modèles de lettres en relief.

#### CHAPITRE VIII. — Boîtes à noyaux de forme simple.

Boîtes pour noyaux droits à une seule section. — Boîtes pour noyaux droits à deux ou plusieurs sections. — Boîtes pour noyaux coudés et d'équerre.

#### CHAPITRE IX. — Modèles démontables.

Partie verticale de grande hauteur qui sortirait difficilement du sable. — Partie de modèle ne dépouillant pas et retirée du moule dans l'évidement créé par le dégagement du corps du modèle. — Modes de fixation des parties démontables. — Exemples. — Modèles de section variable dont le moulage nécessite une ou plusieurs chapes : — 1° Assemblage par emboîtement ; — 2° Montage au moyen de vis ; — 3° Montage au moyen de goujons. — Parties démontables dans les boîtes à noyaux.

#### CHAPITRE X. — Disposition de modèles simplifiant le travail de fonderie.

Modèles en bois. — Supports de modèles. — Demi-modèle sur marbre. — Plaques-modèles.

#### CHAPITRE XI. — Simplification des modèles.

Simplification des boîtes à noyaux.

#### CHAPITRE XII. — Détermination du prix de revient d'un travail de modèlerie.

### DEUXIÈME PARTIE. — MOULAGE AU TROUSSEAU

#### CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Trousseau sur tours à noyaux.

#### CHAPITRE II. — Trousseaux d'axe vertical.

Appareils : — 1° Méthode générale de troussage ; — 2° Moulage au troussseau en deux parties de châssis. — Modifications à apporter aux planches pour le moulage au troussseau. — Moulage au troussseau en trois parties de châssis. — Emploi de parties de modèles dans le tour modèle et dans le noyau

# MANUEL DE L'OUVRIER FUMISTE EN BATIMENT

Par A. BELLONI, professeur en chef de l'École pratique d'application de la Chambre syndicale de la Fumisterie.

1 vol. in-18 de 432 pages, avec 231 figures, cartonné..... 12 fr.

## I. — Éléments.

Outillage.

## II. — Matériel.

Outils spéciaux à la profession.

## III. — Matériaux.

Briques. — Les Boisseaux. — Les poteries. — Les wagons. — Carreaux de terre cuite. — Carreaux de faïence. — La terre à four. — Le coulis réfractaire. — La chaux. — Le plâtre. — Les fers.

## IV. — Objets fabriqués.

Les montants de tuyaux. — Objets fabriqués pour cheminées. — Appareils calorifiques. — Rétrécissements en faïence. — Rétrécissements en fonte. — Trappes. — Bouches de chaleur. — Objets fabriqués pour poêles. — Fourneaux de cuisine portatifs. — Hottes. — Ventilation.

## V. — Travaux manuels.

Ramonage.

## VI. — Réparations de petit entretien.

Cheminées. — Poêles. — Fourneaux. — Calorifères. — Chaudières.

## VII. — Pose et installation de cheminées portatives.

VIII. — Scelléments en plâtre et en ciment — Raccords. Les raccords. — Scelléments de mitres, mitrons et montant de tuyaux hors comble.

## IX. — Ouvrages en briques.

Murs de diverses épaisseurs. — Taille de briques. — Démaigri. — Jambages. — Appareillage. Liaisonnement. — Parement. — Arrachements. — Enduits.

## X. — Conduits de chaleur et de fumée.

## XI. — Cheminées d'appartement.

Chambranles en marbre. — Construction d'intérieurs de cheminées. — Construction des intérieurs ou foyers de cheminées. — Pose et installation d'appareil Fondet. — Cheminées avec appareils Mousseron, Parisiens ou similaires. — Cheminées à la Rumford. — Construction de trémies. — Etalement de planchers.

## XII. — Fourneaux de cuisine.

Fourneaux portatifs. — Fourneaux de construction. — Bouilleurs de fourneau. — Revêtements en faïence. — Hottes de cuisine. — Construction de poêles en faïence. — Construction de calorifères de cave à air et à eau.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DU PEINTRE

## I

### COULEURS ET VERNIS

Par Ch. COFFIGNIER, ingénieur E. P. C. P.

1 vol. in-18 de 350 pages avec 31 figures, cartonné.... 8 fr.

#### PREMIÈRE PARTIE

##### COULEURS

- I. Généralités. — II. Laques. — III. Charges. Blanc de baryte ; — de Meudon ; — de silice — minéral. — Kaolin. — Talc. — IV. Couleurs blanches. Blanc d'antimoine ; — de titane ; — de tungstène ; — de zinc. — Céruse ; — de Mulhouse. — Lithopone. — Sulfure de zinc. — V. Couleurs bleues. Bleus de cobalt ; — œruleum ; — égyptien ; — d'outremer, etc. — VI. Couleurs brunes. Bistre. — Brun de Florence ; — de Prusse. — Van Dyck, etc. — VII. Couleurs jaunes. — VIII. Couleurs naturelles. Minium d'aluminium ; — de fer. — Ogres : jaunes, rouges, etc. — IX. Couleurs noires. Noir de charbon. — Noirs divers ; — de fumée. — Fer micacé. — X. Couleurs rouges. Carmin. — Minium. — Mine-orange. — Pourpre de Cassius, etc. — XI. Couleurs vertes. — XII. Couleurs violettes. — XIII. Bronzes-couleurs. — XIV. Couleurs par mélanges. Nuances bleues ; — grises ; — jaunes ; — vertes ; — violettes. — XV. Commerce des couleurs.

#### DEUXIÈME PARTIE

##### VERNIS

- I. Généralités. — II. Gommés et vernis. Résines dures ; — demi-dures ; — tendres ; — diverses. — III. Asphaltes et colorants. — IV. Résinates et linoléates. — V. Huiles. — VI. Dissolvants. — VII. Siccation des huiles. — VIII. Fabrication des vernis gras. — IX. Différents vernis gras. Vernis pour bâtiment ; — pour la carrosserie ; — industriels. — X. Propriétés des vernis gras. — XI. Fabrication des vernis à l'essence. — XII. Différents vernis à l'essence. — XIII. Fabrication des vernis à l'alcool. — XIV. Différents vernis à l'alcool. — XV. Vernis à dissolvants mélangés. Recettes. — XVI. Vernis divers. Vernis mixtes ; — au caoutchouc ; — à l'eau. — Laques. — XVII. Linoléum et toile cirée. — XVIII. Commerce des vernis.

IRIS LILLIAD - Université Lille 1



# MANUEL DU PEINTRE

## II

### PEINTURES, ENDUITS, MASTICS, ET DIVERS

Par Ch. COFFIGNIER, Ingénieur-chimiste (E. P. C. P.)

1 vol. in-18 de 276 pages, avec 32 figures, cartonné... 8 fr.

#### PREMIÈRE PARTIE

##### PEINTURES

I. Généralités. — II. Broyage à l'huile. — III. Broyage à l'essence. — Couleurs industrielles, blanc de zinc, ithopone, sulfure de zinc, blancs broyés ; — diverses ; — artistiques. — IV. Broyage à l'eau. Aquarelle. Gouache. — V. Peintures à l'huile ; — blanches ; — pour intérieurs ; — pour extérieurs ; — nuancées ; — au minium ; — pour panneaux, etc. — VI. Peintures vernissées. — VII. Peintures à l'eau. — VIII. Peintures spéciales ; — à l'oxychlorure de zinc ; — antirouille ; — sous-marines ; — ignifuges ; — Smith ; — Spar ; — oxydées pures ; — contre l'humidité. — IX. Recettes de peintures : résistant aux acides ; — résistant à la chaleur ; — préservatrices ; — des faux bois ; — pour radiateurs, pour plafonds, etc.

#### DEUXIÈME PARTIE

##### ENDUITS ET MASTICS

I. Enduits. — II. Mastics ; — vitrier ; — à reboucher ; — pour joints ; — divers ; — résineux (pour verres et métaux) ; — au vernis ; — résistant à l'humidité. — Recettes diverses.

#### TROISIÈME PARTIE

##### DIVERS

Alcali. — Amiante. — Aventurine. — Bronzages. — Brou de noix. — Cires. — Colles. — Cordages. — Décapants. — Emeri. — Encaustiques. — Eponges. — Filling-up. — Graphite. — Humidité des murs. — Imperméabilisation des toiles. — Inscriptions sur verre. — Or en coquille. — Pastel. — Pâte à gesso. — Plombagine. — Ponce. — Potasse. — Produits de nettoyage. — Sanguine. — Stuc. — Siccatifs solides. — Teintures. — Iris.

# Manuel du Peintre en Décors

## FILAGE — LETTRES

par PAUL GUILVERT

Professeur à l'École Française pratique et professionnelle de Peinture décorative de Melun.

1 vol. in-18 de 232 pages avec 105 figures, cartonné..... 10 fr.

### CHAPITRE I<sup>er</sup>. — De l'outillage.

### CHAPITRE II. — Des couleurs.

### CHAPITRE III. — Étude des bois (Bois à l'huile).

Noyer. — Loupe de noyer. — Cèdre. — Sapin. — Pitchpin. — Bois de violette. — Bois de rose. — Noyer frisé. — Palissandre (ciré ton naturel). — Palissandre (verni ou poli). — Courbary. — Amarante. — Grisard. — Platane. — Peuplier. — Sycomore. — Olivier. — Frêne de France. — Frêne de Hongrie. — Chêne clair. — Chêne moyen. — Vieux chêne. — Teck. — Nossi-Bé. — Paddock.

### CHAPITRE IV. — Étude des bois (suite) (Bois à l'eau).

Acajou lisse ou femelle. — Acajou moiré ou gerbé. — Acajou moucheté. — Satiné. — Thuya. — Érable jaune ou doré. — Érable gris. — Érable vert. — Marronnier. — Citronnier. — Racine d'amboème. — Racine d'orme. — Chêne à l'eau. — Remarques relatives aux bois et à l'eau. — Comment on doit traiter les imitations de bois et marbres.

### CHAPITRE V. — Étude des marbres.

Marbre blanc ou blanc veiné. — Bleu fleuri. — Brèche grise. — Portor. — Grand antique. — Petit antique. — Vert de mer. — Vert de Gènes. — Sainte-Anne. — Griotte. — Vert d'Égypte. — Levanto. — Cerfontaine. — Languedoc. — Rouge royal. — Rance. — Vert vert. — Vert campan. — Basalte vert. — Granit de Bretagne. — Granit des Vosges. — Rosé. — Brèche caroline. — Brèche savoyarde. — Brèche verte antique. — Bleu turquin. — Rouge antique. — Jaune fleuri. — Brocattelle. — Jaune antique. — Onyx jaune ou doré. — Onyx vert. — Napoléon. — Château-Landon. — Comblanchien. — Pierre du Jura. — Cypolin. — Lapis-Lazuli. — Malachite. — Henriette. — Plastralchia. — Porphyre brun. — Paonazzo. — Jaune de Sienne. — Brèche violette. — Brèche africaine. — Fleur de pêcher. — Sarracolin. — Vert fleuri. — Vert de Suède. — Vert moulins. — Observations relatives à l'exécution des marbres.

### CHAPITRE VI. — Bronzes.

Bronze médaille. — Pointe de diamant. — Bronze de convention. — Bronze antique. — Vieil argent. — Fer forgé.

### CHAPITRE VII. — Ecaille et divers.

Écaille blonde. — Écaille rouge. — Jonc. — Bambou ou rotin. — Manière d'imiter les grains ou pores du bois au moyen de la queue à battre ou tapette. — Ivoire.

### CHAPITRE VIII. — De l'enseigne.

Dorure sous glace. — Manière d'exécuter le travail. — Manière de se servir du coussin à dorer.

### CHAPITRE IX. — Filage. — Décoration.

Poncis. — Pochoirs. — Profils de moulures portant indication du nombre de **IRIS-LILLIAD** Université Lille 1. — Règle sur travaux à la colle. — Dorure mate.

# MANUEL DES CHEMINS DE FER

## ÉTUDE ET CONSTRUCTION

par M. BOURDE; Ingénieur des Travaux publics de l'État.

1 vol. in-18 de 444 pages avec 286 figures et planches, cart. 12 fr.

### PREMIÈRE PARTIE

#### LEVÉ DE PLAN. — NIVELLEMENT

- I. Levé de plan. — Notions générales. — Jalonnage. — Chafnage. — Goniomètre. — Méthodes de levé. — II. Notions générales. — Niveau. — Les Mires. — Méthodes de nivellement. — III. Représentation du terrain. — Divers modes de représentation.

### DEUXIÈME PARTIE

#### DISPOSITIONS GÉNÉRALES

- I. Définitions. — II. Des fonctions générales des diverses parties. — Voie. — Ballast. — Banquettes. — Fossés. — Talus. — Profil général d'un chemin de fer. — III. Conditions générales des tracés. — Diverses phases de la construction. — Etudes préliminaires. — Conditions d'établissement. — IV. Études définitives. — Etude sur carte ; — sur le terrain ; — au bureau. — Piquetage et levé des profils. — V. Rédaction des projets. — Nomenclature et disposition des pièces. — Calcul des profils en travers. — Cubature des terrains. — Calcul approximatif des terrassements supposant le terrain horizontal dans les profils en travers ; — Du mouvement des terres. — Métré des ouvrages d'art.

### TROISIÈME PARTIE

#### CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER

- I. Généralités. — II. Infrastructure. — Terrassements. — Chargement, transport et déchargement. — Organisation des chantiers. — Exécution des remblais. — Consolidation et Assainissement des talus et de la plate-forme. — III. Ouvrages d'art. — Ouvrages d'art destinés à assurer l'écoulement des eaux ; — destinés au rétablissement des communications ; — exceptionnels. — Construction des ouvrages d'art. — IV. Fondations. — Classification de terrains. — Terrains compressibles ; — incompressibles ; — compressible superposé à un terrain incompressible ; — indéfiniment compressible. — Précautions à prendre dans les terrains affouillables. — V. Maçonnerie. — Matériaux. — Composition des mortiers et bétons. — Fabrication. — Exécution des maçonneries. — VI. Bois et métaux. — Bois. — Métaux. — Peinture. — VII. Superstructure. — Éléments de la voie. — Disposition des éléments de la voie. — Pose de la voie en courbes ; — de la voie des tramways sur les accotements des routes. — Appareils de voie. — VIII. Voies diverses. — IX. Bâtiments. — Bâtiments de voyageurs. — Installations nécessaires pour l'alimentation des machines. — X. Dépenses de construction. — Dépenses générales ; — d'infrastructure ; — de superstructure.

# MANUEL DU TISSAGE

Par M. LABRIFFE.

Professeur à l'École des Arts industriels de Tourcoing.

1 vol. in-18 de 416 pages, avec 168 figures; cartonné..... 46 fr.

## LES TEXTILES

### La soie, la schappe, la bourrette.

*La soie.* — Soie tussah. — Classification des soies de Londres. — Classification des soies de Lyon. — *La schappe.* — *La bourrette.*

### La laine.

Composition chimique de la laine brute. — Fils de laine peignée. — Fils cardés. — Pouvoirs feutrans. — Rendement des laines en peigné. — Rendement des rubans de peigné en fils. — Titrage et numérotage des laines. — Applications. — *Poils.*

### Le coton.

Historique. — Caractères physiques du coton. — Caractères chimiques du coton. — Fils. — Titrage. — Tableau des numéros des cotons filés anglais, français et belges.

### Le lin, le chanvre, le jute.

Caractères physiques et chimiques du lin. — Action des réactifs chimiques. — Numérotage et échevettage. — Tableau donnant le poids des paquets de lin suivant le numérotage anglais. — Dévidage et formation des paquets de lin et de jute. — Soie végétale.

*Le chanvre.* — Le titrage, le dévidage et l'emballage du chanvre.

*Le jute.*

### Matières diverses.

*Matières de corderie et sparterie.* — Chanvre de Madras. Chanvre de Bombay. Chanvre de Manille ou Abaca. — Phormium ou chanvre de Nouvelle-Zélande. — Aloès. — Coco. — Alfa. Sparte ou esparto. — Rafia. — Agave ou chanvre d'Amérique. — Luc-Binh.

*Matières riches pour brocards et passementerie.* — Ramie (ortie de chêne) ou china grasse. — Ortie sauvage. — Soie artificielle. — Amlante ou asbeste. — Cellulose de bois. — Fils de papier. — Kapok. — Soie d'araignée. — Soie marine.

### Moyens de reconnaître les divers filés.

Fils simples, fils retors. Torsions. — Examen de la torsion.

## LE TISSAGE

**Agencement du métier à tisser. Disposition de la pièce et marche générale.**

**Bobinage.** — Ourdissage. — Combinaisons. — Parage et encollage. — Pliage ou dressage. — Rentrage ou remettage. — Etude des rentrages. — Passage au rot. Piquage en peigne. — Tordage broyage ou rappedage — Canetage. — Préparation du métier à tisser.

### Théorie des armures.

Tracé d'exécution d'un tissu.

*Armures fondamentales.* — Toile ou taffetas. — Tissus. — Sergé. — Satins.

*Armures dérivées.* — Dérivé de la toile. — Dérivés indirects de la toile. — Dérivés du sergé. — Influence des torsions sur l'aspect des tissus. — Dérivés indirects du sergé. — Dérivés directs du satin. — Dérivés divers. — Procédés de construction d'armures. — Tissus à lisières.

Lisières.

# MANUEL DU FILATEUR

par F. RUBIGNY

Ingénieur I. E. L.

1 vol. in-18 de 366 pages, avec 173 figures, cartonné... 40 fr.

**Généralités.** — Des fibres utilisées en filature.

**Principes généraux de filature.** — *Etirage.* — *Doublage.* — *Mélanges.* — *Torsion.* — *Conditionnement.* — Appareils à conditionner. — *Du numérotage et du titrage des fils.* — Bases du titrage : Numérotage de la soie. Numérotage des fils de coton. Numérotage du lin, jute, chanvre, ramie, phormium, titrage français. Numérotage de la laine cardée. Numérotage de la laine peignée. Détermination des numéros des fils. — *Vérifications et essais des fils.* — Renseignements au sujet des fils retors.

**Le lin.** — Généralités. — Caractères du lin. — Classifications des lins. — Traitements préliminaires : Arrachage. Mise en chaîne. Egrenage. Triage. Rouissage. Teillage. — Préparation de filature : Peignage du lin. Machine à peigner, type Cotton. Etalage du lin. Banc d'étirage. Banc à broches. — *Filature du lin.* — Métier à filer au sec. — Métier à filer au mouillé. — Métier à filer à l'eau froide. — Métier à filer à l'anneau. — Opérations accessoires de la filature. — *Les étoupes.* — Provenances des étoupes. — Travail de l'étoupe 1° La briseuse. 2° La carde.

**Le jute.** — Préparation de filature. — Filature du jute.

**Le chanvre.** — Préparation de filature. — Filature.

**La ramie.** — Filature.

**Le phormium. Le coton.** — Traitements préliminaires. — Mélange des cotons. — Transports des cotons. — Ouvreuses. — Batteurs. — Express-carde Risler. — Cardes. — *Coton peigné.* — Machines à réunir ou assembleuse. — Peignage. — Peigneuse à mouvement continu. — Bancs d'étirage. — Casse-mèche. — Calculs relatifs à l'étirage. — Bancs à broches. — Filage du coton. — Métier renvideur ou Selfacting. — Opérations accessoires de la filature du coton. — Renseignements utiles à connaître pour les filés coton. — *Déchets de la filature du coton.* — *Fabrication des fils à coudre.*

**La laine.** — Diverses formes sous lesquelles la laine est livrée au commerce. — Préparation de filature : Généralités. Opérations communes à la filature de la laine peignée et de la laine cardée. — Préparation de filature de la laine peignée. — Filage de la laine peignée. — Préparation de la filature de la laine cardée. — *Laines renaissantes.* — Alpaca. — *Laines mortes.* — Laines pelades et empoisonnées. — Fils d'animaux divers : Poils de chèvre. Poils de lapin. Poils de chameau. Crins de cheval. — Cheveux humains.

**La soie.** — *Pays producteurs.* — Filature de la soie. — *Shappe ou déchets de soie.* — Préparation de filature : Filature. Finissage. — *Soie végétale.* — *Soie artificielle.* — Soie cupro-ammoniacale. — Soies diverses. — *Fils de papier.* — Filature. — *Amiante.* — Filature. — *Renseignements pratiques.*

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DE VANNERIE

(Technologie vannière)

PAR

Eug. LEROUX

Ingénieur-agronome,  
Directeur,  
A l'École nationale d'Osiéiculture et de Vannerie de Fayl-Billot.

R. DUCHESNE

Chef de-fabrication,  
Professeur,

A l'École nationale d'Osiéiculture et de Vannerie de Fayl-Billot.

4 vol. in-18 de 376 pages, avec 274 fig., cartonné..... 40 fr.

## I. — Notions générales.

Outillage. — Matières premières employées en vannerie.

## II. — Grosse vannerie.

Travail en plein. — Les fonds ; les montants ; les torches ; les cordons ; torche sur le bout dans un panier rectangulaire en travail piqué ; la clôture ; bordures ; les emboltages ; pied d'osier ; épiluchage du panier ; les anses ; les couvercles et leurs attaches les fermetures.

## III. — Travail à jour de grosse vannerie.

Panier à jour simple ; le croisé simple ; le croisé double ; travail à jour renforcé.

## IV. — Vannerie rustique.

## V. — Vannerie à monture de chêne.

## VI. — Garnitures accessoires.

## VII. — Les emballages.

## VIII. — Articles de grosse vannerie non compris dans les emballages.

## IX. — Vannerie fine.

Travail de l'osier rond ; — du rotin filé ; — d'osier rond et d'éclisses.

## X. — Articles de vannerie fine.

Articles de provision ; — de pêche ; — de voyage ; — de table ; — de bureau ; — divers.

## XI. — La vannerie de luxe.

La chaise. — Le fauteuil. — Le canapé. — Les tables. — Tabouret de pied. — Chaise-longue. — La sellette ou piédestal. — Corbeille sur pied. — Meubles suisses. — Mesures de fauteuil pour enfants.

PARIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DU FABRICANT D'ENCRE, CIRAGES, COLLES

Par M. DE KEGHEL, Ingénieur chimiste E. P. C. P.

1 vol. in-18 de 384 pages avec 47 figures, cartonné. 10 fr.

## LES ENCRE ET LEUR FABRICATION

I. Généralités. — II. Les différentes espèces d'encre. — III. Encre à écrire. — IV. Encre noire. — V. Chimisme des encre noire. — VI. Les matières premières entrant dans la préparation des encre. — VII. Matières premières pour encre noire. — VIII. Dispositif et installations pour la fabrication des encre. — IX. La formation des encre gallo-tanniques. — X. Les anti-septiques. — XI. La préparation des encre ferro-galliques. — XII. Les encre au tanin. — XIII. Les encre à l'acide gallique. — XIV. Encre à bases d'extraits tinctoriaux. — XVI. Encre d'alizarine. — XVII. Encre colorées. — XVIII. Encre d'aniline. — XIX. Encre à copier. — XX. Encre sympathiques. — XXI. Encre de sûreté. — XXII. Encre solides et encre en poudre. — XXIII. Les encre Hectographiques. — XXIV. Encre pour stylographes. — XXV. Encre diverses, encre pour écrire sur métaux. — XXVI. Détermination de l'ancienneté des écrits à l'encre

## LES CIRAGES CRÈMES POUR CUIRS ET LEUR FABRICATION MODERNE

I. Les cirages. — II. Les matières premières pour cirages. — III. Les cirages et leur fabrication. — IV. Les cirages à l'acide. — V. Cirages sans acides. — VI. Les crèmes et pâtes pour chaussures. — VII. Matières premières : crèmes à l'essence. — VIII. Les crèmes à l'essence. — IX. Les crèmes à l'eau. — X. Crèmes mixtes. — XI. Préparations diverses. Crèmes en poudre pour chaussures. — XII. Encaustiques et produits à polir. — XIII. Emballage et conservation des crèmes et cirages.

## LES COLLES ET ADHÉSIFS ET LEUR FABRICATION MODERNE

I. Les colles. — II. Les matières premières (la colle forte ou colle de peau, colle d'os ou colle gélatine, colle de poisson, gomme). — III. Préparation des colles (colles fortes liquides, colle à la bouche, préparations diverses à base de colle forte ou colle de poisson, colle de féculé ou d'amidon). — IV. Enduits adhésifs et mastics. — Mastics gras. — Mastics résineux. — Mastics au caoutchouc. — Mastics divers.

# MANUEL DE PARFUMERIE

par M. LAZENNEC,  
Préparateur à l'Institut de Chimie appliquée  
de la Faculté des Sciences.

4 vol. in-18 de 281 pages avec 83 figures, cartonné..... 8 fr.

## PREMIÈRE PARTIE LES MATIÈRES PREMIÈRES

- I. Matières premières employées en parfumerie. — II. Les parfums d'origine végétale. — Le parfum dans la plante. — Extraction des essences ; — du parfum par macération ; — du parfum par enflourage ; — par les dissolvants ; — par expression. — Épuration des essences. — Rendement des végétaux en essences. — Propriétés générales des essences. — Falsification des essences. — III. Étude des principales essences. — Amandes amères. — Angélique. — Anis. — Aspic. — Badiane. — Bergamotte. — Camphre. — Cannelle. — Citron. — Citronnelle. — Eucalyptus. — Géranium. — Giroflée. — Iris. — Jasmin. — Lavande. — Menthe. — Néroli. — Patchouli. — Rose, etc... — IV. Parfums d'origine animale. — Ambre. — Musc. — Civette. — V. Parfums artificiels et synthétiques. Produits extraits des huiles essentielles. — Anéthol. — Citral. — Géraniol. — Menthol, etc... — Produits obtenus par synthèse chimique. — Alcools et éthers. — Acétones. — Dérivés Nitrés, etc...

## DEUXIÈME PARTIE PRÉPARATION DES PARFUMS

- I. Eaux aromatiques, infusions et teintures ; — Eau de fleurs d'orange, de lavande, etc... — II. Extraits composés. — Eaux de toilette ; — de Cologne. — Vinaigres de toilette. — Formule pour la préparation de la Bergamotte, de Foin coupé. — Extrait d'Héliotrope, de Lilas blanc, de Muguet, de peau d'Espagne ; — de Roses ; — de Violette. — Eaux de toilette ou lotions. — Formule pour la lotion au Portugal, de Lavande, d'Héliotrope, de Quinine. — Eau de Cologne russe à faible degré ; — ambrée ; — antiseptique. — Vinaigres de toilette à l'Œillet, au Romarin. — III. Les dentifrices. — Elixirs dentifrices. — Formules, poudre, pâte, savon. — IV. Crèmes pour le visage. — Lait de toilette (formules et méthodes de préparation). — V. Huiles. — Pommades. — Brillantines. — Cosmétiques (formules et méthodes de préparation). — VI. Poudres de riz ; — pour sachets. — Formules et méthodes de préparation. — VII. Les fards. — Fards secs ; — liquides ; — gras. — Crayons. — Formules et méthodes de préparation. — VIII. Teintures pour les cheveux ; — à base de sel minéral ; — à base organique. — à base végétale. — Formules et méthodes. — IX. Épilatoire. — X. Parfums d'appartement. — Liquides fumigatoires. — Poudres et pastilles fumigatoires. — Papiers fumigatoires. — Papier d'Orient ; — anglais. — XI. Savons. — Préparations générales des savons. — Divers procédés. — Formules de préparations : à la Rose ; — à l'Héliotrope ; — à la Verveine, etc... — Savons en poudre ; — à barbe, etc...



# MANUEL DE SUCRERIE

## TECHNOLOGIE SUCRIÈRE

Par M. ROUBERTY,

Ancien chimiste aux raffineries Say et Lebaudy,  
Professeur de Chimie industrielle aux laboratoires Bourbouze.

1 vol. in-18 de 296 pages avec 41 figures, cartonné... 10 fr.

### I. — Le sucre de betterave.

#### II. — Culture de la betterave à sucre.

Plantation. — Variétés.

#### III. — Fabrication du sucre de betterave.

Arrivée à l'usine. — Diffusion. — Fours à chaux. — Épuration.  
— Travail des écumes. — Évaporation. — Turbinage.

#### IV. — Le sucre de canne.

Chimie des sucres. — Combinaisons. — Culture. — Extraction.  
— Fabrication.

#### V. — Le raffinage.

Travail des sucres bruts. — Filtration. — Décoloration. — Épu-  
ration. — Blanchiment. — Étuvage.

#### VI. — La mélasse.

Divers procédés.

#### VI. — Contrôle chimique de la fabrication du sucre.

Méthodes employées. — Analyses. — Réfraction. — Appareils.  
— Procédés. — Liqueurs. — Différents dosages, méthodes dé-  
taillées.

#### VIII. — Analyses de sucrerie.

Analyses des betteraves. — Cossettes fraîches. — Jus de diffu-  
sion. — Cossettes épuisées. — Écumes de défécation, etc.

#### IX. — Le contrôle chimique dans les sucreries de cannes.

Canne. — Bagasse. — Jus de première et de deuxième pression.  
— Jus vert. — Sirop. — Tourteaux de filtres-presses. — Masses  
cuites de premier et deuxième jet. — Mélasse. — Sucre de  
premier jet. — Bas produit.

#### X. — Acidimétrie. Alcalimétrie. Liqueurs titrées.

#### XI. — Essai des matières premières.

Essais des calcaires et des chaux ; — d'un noir animal ; — des  
noirs résidus ; — des charbons ; — d'une graisse consistante ;  
— des graisses. — Graisses neutres. — Détermination des  
matières responsables ; — des huiles non falsifiables. — Do-  
sage des matières minérales.

# MANUEL DU CORDONNIER

Par M. A. LEBLANC, directeur de l'École pratique  
et des Cours professionnels de Romans.

1 vol. in-18 de 296 pages avec 246 figures, cartonné..... 12 fr.

## APPLICATIONS DU PATRON ET NOTIONS TECHNOLOGIQUES RELATIVES A LA CONSTITU- TION DU PIED ET A LA CHAUSSURE.

- I. Le pied. — Morphologie. — Mesures. — II. Forme. —  
— Étude de la forme. — Proportion. — III. Matières pre-  
mières employées dans la fabrication de la chaussure. —  
Notions élémentaires sur le tannage et le corroyage. —  
Vernis. — Lacets. — Doublures. — Claques, etc... —  
Mesures des peaux. — Le tissu. — IV. La chaussure. —  
Différentes parties que doit remplir une chaussure ration-  
nelle. — Chaussures sur mesure ; — fabriquées méca-  
niquement. — Différents types de chaussures. — Chaussures  
modernes et de luxe. — V. Éléments constitutifs de la  
chaussure. — Cuir à dessus et à dessous. — Le semelage.  
— La première, forme et rôle. — L'entre-deux. — La semelle  
extérieure.

### PATRONAGE.

- I. La première. — Tracé. — Ajustage. — Procédés de tracés  
de premières. — Premières sur pied. — II. Le patron. —  
Plan. — Procédés de dressage ; — pour habillage de la  
forme. — Tracés et greffage de la tige sur le patron plan. —  
III. Le patron de doublure, et les claques. — Claques  
rondes. — Plan carré. — Patron de coupe. — Talonnettes.  
— Bouts rapportés. — Plan de coupes, etc... — IV. Les  
quartiers. — V. Souliers bas et brodequins. — VI. Applications  
de règle du patronage. — VII. Les séries ; — de premières ;  
— de patron plan ; — obtenues par la méthode dite « au  
cliché ». — Exécution de séries de patron de détails.

### LA COUPE.

- I. Coupe et débit des cuirs. — Cuir à semelles ; — à dessus. —  
Différentes peaux. — II. Travail à la main. — Outillage. —  
III. Le cousu main. — Montage. — Couture. — Talon. —  
Finissage. — IV. La fabrication mécanique. — V. La fabri-  
cation mécanique des tiges. — Couture. — Machine à coudre.  
— Apprêts. — VI. Patronage et coupe des tiges.

## EXÉCUTION DE LA CHAUSSURE COUSUE MAIN ET TRAVAIL MÉCANIQUE

- I. La fabrication mécanique. — II. Montage et couture. — III.  
Le finissage.

APPLICATIONS DU PATRONAGE — PROGRAMME  
D'APPRENTISSAGE.

# MANUEL DU TANNEUR, DU MÉGISSIER ET DU CORROYEUR

Par M. Huc, professeur de l'Enseignement technique  
à Mazamet.

1 vol. in-18 de 402 pages avec 162 figures, cartonné... 12 fr.

## CHAPITRE I. — La chimie du Tanneur.

La chimie générale. — L'eau en tannerie. — Les tannins. — Les composés du chrome. — Acides. — Bases. — Sels. — Corps gras. — Savons. — Gommés-Laques. — Substances tannantes végétales. — Tanins synthétiques. — Matières colorantes artificielles. — Matières colorantes naturelles. — Mordants. — Tables numériques.

## CHAPITRE II. — Technologie de la Tannerie et de la Mégisserie. Corroyage.

Structure de la peau. — Conservation des peaux. — Défauts des peaux. — Diverses parties d'une peau et considérations pratiques. — Le travail de rivière. — Tannage végétal ; — minéral. — Corroyage. — Cuirs battus ; — lisses ; — en suif. — Vaches en huile. — Veau ciré. — Cuirs de Russie. — Mégisserie. — Peaux houssées. — Parcheminerie. — Le cuir au chrome. — Cuir verni. — Travail des fourrures. — Utilisation des peaux de lapin. — Courroies. — Étude complète d'une fabrication suivie. — Mégissage des peaux de lapins et sauvagines. — Utilisation de la tanée. — Récupération des corps gras dans les déchets de corroirie.

## CHAPITRE III. — Travaux pratiques.

La balance d'essais. — Estimation des tanins. — Burette de Mohr. — Liqueur titrée d'acide oxalique. — Alcalimétrie. — Liqueur titrée de soude caustique. — Solution titrée d'acide sulfurique. — Acidimétrie. — Essai d'une chaux ; — du sulfure de sodium ; — d'un bichromate. — Comment reconnaître le cuir chromé. — Reconnaître si un cuir a été chromé à un ou deux bains. — Reconnaître si le tannage au chrome a été poussé à fond. — Préparation de l'huile de bouleau ; — des huiles sulfonées. — Considérations sur les dégras et préparation de ces substances. — Détermination des points de congélation des huiles ; — du titre des suifs. — Essai de prétannage à la quinone. — Démontage (peau tannée au végétal). — Eclaircissement des cuirs (tannés au végétal). — Blanchiment des cuirs (tannés au végétal). — Pratique du picklage et du dépicklage. — Essai comparatif des colorants ; — de solidité de teinture. — Genèse des couleurs. — Échantillonnage. — Le journal d'essais. — Instructions pratiques pour la teinture. — Recherche qualitative des tanins. — Contrôle du tannage. — IRIS-LILLAD Université Lille 4.

# MANUEL DU MINEUR

Par J. DENIS, Ingénieur civil des Mines.

1 vol. in-18 de 384 pages, avec 195 figures; cartonné... 12 fr.

**CHAPITRE I. — Notions géologiques sur le terrain houiller.**  
Principales roches du terrain houiller. — Couches de houille

## CHAPITRE II. — Abatage.

Abatage à la main. — Abatage aux explosifs. — Abatage mécanique. — Disposition des chantiers d'abatage.

## CHAPITRE III. — Boisage et soutènement.

Travail des bois. — Méthodes de boisage. — Méthodes diverses de soutènement.

## CHAPITRE IV. — Remblayage.

Remblayage à la main. — Remblayage hydraulique.

## CHAPITRE V. — Transports.

Transports souterrains. — Transports au chantier. — Roulage dans les plans inclinés. — Roulage dans les galeries principales. — Transport dans les puits ou extraction.

## CHAPITRE VI. — Aérage, grisou et poussières.

Généralités sur l'aérage. — Grisou. — Organisation de l'aérage. — Poussières de houille. — Eclairage des travaux souterrains.

## CHAPITRE VII. — Epuisement.

Aménagement des eaux. — Epuisement des eaux.

## CHAPITRE VIII. — Fonçage des puits.

Exécution du fonçage. — Soutènement provisoire. — Soutènement définitif. — Fonçage en terrains très aquifères.

## CHAPITRE IX. — Accidents et sauvages.

Éboulements. — Explosions. — Feux. — Inondations. — Coups d'eau. — Premiers soins à donner aux blessés.

## Lectures des plans de mines.

Réglage et emploi de l'indicateur de grisou Chesneau. — Observation des auréoles. — Recommandations pour les tournées dans les travaux.

## Réglage et emploi de l'indicateur de grisou Chesneau.

Description succincte de l'indicateur. — Nature de l'alcool employé. — Mèche à employer. — Préparation de la lampe avant chaque tournée. — Réglage de la flamme dans l'air pur. — Recommandations pour les tournées dans les travaux.

# MANUEL DU PROSPECTEUR

Par P. BRESSON, Ingénieur civil des Mines.

1 vol. in-48<sup>e</sup> de 452 pages, avec 137 figures, cartonné... 12 fr

## PREMIÈRE PARTIE. — NOTIONS DE GÉOLOGIE.

CHAPITRE I. — Formation des gisements métallifères.

CHAPITRE II. — Classification des gisements métallifères.

A. Classification. — B. Gisements plutoniens. — C. Gisements secondaires. — D. Gisements filoniens ou hydrothermaux.

## DEUXIÈME PARTIE. — PROSPECTION

CHAPITRE I. — Etudes sur le terrain.

Géologue et prospecteur. — Recherche dans les alluvions. — Recherches des gisements en place. — Echantillonnage. — Lecture des cartes géologiques. — Accoutrement du prospecteur. — Prospection en pays isolés.

CHAPITRE II. — Etude des roches.

Roches éruptives et métamorphiques. — Roches sédimentaires.

CHAPITRE III. — Etude des minéraux.

Caractères cristallographiques. — Caractères extérieurs des cristaux. — Caractères chimiques.

CHAPITRE IV. — Etude des minerais.

Aluminium. — Antimoine. — Argent. — Arsenic. — Baryum. — Bismuth. — Bore. — Calcium. — Carbone. — Chrome. — Cobalt. — Cuivre. — Etain. — Fer. — Fluor. — Glucinium. — Lithium. — Magnésium. — Manganèse. — Mercure. — Molybdène. — Nickel. — Or. — Pierres précieuses. — Platine, iridium, etc. — Plomb. — Potassium. — Sélénium. — Silice et Silicates. — Sodium. — Soufre. — Strontium. — Tellure. — Terres rares. — Titane. — Tungstène. — Uranium — Radium. — Vanadium. — Zinc.

Travaux d'exploration. — Sondage. — Evaluation d'un gisement. — Tableau de reconnaissance des minerais. — Méthodes d'exploitation. — Soutènement. — Aérage. — Eclairage. — Circulation du personnel. — Exhaure. — Chantiers. — Galeries. — Plans inclinés. — Puits. — Triage à la main. — Enrichissement mécanique. — Traitement mécanique. — Organisation générale. — Conclusion.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

AJOUTER 10 P. 100 POUR FRAIS D'ENVOI.

# MANUEL DU FABRICANT DE JOUETS

Par M. BROQUELET, Inspecteur de l'Enseignement technique,  
Avant-propos par M. LÉPINE, ancien préfet de Police, membre  
de l'Institut.

1 vol. in-48 de 298 pages, avec 183 figures, cartonné..... 10 fr.

- L'art appliqué à la fabrication des jouets.
- Modelage.
- Le moulage.
- Moulage en plusieurs pièces.
- Outillage utilisé pour la fabrication des jouets.
- Outils pour le découpage du bois.
- Colles employées.
- Métaux employés.
- Bois employés.
- Peaux les plus employées dans l'industrie du jouet.
- Moule.
- La poupée.
- Décoration des têtes de poupées en porcelaine.
- Jouets en carton moulé.
- Jouets en pâte de carton compressée.
- Fabrication des animaux en tissus.
- Tambour.
- Le Diable.
- Evolution du jouet en métal.
- Jouets en fer blanc.
- Coffre-fort.
- Fabrication des jouets en fer blanc marchant mécaniquement.
- L'hélice.
- Le ballon dirigeable.
- Fabrication des bêtes à bon Dieu, scarabées, souris, tortues et autres jouets en métal décoré.
- Décoration des jouets au moyen du chromographe.
- Jouets électriques.
- Fabrication des jouets fonctionnant au moyen de l'électricité.
- Petites machines-outils.
- Le canon de 75.
- Genium.
- La terre développée.
- Presse lithographique.
- Locomotive Compound à quatre cylindres du type « Baltic ».
- Jouets automatiques.
- La décoration au pochoir.
- Le cheval de bois.
- Brouettes et

# MANUEL DE PUBLICITÉ

## *La Technique moderne de la vente*

par LOUIS ANGÉ

Chargé de cours de publicité à l'École Supérieure pratique  
de Commerce et de l'Industrie de Paris.

1 vol. in-18 de 344 pages, avec 51 figures; cartonné..... 10 fr.

### LE ROLE ET LA TECHNIQUE DE LA PUBLICITÉ

**La publicité vue à vol d'oiseau.** — Définition de la publicité. — Profession que la publicité intéresse. Les carrières publicitaires. — Les préjugés ennemis de la publicité. — Le développement et l'importance de la publicité moderne. — La publicité est une science et un art. — Les frais de publicité et les prix des marchandises. — La publicité et le monde des affaires. — Le vocabulaire de la publicité.

**La valorisation de la publicité.** — Les besoins et les désirs. — L'étude de l'article à vendre. — L'étude du public. — La désirabilité de la marchandise. — La marchandise par rapport à la concurrence. — Le prix de la marchandise comme facteur publicitaire. — Le fond et la forme de la publicité. — La conservation de l'impression publicitaire. — Le facteur confiance. — Les principes du succès publicitaire. — La substitution de la représentation publicitaire à la présence de la marchandise. — Ce que doit être la représentation publicitaire. — Les limites de la publicité. — Les conditions de la valorisation de la publicité. — La publicité suggestive ou persuasive.

### ÉTUDE DES MOYENS DE PUBLICITÉ

**La classification des moyens de publicité.**

**La publicité par la presse. L'annonce.** — L'annonce. — Les arguments à employer dans l'annonce. — Les conditions de succès de l'argumentation. — La rédaction de l'annonce. — La typographie de l'annonce. — Les conditions de lisibilité de la lettre d'imprimerie. — Les principales sortes de caractères typographiques. — Les caractères classiques, les caractères modernes. — La famille de caractères. — La lettre dessinée. — L'emploi et la valeur des différentes formes de lettres. — Les mesures typographiques. — L'espacement et l'interlignage. — Les principes essentiels de la typographie publicitaire. — Le cadre. — Les espaces blancs. — L'illustration de l'annonce. — Les dimensions de l'annonce. — La forme de l'annonce. — L'emplacement de l'annonce.

**La publicité rédactionnelle et les divers organes de la presse.** — La publicité rédactionnelle. — L'écho et la chronique publicitaires. — Le choix et la valeur publicitaire d'un journal. — La revue. — La presse technique. — L'organe personnel de publicité. — L'encartage.

**Les autres moyens de publicité.** — La lettre circulaire. — La vente par correspondance. — Le prospectus. — Le dépliant. — Le catalogue. — La brochure de publicité. — L'affiche. — Les limites de l'affiche. — Le rôle de l'affiche. — La technique de l'affiche. — La valorisation de l'affiche. — Les variétés d'affiches. — Les hommes sandwiches. — La publicité lumineuse. — La publicité dans les établissements et lieux publics. — Les formes nouvelles de la publicité.

### LA PUBLICITÉ EN ACTION

**Le plan de campagne.**

**Le travail d'impression et de clichage.**

**Le contrôle du rendement.** — Les conditions du progrès de la publicité.

**Le décalogue publicitaire. Appendice.**

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# Manuel de l'Arpenteur-Mètreur

Par M. J. RABATÉ

*Ingénieur A.-et-M. et E. S. E.*

4 vol. in-18 de 366 pages, avec 250 figures. Cartonné..... 12 fr.

**Notions de géométrie.** — Figures fondamentales. — Symétrie par rapport à une droite. — Symétrie par rapport à un point. — Relation d'inégalité dans le triangle.

Le cercle. — Arcs et cordes. — Angle inscrit.

Points partageant un segment dans un rapport donné. — Projections. — Triangles semblables. — Homothétie et similitude. — Polygones réguliers. — Surface des solides courants.

Aire d'une surface plane. — Volume des solides courants.

Notions de trigonométrie.

Notions de calcul logarithmique.

**Topographie ou arpentage.** — Notions préliminaires. — Appareils employés. — Le mètre. — Les jalons. — Chaîne d'arpenteur. — Règles divisées. — Lunette stadimétrique. — Mire à voyant. — Mire parlante. — Pied à translation. — Tachéomètres auto-réducteurs. — Mesure des distances verticales. — Niveau d'eau. — Niveau à bulle d'air. — Niveau à bulle et à pinnules. — Niveau à collimateur. — Niveau à lunette. — Niveau d'Egault. — Niveau de Brunner. — Niveau de Gravet.

Mesure des angles. — Description d'un goniomètre. — Mesure des angles horizontaux. — Equerres d'arpenteur, sphérique, Coutareau. — Pantomètre. — Goniomètre à lunette. — Boussole. — Variation de la déclinaison. — Boussole et déclinatoire. — Boussole d'arpenteur. — Planchette. — Mesure des angles verticaux. — Théodolites et tachéomètres. — Clisimètres. — Alidade nivellatrice. — Niveau de pente de Chézy. — Niveau de pente Berthélemy. — Instruments de bureau. — Opérations topographiques. — Mesures des distances horizontales. — Vérification de la chaîne. — Causes d'erreurs. — Précision dans les mesures à la chaîne. — Lunette stadimétrique à fils fixes. — Lunette anallatique. — Réglage des lunettes. — Exemple d'une table de Pons. — Tachéomètres autoréducteurs. — Mesure des distances verticales. — Mesure des angles. — Emploi du graphomètre. — Emploi du pantomètre. — Emploi des goniomètres à lunette. — Emploi de la boussole. — Planchette, son mode d'emploi. — Emploi, vérification et réglage des tachéomètres.

Notions sur la triangulation. — Choix des sommets.

**Nivellement.** — Procédés du nivellement. — Nivellement composé ou par cheminement. — Nivellement par rayonnement, en long, en travers. — Nivellement général de la France. — Nivellement trigonométrique. — Opérations tachéométriques. — Courbes de niveau. — Lectures des plans et des cartes topographiques.

**Métrage et vérification.** — Disposition des calculs. — Vérification. — Fers et fontes. — Faux frais. — Epaissements et autres travaux exécutés en régie. — Mesure des principaux solides rencontrés dans la construction. — Mode d'évaluation des ouvrages. — Règlement du cube des terrassements. — Diverses natures de déblais. — Modes de transport. — Distances de transport. — Fouilles pierreuses. — Fouilles des fondations des ouvrages. — Maçonneries. — Rapport des livres, méthodes graphiques. — Orientation des plans. — Détermination de la méridienne. — Partage d'un champ. — Aciers. — Métrage et application des prix des ouvrages en fonte, fer, acier, etc. — Peintures, etc.

Considérations particulières et générales. — Devis d'un pavillon.



# Manuel du fabricant de Boutons-Peignes

et Articles en Celluloïd et en Ébonite

Par M. SCHMITT

Ingénieur-Chimiste E. P. C. P.

1 vol. in-18 de 400 pages, avec figures; cartonné.....

**Matières premières, origines, fabrication et propriétés.**

— Blanchiment de l'ivoire, des os, etc. — Collage de l'ivoire.  
— Teinture de l'ivoire. — Matières premières artificielles.

**Travail de la corne.** — Teintures. — Corne imitant l'écaille.

— Fabrication du peigne en corne à la main. — Liste des principaux fabricants et dépositaires de corne ou article en corne, France et Allemagne.

**Fabrication de celluloïd.** — Le camphre. — Nitrocellulose.

— Malaxage. — Travail des déchets. — Travail de la sciure. — Laminage. — Coupage du celluloïd. — Séchage. — Fabrication des bâtons, des tubes en celluloïd. — Redressage, polissage du celluloïd. — Établissement des usines de celluloïd. — Propriétés du celluloïd. — Imitation de produits naturels.

**Galalithe.** — Acétylcellulose.

**Industrie du peigne.** — Peigne pour parure. — Découpage. —

Rognage. — Entrecoupage. — Découpage à la scie. — Gravage. — Ponçage. — Passage à l'acide. — Courbage. — Polissage. — Ornementation du peigne. — Barrettes. — Épingles.

Peigne à coiffer.

**Affûtage des outils.** — Meules, — Pierres à affûter. — Disposition des ateliers.

**Industrie du bouton.** — Teinture en rose du corozo. — Fabrication des boutons en corozo et de ses succédanés. — Celluloïd et galalithe. — Découpage. — Perçage des trous. — Gravure.

— Polissage. — Triage. — Bouton de nacre. — Découpage et polissage de la nacre. — Gravage de la nacre. — Perçage du bouton de nacre. — Boutons en métal. — Estampage. — Matrice. — Poinçon. — Tours de mains. — Presses employées. — Boutons formés de deux matières accolées. — Fabrication. — Coloration de la surface des métaux. — Nettoyage. — Solutions pour le décapage. — Coloration du laiton. — Couleur or, blanche. — Argenture. — Couleurs et teintures. — Coloration du fer et de l'acier. — Boutons d'uniforme. — Boutons obtenus par moulage. — Boutons à pression.

**Porte-plume à réservoir.** — Lorgnons et face à main. — Colliers. — Paillettes. — Manches de couteau. — Vaporisations de couleurs. — Manches de canne et de parapluie. — Fleurs artificielles. — Ballons. — Moulage du celluloïd.

Enduits pour boutons et peignes.

IRIS-LILLIAD - Université Lille 1

MANUEL

des Vins, Cidres, Poirés, Eaux Gazeuses

Par M. RAY, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Rennes.

1 vol. in-18 de 406 pages avec 139 figures. Cartonné..... 10 fr.

---

**Vins.** — Importance de la production des vins de France. — Le raisin. Constitution. Maturation. — Mise en état du matériel vinaire. — Vendange. Organisation générale des celliers. — Vinification. Extraction du moût. — Amélioration et correction des moûts. — Fermentation des moûts. — Vinification en rouge. — Accidents de fermentation. Décuvage. Epuisement du marc. — Vinification en blanc. Vinification en rosé. Autres méthodes de vinification. — Travail des caves. Outillage. Procédés de clarification. Vieillessement des vins. — Appréciation des vins. Défauts et maladies des vins. — Vins spéciaux. — Vins mousseux. — Utilisation des résidus de la vinification. — Eaux-de-vie. Vinaigres. — Le vin au point de vue légal. — Le vin au point de vue hygiénique. — Le vin au point de vue économique. — Législation.

**Cidres et poirés.** — Importance de la production des cidres en France. — La pomme. Composition. Maturation. Récolte. — Mélanges de variétés de pommes. Lavage des fruits. — Extraction du moût. Broyage. Cuvage. Pressurage. Diffusion. — Épuration du moût. — Fermentation. — Travail des caves. — Appréciation des cidres. Défauts et maladies. — Cidres spéciaux. — Utilisation des résidus de la cidrerie. — Alcool de cidre. Vinaigre. — Poiré. — Le cidre au point de vue légal. — Le cidre au point de vue hygiénique. — Le cidre au point de vue économique. — Législation.

**Eaux gazeuses.** — Matières premières. L'eau. Le gaz carbonique. — Fabrication des eaux gazeuses. Procédés industriels. — Anciennes installations avec producteurs de gaz carbonique. Installations modernes. — Embouteillage de l'eau gazeuse. Eau de Seltz. Limonades. Sodas. — Gazéification des eaux minérales. Gazéification des vins et des cidres. — Les eaux gazeuses au point de vue légal, au point de vue hygiénique, et au point de vue économique. — Législation.

# MANUEL DU DISTILLATEUR

Par M. MARILLER, Ingénieur chimiste.

1 v. l. in-18 de 305 pages avec 38 figures. Cartonné..... 40 fr.

**L'alcool.** — Les matières premières de la distillerie. — Alcoométrie. — Classification des matières premières. — La saccharification. — La fermentation. — Accidents de fermentation. — Synthèse de l'alcool.

**La distillation et rectification.** — La condensation fractionnée. — La distillation continue. — Appareil de distillation. — Rectification discontinue. — Rectification continue. — La distillation à circuit calorifique fermé. — Dépense de vapeur et d'eau.

**Préparation des liquides alcooliques et appareillage.** — Distillation des vins et cidres. — Distillation des fruits. — Traitement des lies. — Fruits sucrés. — Marcs. — Eau de vie naturelles. — Eaux-de-vie française: Cognac, Eaux-de-vie de marc. — Travail des mélasses de betteraves et de cannes. — Procédés spéciaux. — Mélasses de cannes. — Travail des substances végétales sucrées: travail des betteraves, travaux préliminaires, extraction du jus, acidulation, diffusion Collette, fermentation de moûts de betteraves. — Distillation. — Travail des topinambours. — Travail des pommes et poires. Travail des caroubes. — Travail des asphodèles. — Travail de la canne à sucre. — Travail des matières amylacées: travail aux acides; saccharification par les acides, sans pression. — Cuisson des grains. — Préparation du lait de malt. — Saccharification. — Fermentation de moûts de grains. — Travail des grains par les mucors. — Matières amylacées diverses. — Réfrigérants. — Distillation des moûts de grains. — Fabrication des levures. — Fabrication du genièvre. — Traitement des produits cellulosiques. — Alcool de sciure. — Contrôle de la production. — L'alcool moteur. — Traitement des résidus.

**Conduite des appareils de distillation.** — Conduite du rectificateur discontinu. — Mise en route et conduite d'une colonne à distiller à bas ou à haut degré. — Mise en route d'un rectificateur continu à une seule colonne. — Mise en route d'un rectificateur continu comportant plusieurs colonnes. — Arrêt des appareils. — Analyses. — Analyse des alcools: dosage de l'acidité, recherche et dosage des aldéhydes, recherche et dosage du furfurol, recherche des alcools supérieurs, dosage des éthers, dosage des impuretés par groupes, dosage des aldéhydes, dosage du furfurol, dosage des alcools supérieurs (Procédés Roques). — Analyse des alcools par la méthode du permanganate. — Réactifs. — Pratique de l'analyse.

**Les liqueurs.** — Matières premières. — Laboratoire du liquoriste: alambics, bassines, filtres, congés, extracteurs, presses. — Formules de divers esprits simples. — Esprits composés. — Diverses formules de teintures, — Alcoolatures, les sucs, eaux distillées, couleurs diverses. — Les sirops. Manipulation diverse à faire subir aux liqueurs et sirops. — Liqueurs artificielles: absinthes, spiritueux divers. — Vins aromatisés. — Les amers.

# MANUEL DU LAITIÈRE CRÉMIER

Par A. CORVEZ, ingénieur-frigoriste.

1 vol. in-18 de 307 pages, avec 114 figures, cartonné... 10 fr.

## Le lait.

Définition du lait. — Composition du lait. — Caractéristique du lait. — Lait de chèvre et de brebis.

## Le commerce du lait.

Provenance du lait. — Transport du lait de la ferme au dépôt. — Richesse en crème. — Acidité du lait. — Détermination de la richesse du lait. — Altérations du lait. — Conservation du lait. — Boissons fermentées obtenues avec le lait. — Variations des prix du lait. — Prix de revient du lait.

## Le beurre.

Composition du beurre. — Fabrication du beurre. — Extraction de la crème. — Maturation. — Description des appareils employés. — Barattage. — Barattes à batteurs. — Altérations du beurre. — Conservation du beurre.

## Le commerce du beurre.

Sous-produits d'écrémage. — Industries qui s'y rattachent. — Prix de revient du beurre. — Variation du prix de vente. — Stabilisation des cours.

## Le fromage.

Composition. — Fabrication. — Altérations des fromages. — Conservation des fromages. — Classification des fromages. — Préparation des principales variétés de fromages. — Fromages frais à pâte molle. — Fromages à pâte molle, affinés. — Salage. — Camembert. — Fromages à croûte lavée. — Fromage Saint-Rémy. — Fromage Gémôme. — Pont-l'Évêque. — Livarot. — Mont-d'Or. — Fromages à pâte ferme. — Roquefort. — Fromages à pâte ferme et résistante. — Fromages de Cantal. — Fromages de Hollande. — Port-Salut. — Gruyère. — Emmenthal.

## Le commerce du fromage.

### Organisation et installation d'une laiterie.

Organisation du service. — Installation mécanique. — Disposition des locaux. — Agencement des appareils.

### Pays importateurs et exportateurs en produits de laiterie;

Beurre. — Commerce du beurre au Maroc. — Commerce du beurre en Russie.

### Débouchés pour les produits de provenance française.

### Notions de commerce et d'administration.

Commerce. — Sociétés. — Diverses espèces de sociétés commerciales. — Statuts d'une société coopérative. — Transactions commerciales. — Législation du travail. — Réglementation du travail. — Propriétés industrielles. — Répression des fraudes dans la vente des marchandises. — Procès-verbal de prélèvement d'échantillons à l'étable. — Procès-verbal de prélèvement d'échantillons à la livraison.

### Notions théoriques sommaires de microbiologie.

Microbes. — Fermentation lactique.

### Commerce de fruits, des légumes et des œufs.

Généralités. — IRIS BULLIADT-Université Lille 1 fruits et légumes. — Exportation et importation. — Commerce des œufs.

# MANUEL DE L'ÉPICIER

M. MARCHADIER

PAR

et

A. GOUJON

Directeur du Laboratoire Municipal  
du Mans.

Chimiste du Laboratoire Municipal  
du Mans.

1 vol. in-18 de 350 pages avec figures, cartonné.....

## I. — Généralités.

L'épicier dans ses relations avec le public. — Le matériel de l'épicerie. — L'épicier et le Code de Commerce. — Drogues et produits dont la vente est permise aux épiciers.

## II. — Les assaisonnements.

I. Les condiments. — Les assaisonnements d'origine indigène. — Sel. — Vinaigres — Moutarde, falsifications. — Safran. — Citron — etc.. — II. Les épices d'origine étrangère. — Poivre; Gingembre. Cloux de girofle, Noix muscade. Vanille, etc.

## III. — Les stimulants.

Le cacao et son dérivé le chocolat : I. Le cacao. II. Le chocolat en poudre. Vente au poids. Conservation, etc. — Le café. Café vert : Café torréfié; préparation. Cafés spéciaux, fraudes, etc. — La chicorée.

## IV — Les matières sucrées.

Le sucre. Appréciation de la qualité. Vente au poids. Différentes sortes. — La glucose. — Sucres artificiels. — Le caramel. — Les sirops. Conservation. — Les confitures. Mouillage Conservation, etc. Les confiseries. Bonbons, etc. — Le miel et ses dérivés. Variétés. — Parfums et colorants.

## V. — Huiles, graisses, comestibles, et fromages.

Huiles comestibles. — Margarine. — Les graisses végétales. — Les fromages. Fromages mous et frais (fromage blanc, etc.). Fromages mouset salés (Brie, Camembert, Coulommiers, etc.). Fromages pressés et salés (Roquefort; Cantal. Hollande, etc.). Fromages cuits (Chester, Gruyère, Parmesan).

## VI. — Farines, féculés et dérivés.

Les farines. Altérations. Sortes. — Produits à base de farines. Polages concentrés, etc. — Amidon. Pâtes alimentaires. Variétés commerciales. — Les féculés. Tapioca. Commerce. — Gâteaux et biscuits. Pâtisserie fraîche, sèches. Conservation.

## VII. — Les conserves et denrées conservées.

Conserves par le sel : Morue, Sardines, Hareng. Olives, etc. — Conserves au vinaigre : Cornichons, etc. — Conserves par fumage. — Conserves par dessiccation : Fruits, Légumes conservés. Altérations des diverses sortes. Variétés et valeurs commerciales. Riz. Dattes. Pruneaux, etc. — Conserves par concentration : Extraits de viande. Lait condensé. — Conserves par compression : Saucissons. — Conserves en boîtes par le procédé Apert. Boîtes de conserves. — Conserves altérées et intoxications. Moyens de les éviter.

## VIII. — Les boissons.

Boissons non fermentées : Commerce des eaux minérales, etc. — Boissons fermentées : Le vin. Valeur différente. Conservation : Traitement. Tonneaux, etc. — Spiritueux. — Vins fins. — Réglementation de la vente des vins et spiritueux. — Les alcools naturels. Mélanges. Réglementation. — Les liqueurs.

## IX. — Les produits du ménage.

Produit de nettoyage ou entretien. — Produits d'éclairage et chauffage : Essences Pétroles. Alcools. Distillation. Précautions. Réglementation.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

# MANUEL DU COIFFEUR

Par A. SPALH

Membre de l'Académie officielle des Maîtres de la Coiffure Française.

1 vol. in-18 de 350 pages avec 250 figures, cartonné..... 12 fr.

## PREMIÈRE PARTIE. — LE COIFFEUR POUR HOMMES

- I. Le salon. Antiseptie. Outillage. — II. La barbe et le coup de peigne. Frictions. — III. La taille de cheveux : — Divers modèles. — IV. La barbe. — Taille de barbe. — Coup de moustaches. — V. Frisures ; — aupetit fer. — Bombage. — Ondulations. Brûlage. — VI. La teinture. — Teinture liquide instantanée. — Teinture de barbe.

## DEUXIÈME PARTIE. — LA COIFFURE DE DAMES

- I. Démêlage. — Essorage des cheveux. — Séchage électrique ou au gaz. — L'éther de pétrole. — Le brûlage. — Coiffure simple. — II. Ondulation à l'épingle. — Ondulation Marcel à la mèche ; — au peigne ; — en bandeaux ; — l'aurole centrale ; — sur l'oreille ; — ondulation en général. — III. Coiffures ; — sans postiches ; — haute ; — basse ; — centrale ; — Le lied. — Pose des postiches ; — de l'enveloppeur ; — des touffes ; — des palmes ; — Du filet front. — Adaptation du postiche avec art. — Coiffure de grande jeune fille ; — de mariée ; — De vieille dame. — IV. Coiffures jeunes filles. — Les papillotes. — Communiantes. — Modèles divers. — V. — L'ondulation indéfrisable. — Manières d'attacher les mèches ; — d'enrouler. — Bigoudis. — Tubes. — Chauffage. — Lavage et mise en plis. — Les retouches. — Coiffures de style.

## TROISIÈME PARTIE. — LE POSTICHE

- I. Le postiche. — Le douillage. — II. La tresse : La tresse anglaise ; fil cassé ; — tresse à crêpe ; — le crêpe ; — Le crêpon. — III. Confection d'une branche ; — la torsade ; — la natte. — IV. Croquignoles et frisure forcée. — V. L'implanté. La raie tirée. — Implantation nouvelle. — Postiches pour dames. — VI. La monture. — Le bandeau. — La demi-transformation. — La transformation. — Le toupet. — La perruque. — Perruques d'hommes. — Coiffage du postiche. — VII. La perruque de poupées.

## QUATRIÈME PARTIE. — LA TEINTURE

- I. La teinture. — Teinture liquide. — II. Décoloration. — III. Teinture au henné. — Le cataplasme. — Tableau des nuances. — Applications. — Racines. — Raccords. — L'épi : teintures progressives. — Moyens d'éviter les insuccès en teintures. — (V. Teintures de postiches.

## CINQUIÈME PARTIE — GRIMAGES. BUSTES, MALADIES. TABLEAUX EN CHEVEUX. MANUCURES

- I. Le grimage : — accessoires ; — fards. — II. Les postiches ; — perruques ; — barbes ; — moustaches, etc. — III. Les têtes : — têtes diverses ; — procédés et recettes. — IV. Le nez. — Les yeux. — La bouche. — V. Le buste. — VI. Les maladies La : mala pelade ; — les poux. — VII. Tableaux en cheveux. — VIII. nucure. — Le matériel. — La méthode.

## SIXIÈME PARTIE. — LE MASSAGE FACIAL

- Massage manuel. — Massages vibratoires. — Bains de lumière. — Fumigation. — Extraits des points noirs, etc.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

AJOUTER 10 P. 100 POUR FRAIS D'ENVOI.

MANUEL  
DE  
L'INDUSTRIE DU LIÈGE

Par E. MICHOTTE,

Ingénieur Civil,

1 vol. in-18 de 334 pages, avec 23 figures. Cartonné ..... 40 fr.

**Les chênes.** — Noms du chêne-liège. — Constitution du tronc, liber, formation du liège, liège de cicatrisation, formation sur l'arbre du liège de reproduction, croissance du liège, nature végétale, aspect du liège, défauts, étude chimique, subérine, propriétés, combustibilité, liège mâle, valeur du liège. — Autres produits du chêne-liège, écorce, propriétés de cette écorce.

**Insectes parasites.** — Fourmis, teignes, pyrales, cléopâtres ; moyens de lutte. — Défauts des lièges.

**Production.** — Régions de croissance. — Limite de culture actuelle, superficie et production mondiale. — L'avenir actuel des forêts, France, Algérie. — Coût. — Superficie des forêts de chênes-lièges en Algérie. — Historique de l'exploitation. — Frais de récolte. — Exploitation actuelle, vente du liège, prix du liège, variation des prix du liège : Tunisie, Maroc, Espagne, Portugal, Italie, Japon.

**Culture, création d'une plantation.** — Soins culturaux, rendement, conservation des glands pour la reproduction. — Incendies des forêts, composition de la forêt, lois, genres de feu, lutte contre l'incendie, mesures à prendre. — Incendies des forêts de France. — Effets de l'incendie sur les arbres.

**Exploitation, mise en valeur.** — Démasclage et lavage, époque, opération. — Conduite d'une récolte, composition d'un chantier en régie. — Préparation des lièges, bouillage, raclage. — Industrie : bouchons, matière première, préparation, traitement à l'acide sulfureux, collage, mise à l'air, fabrication à la main.

**Fabrication mécanique.** — Machines, meules, tournage mécanique, fabrication des bouchons *Geminus*, bouchons pour les vins de Champagne. — Les bouchons, leurs défauts. — Bouchons spéciaux, bondes, bouchon américain.

**Objets en plaques.** — Semelles, objets divers.

**Utilisation des déchets.** — Trituration du liège. — Emplois des poudres de liège, linoléum. — Papier de liège, sculptures, engins de sauvetage, pavage. — Agglomérés, brai et goudron, briques, isolations. — Dangers d'incendie causés par le travail. — Industrie et commerce. — Vente. — Industrie en France et à l'étranger.

IRIS LILLIAD Université Lille 1

*Pour paraître incessamment :*

---

## MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

*MESURES ÉLECTRIQUES*

Par M. **CHIROL** Ingénieur E. S. E.

1 vol. in-18 de 400 pages avec 200 figures. Cartonné.....

---

## Manuel de l'Électricien, traction électrique

Par M. **STRULOVICI** Ingénieur électricien

1 vol. in-18 de 300 pages avec 200 figures. Cartonné.....

---

## MANUEL DU MÉCANICIEN

I. — MOTEURS HYDRAULIQUES ET A VENT. — MOTEURS INDUSTRIELS A  
EXPLOSION, TRANSMISSIONS, VENTILATEURS, COMPRESSEURS,  
APPAREILS DE LEVAGE, ETC.

Par M. **DHOMMÉE**

Inspecteur général de l'Enseignement technique

II. — MONTAGE, CONDUITE ET ENTRETIEN DES MACHINES.

Par M. **ALTEIRAC**

2 vol. in-18 de chacun 300 pages avec figures. Cartonné.....

---

## MANUEL DE L'ARTIFICIER

*ARTIFICES, POUDRES, EXPLOSIFS*

Par E. A. **EVIEUX**

1 vol. in-18 de 388 pages avec 409 figures. Cartonné.....

---

## Manuel de Pavage, Carrelage, Mosaïque

Par M. **DAUBRAY**

1 vol. in-18 de 300 pages avec 150 figures. Cartonné.....

---

### SOUS PRESSE

Moteurs Électriques, par STINLOVICI.

Manuel du Teinturier, par Ch. LIÉHARD FIÉVET.

Manuel de Rubanerie Pissementerie, par M. BAGET.

Manuel du Maréchal Ferrant, par M. ALLAROUSSE.

Manuel de Télégraphie et Téléphonie, par A. LECLERC.

Manuel de Meunerie, par M. FOUQUIN.

Manuel du Chaudronnier, par ADAM et VENTRILLON.

Manuel du Fabricant de Caoutchouc, par HAMM.

Bicyclettes, Motocyclettes, Side-Cars, par E. WEIMS.

Maçonnerie, par M. CABIAC.

Bronze d'Art, Ciselure, Gravure, par G. HAMM.

Bonnetterie, Parapluies, par J. BARATTE.

---

AJOUTER 10 P. 100 POUR FRAIS D'ENVOI.





